Nachhaltigkeitsbewertung
- Logical Framework-Ansatz zur kontextbezogenen Operationalisierung von Nachhaltigkeit auf Basis gesellschaftlicher Nachhaltigkeitskonzepte

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades

an der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften

Fachbereich Biologie

der Universität Hamburg

vorgelegt von

Eva Meier

aus Bremen

Hamburg 2014

Tag der Disputation:

02.04.2015

Vorsitzender der Prüfungskommission:

Prof. Dr. Udo Mantau

Folgende Gutachter empfehlen die Annahme der Dissertation:

Dir. und Prof. Prof. Dr. Matthias Dieter
Prof. Dr. Bodo Saake

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis v

Tabellenverzeichnis vi

Abkürzungsverzeichnis vii

1. EINLEITUNG 1

1.1. Ausgangssituation 2
1.2. Forschungsbedarf und Ziele der Promotion 2
1.3. Überblick und Struktur der Arbeit 4

TEIL A NACHHALTIGKEITSVERSTÄNDNIS UND NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG 8

2. NACHHALTIGKEITSVERSTÄNDNIS 8

2.1. Der „Auftakt“ der Nachhaltigkeit 8

2.2. Nachhaltige Entwicklung – internationales politisches Leitbild 10
2.2.1. Nachhaltigkeit 2.0 – der Begriff und das Konzept 13

2.3. Paradigma und konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit 15
2.3.1. Starke Nachhaltigkeit, schwache Nachhaltigkeit 15
2.3.2. Konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit 16
2.3.2.1. Nachhaltigkeitsmodell und Generationengerechtigkeit 17
2.3.2.2. Holismus und Integration 18

2.4. Gesellschaftliche Formen und Implementierungen 19
2.4.1. Politische Nachhaltigkeitsstrategien 22
2.4.2. Nachhaltigkeit in Unternehmen 23
2.4.3. Institutionalisierte Formen der Nachhaltigkeit 24

2.5. Die Arbeit im gesellschaftlichen Diskurs - Zusammenfassung 25

3. NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG 27

3.1. Bewertungsverfahren, Gütekriterien qualitativer und quantitativer Forschung 28

3.2. Literaturanalyse und Kategorisierungsansatz für Nachhaltigkeitsbewertungen 31
3.2.1. Kategorisierungsrahmen Nachhaltigkeitsbewertung 31
3.2.2. Zusammenfassung der Literaturanalyse 32

3.3. Identifizierung von Gestaltungsfeldern der Nachhaltigkeitsbewertung 33
3.3.1. Normativer Einfluss - Fragen der Perspektive 34
3.3.1.1. Nachhaltigkeitsmodell 34
3.3.1.2. Holismus vs. Reduktionismus 35
3.3.1.3. Integration 36

3.3.1.4. Gesellschaft / Kulturkreis ... 37
3.3.2. Operative Eigenschaften ... 37
3.3.2.1. Flexibilität ... 37
3.3.2.2. Systemgrenzen ... 38
3.3.2.3. Auswahl von Bewertungsaspekten ... 39
3.3.2.4. Auswertungsmethoden und Datengrundlage ... 39
3.3.2.5. Partizipation und Transparenz ... 40
3.3.3. Zusammenfassung der Gestaltungsfelder der Nachhaltigkeitsbewertung ... 40

3.4. Autopoiesis der Nachhaltigkeitsbewertung ... 42
3.4.1. Anwendbarkeit der Theorie selbstreferenzieller Systeme ... 43
3.4.2. Übertragung der Theorie auf Nachhaltigkeitsbewertung ... 46

3.5. LOFASA –Anforderung & Einordnung ... 48
3.5.1. LOFASA Anforderungen ... 49
3.5.2. LOFASA Einordnung ... 50

TEIL B LOGICAL FRAMEWORK APPROACH TO SUSTAINABILITY ASSESSMENT (LOFASA) ... 53

4. LOFASA BEWERTUNGSANSATZ ... 53

4.1. Grundsätze der Nachhaltigkeitsbewertung ... 54
4.2. LOFASA Übersicht und Zusammenfassung ... 55

5. LOFASA OPERATIVE SCHRITTE ... 59

5.1. Das Basisnachhaltigkeitskonzept (BNK), Gesellschaftliche Bewertungsgrundlage ... 59
5.1.1. Auswahl legitimierter rahmengebender Vorlagen ... 60
5.1.2. Ableitung des BNK ... 61

5.2. Objektanalyse ... 63
5.2.1. Objektbeschreibung ... 63
5.2.1.1. Narrative Beschreibung des Bewertungsobjekts ... 64
5.2.1.2. Zieldefinition und Systemgrenzen ... 64
5.2.1.3. Identifizierung von Referenzsystemen ... 64
5.2.2. Kontextanalyse ... 65
5.2.2.1. Schlagwortgestützte Literaturrecherche ... 66
5.2.2.2. Eignung als Vorlage ... 66

5.3. Inhaltsanalyse ... 67
5.3.1. Qualitative Inhaltsanalyse im LOFASA ... 68
5.3.2. Ablauf der Inhaltsanalyse ... 69

5.4. Bewertungsanalyse ... 75
5.4.1. Heuristisches Verfahren ... 76
5.4.2. Untersuchungsvariablen (UV) ... 78
5.4.2.1. UV 1 Bewertungsebene ... 79
5.4.2.2. UV 2 Zeitfaktor ... 83
5.4.2.3. UV 3 Geografie ... 85

5.4.3. Bündelung und Redundanzprüfung ... 86

5.5. Verifizierungsanalyse ... 87
5.5.1. UV 4 Zweck und Detaillierungsgrad ... 89
5.5.2. Indikatoren ... 90

5.6. Multikriterienanalyse ... 94

5.7. LOFASA vs. LFA: Klarstellung der Konzepte ... 95
5.7.1. Ziel und Zweck von LFA und LOFASA ... 95
5.7.2. Phasen und Ablauf von LFA und LOFASA im Vergleich ... 96
5.7.3. Zusammenfassung LFA vs. LOFASA ... 98

TEIL C ANWENDUNGSSTUDIE LIGNOCELLULOSE-BIORAFFINERIE (LCB) ... 99

6. ANWENDUNGSSTUDIE LIGNOCELLULOSE-BIORAFFINERIE ... 99

6.1. Basisnachhaltigkeitskonzept LCB ... 100
6.1.1. Rahmengebende Vorlagen LCB ... 100
6.1.2. Ableitung des Basisnachhaltigkeitskonzepts LCB ... 102
6.1.3. Nachhaltigkeitsthemen und -ausprägungen LCB ... 102
6.1.4. Überblick über die Verteilung von Analyseeinheiten in drei Säulen ... 106

6.2. Objektanalyse LCB ... 107
6.2.1. Narrative Beschreibung des Bewertungsobjekts LCB ... 107
6.2.2. Zieldefinition und Systemgrenzen ... 108
6.2.3. Identifizierung der Referenzprozesse ... 110
6.2.4. Zusammenfassung der Objektanalyse und Festlegung der Untersuchungsvariablen ... 111
6.2.5. Kontextanalyse LCB ... 112
6.2.5.1. Schlagwortgenese ... 113
6.2.5.2. Schlagwortgestützte Literaturrecherche ... 114

6.3. Inhaltsanalyse LCB ... 115
6.3.1. Ergebnisse der Inhaltsanalyse ... 116

6.4. Bewertungs- und Verifizierungsanalyse LCB ... 117
6.4.1. Ablauf und Ergebnis der Bewertungs- und Verifizierungsanalyse LCB ... 118

6.5. Ermittlung der Indikatorwerte ... 123
6.5.1. Quantitative Indikatoren ... 123
6.5.1.1. Grundlage der quantitativen Auswertungen ... 123
6.5.1.2. Ökobilanzielle Auswertung von Indikatoren ... 124
6.5.1.3. Weitere quantitative Indikatoren ... 126
6.5.1.4. Nicht ausgewertete quantitative Indikatoren ... 129
6.5.2. Qualitative und teilquantitative Indikatoren ... 129
6.5.3. Zusammenfassung der Indikatorauswertungen ... 138

6.6. Multikriterienanalyse LCB ... 139
6.6.1. Normierung der Indikatoren ... 140
6.6.2. Gewichtung auf mehreren Ebenen ... 141
6.6.3. Ergebnisse der Multikriterienanalyse ... 143

6.6.4. Ergebnisse der Anwendungsstudie 144

6.7. Zusammenfassung und Diskussion der Anwendungsstudie LCB 144

TEIL D DISKUSSION 147

7. DISKUSSION DES BEWERTUNGSANSATZES 147

7.1. Vergleich mit anderen Ansätzen (HGF, IND) 147
7.2. Allgemeine Diskussion 149
7.3. Weiterführende Forschung 154
7.4. Fazit 154

TEIL E LITERATUR & ANHANG 156

8. LITERATUR 156

9. ANHANG 168

9.1. Anhang Codebuch 168
9.1.1. Codebuch Teil 1 168
9.1.2. Codebuch Teil 2 220
9.1.3. Schlagwortkombinationen der Kontextanalyse 229

9.2. Anhang Dokumentation der Kodierung und Indikatoren 230
9.2.1. Kodierung der Analyseeinheiten nach Kodierschema 230
9.2.2. Ausschluss durch Heuristik 233
9.2.3. Bündelung zu Indikatorvorstufen 238
9.2.4. Prüfung und Festlegung der Indikatoren (Einsatz von Experten) 242

9.3. Anhang Stoff- und Energieflussbilanzierung 246
9.3.1. Annahmen zur Prozessfahrweise 246
9.3.2. Zusammenfassung der Wirkungskategorien 246

9.4. Anhang Multikriterienanalyse 251
9.4.1. Fragebögen und Gewichtungsfaktoren 251
9.4.2. Gewichtungsmatrix 254

9.5. Anhang Formales 255
9.5.1. Veröffentlichung 255
9.5.2. Eidesstattliche Versicherung 256
9.5.3. Danksagung 257

9.6. Zusammenfassung 258

9.7. Summary 261

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schematische Übersicht der Arbeit. 4
Abb. 2: Nachhaltigkeitsbegriff, -konzept, Grundsätze und LOFASA. 6
Abb. 3: Geltungsbereich vs. Detaillierungsgrad. 20
Abb. 4: Nachhaltigkeitsvermarkter 24
Abb. 5: Kategorienbildende Eigenschaften 32
Abb. 6: Bewertungsspektrum. 38
Abb. 7: Gestaltungsfelder der Nachhaltigkeitsbewertung. 42
Abb. 8: Verknüpfungen in Nachhaltigkeitsforschung. 45
Abb. 9: Verknüpfungen der Nachhaltigkeitsforschung (Ebene 2). 46
Abb. 10: Das Integrierende Nachhaltigkeitsdreieck (nach Hauff & Kleine 2009, S. 125). 51
Abb. 11: Schematische Übersicht der Arbeit (Teil B). 54
Abb. 12:Verknüpfung Teil A & Teil B. 57
Abb. 13: LOFASA Übersicht - sechs operative Schritte. 58
Abb. 14: Iterativer Prozess der Kategorienbildung im BNK. 62
Abb. 15: BNK Anwendungsstudie Lignocellulose Bioraffinerie. Wirkungsbereich Deutschland/EU. ... 62
Abb. 16: Einordnung des Kontexts in das BNK mit Inhaltsanalyse. 68
Abb. 17: Ablauf der an Mayring (2010) angelehnten LOFASA-Inhaltsanalyse. 70
Abb. 18: Beispielstrukturierung AE. 73
Abb. 19: Überblick LOFASA Schritt 3 bis 5. 76
Abb. 20: LOFASA-Heuristik. 77
Abb. 21: Entscheidungsbaum UV Zeit. 85
Abb. 22: Überblick LOFASA Schritte 3 bis 5 (2). 88
Abb. 23: Detaillierungsgrad und Detailtiefe. 90
Abb. 24: Zusammenfassende Darstellung der Indikatorbildung. 93
Abb. 25: Phasen des LFA (nach EuropeAid 2004, eigene Darstellung). 97
Abb. 26: Schematische Übersicht der Arbeit (Teil C). 99
Abb. 27: Übersicht LOFSA-LCB. 100
Abb. 28: Basisnachhaltigkeitskonzept der Anwendungsstudie LCB. 102
Abb. 29: Anzahl der Kodierungen nach Nachhaltigkeitsthemen und "drei Säulen". 107
Abb. 30: Die LCB Prozesskette (schematisch, nach KIT-IIP in Michels 2014, S. 336, geändert). 108
Abb. 31: Skizze des Warenkorbs. 111
Abb. 32: Vergleich von Ziel- und Referenz-Produktsystem. 112
Abb. 33: Schlagwortkombination. 113
Abb. 34: Nachhaltigkeitsausprägungen - Häufigkeitsverteilung der Analyseeinheiten (AE). 116
Abb. 35: Nachhaltigkeitsthemen - Häufigkeitsverteilung der Analyseeinheiten. 117
Abb. 36: Ablauf der Bewertungs- und Verifizierungsanalyse, stufenweise Reduktion. 119
Abb. 37: Indikatorentwicklung. 119
Abb. 38: Hauptprozessschritte der Bioraffinerie. 123
Abb. 39: Skizze des Warenkorbs. 124
Abb. 40: Anteil der Verfahrensschritte an HTP, ODP, POCP und ADP; mit H2SO4. 126
Abb. 41: Sensitivitätsanalyse für den Basisfall (mit H_2SO_4, Quelle: KIT-IIP in Michels 2014, S. 360). 128
Abb. 42: Bilanz der Ergebnisse (positiv/neutral/negativ). 139

Abb. 43: Rechenweg der Gewichtung. ... 142
Abb. 44: Skizze des Gewichtungsverfahrens von RNE (Beispielrechnung). ... 143
Abb. 45: Ergebnisse der MKA (NE: Nachhaltigkeitseffekt). ... 144
Abb. 46: Fragebogen Gewichtung Unterthema. ... 251
Abb. 47: Gewichtungsergebnisse & Berechnung der Gewichtungsfaktoren NA. ... 252
Abb. 48: Fragebogen, Ergebnisse und Gewichtungsfaktoren NT ... 253
Abb. 49: Gewichtungsmatrix LCB. ... 254

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Meilensteine der nachhaltigen Entwicklung ... 12
Tab. 2: Variation Detaillierungsgrad. ... 20
Tab. 3: Variation des Geltungsbereichs. ... 21
Tab. 4: Gütekriterien Bewertungsverfahren ... 29
Tab. 5: Überschneidungen Metastudien Nachhaltigkeitsbewertung. ... 31
Tab. 6: Sogenannte Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung. ... 32
Tab. 7: Nachhaltigkeitsregeln nach Kopfmüller et al. 2000. ... 52
Tab. 8: Bestandteile der Objektanalyse. ... 63
Tab. 9: Schlagwörter für die Literaturrecherche (Auszug). ... 66
Tab. 10: Qualitätsregeln für Vorlagen. ... 67
Tab. 11: Spezifika der Inhaltsanalysen: sozialempirisch vs. LOFASA ... 69
Tab. 12: Dokumentation der Vorlagen. ... 71
Tab. 13: Beispiel Explikation und Paraphrasierung von Analyseeinheiten. ... 71
Tab. 14: Interventionslogische Aussagen (H1-8 = Heuristik 1-8). ... 81
Tab. 15: Beispiel Indikatordokumentation. ... 91
Tab. 16: Problemfelder der Projektplanung vs. Nachhaltigkeitsbewertung ... 96
Tab. 17: Ziel & Systemgrenzen LCB. ... 109
Tab. 18: Untersuchungsvariablen LCB. ... 112
Tab. 19: Konstruktion Schlagwörter LCB. ... 113
Tab. 20: Kontextvorlagen LCB. ... 115
Tab. 21: Schrittweise Inhaltsanalyse LCB. ... 115
Tab. 22: Verknüpfung der Indikatoren zu NT und NA ... 120
Tab. 23: Indikatoren der Nachhaltigkeitsbewertung LCB. ... 121
Tab. 24: Referenzprozesse für Produkte der Bioraffinerie. ... 124
Tab. 25: Ergebnisse Indikatoren 1-12 (Ökobilanz). ... 125
Tab. 26: nicht ausgewertete Indikatoren. ... 129
Tab. 27: Ergebnis der qualitativen Indikatoren. ... 138
Tab. 28: Normierung der Indikatoren und relative Nachhaltigkeitseffekte der Bioraffinerie. ... 141
Tab. 29: Wichtige Gemeinsamkeiten und Unterschiede von IND, HGF und LOFASA. ... 148
Tab. 30: Nummerierung der Nachhaltigkeitsthemen und -ausprägungen. ... 221
Tab. 31: Schlagwortkombinationen der Kontextanalyse. ... 229
Tab. 32: Kategorisierung der Analyseeinheiten LCB ... 231
Tab. 33: Begründung der heuristischen Ausschlüsse LCB ... 234
Tab. 34: Bündelung der Analyseeinheiten zu Indikatorvorstufen LCB ... 239
Tab. 35: Ergebnis der Verifizierungsanalyse LCB ... 243

Tab. 36: Zusammenfassung der Annahmen für die Prozessfahrweise zur Simulation, Flotte je 1:4. . 246
Tab. 37: Zusammenfassung ökobilanziell ermittelten Indikatorwerte 247

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen werden grundsätzlich im Fließtext erläutert. Einige häufig verwendete Abkürzungen werden im Abkürzungsverzeichnis zusammengefasst.

AE	- Analyseeinheit/Analyseeinheiten
BNK	- Basisnachhaltigkeitskonzept
CSR	- corporate social responsibility
DE	- Deutschland
DNK	- Deutscher Nachhaltigkeitskodex
EU	- Europäische Union
FAO	- Food and Agriculture Organization
FNR	- Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.
FSC	- Forest Stewardship Council
GRI	- Global Reporting Initiative
H2SO4	- Schwefelsäure
LCA	- Life Cycle Analysis
LCB	- Lignocellulose-Bioraffinerie
LOFASA	- Logical Framework Approach to Sustainability Assessment
MKA	- Multikriterienanalyse
NA	- Nachhaltigkeitsausprägung
NT	- Nachhaltigkeitsthema
PEFC	- Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes
RNE	- relative Nachhaltigkeitseffekte
SFM	- sustainable forest management
UNCED	- United Nations Conference on Environment and Development
UV	- Untersuchungsvariable
VDI	- Verein Deutscher Ingenieure

1. Einleitung

Nachhaltigkeit – ein Wort, dem Großes zuteilwurde. Von einer Bewirtschaftungsempfehlung für den sächsischen Wald (Carlowitz 2009) wurde es zur Handlungsmaxime des 21. Jahrhunderts.

Nachhaltigkeit – ein Wort, von dem Großes erwartet wird. Es steht für *die* Strategie, um den Fortbestand der Weltbevölkerung zu sichern, indem ein zukunftsorientierter, verantwortungsvoller und außerdem fairer Umgang mit ökonomischen, ökologischen und sozialen Ressourcen erreicht wird.

Es scheint höchste Zeit dafür. Nie übte der Mensch so starken Einfluss auf die Erde aus wie heute. Es wird aktuell über die Benennung des „Anthropozän" als neues Erdzeitalter diskutiert, in dem der Mensch die mit Abstand stärkste Naturgewalt ist (z.B. Paul Crutzen in Mauch 2014). Etwa zwei Drittel der Landfläche auf der Erde sind bebaut oder in landwirtschaftlicher Nutzung, 90 % der Pflanzen sind Ergebnisse von Züchtungen des Menschen, das häufigste Ökosystem werden vielleicht bald Städte sein und Plastik ist ein ganz neuer Sedimenttyp (Paul Crutzen in Mauch 2014).

Aufgrund der beschriebenen Veränderungen und zukünftiger Herausforderungen ist Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung auf vielen Ebenen und in vielen Bereichen von so großer Bedeutung. Spätestens seit dem Weltgipfel 1992 ist Nachhaltigkeit ein Thema, mit dem sich Experten offiziell auseinandersetzen. Seither wurden weltweit Strategien entwickelt, Indikatoren, Kriterien und Siegel für Produkte, Managementsysteme und vieles mehr erarbeitet. Nachhaltigkeit ist nicht nur für einen Lebensbereich wie „bio" oder „fair trade" relevant, sondern bezieht sich auf alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens. Laut einer Studie von PwC[1] geben z.B. 87 % der deutschen DAX-Unternehmen Nachhaltigkeitsberichte heraus (Gastinger, Gaggl & Gruber 2011). Viele von ihnen verfügen über eine eigene Nachhaltigkeitsstrategie (z.B. Bayer).

In einem Blog zur Bundestagwahl 2013 wurde das „N-Wort", wie es dort bezeichnet ist, zum politischen Unwort des Jahres mit Fragezeichen gekürt (Mayer 2014). Nach Zählungen der Autorin wird das Wort 121-mal im Wahlprogramm der Grünen benutzt (auf insgesamt 337 Seiten[2]). Bei CDU/CSU und SPD kam sie jeweils auf 58 Nennungen (bei 81[3] bzw. 120[4] Seiten insgesamt). Dies ist ein weiteres Beispiel, welches zeigt, wie die gesellschaftliche Relevanz von Nachhaltigkeit aus politischer Sicht eingeschätzt wird.

Die Frage ist, was bedeutet das Konzept der *Nachhaltigkeit*? Was unterscheidet einen nachhaltigen Apfelsaft von einem nicht nachhaltigen Apfelsaft? Was eine nachhaltige Schule von einem nachhaltigen Unternehmen? Gibt es eine Möglichkeit Nachhaltigkeit auf so unterschiedlichen Ebenen dennoch vergleichbar zu messen?

Auch wenn der Begriff Nachhaltigkeit oft und in vielen Lebensbereichen genutzt wird, wird der Begriff selten definiert. Bedeutet Nachhaltigkeit für die verschiedenen Parteien, welche Nachhaltigkeit in ihren Wahlprogrammen stehen haben, dasselbe? Bedeutet Nachhaltigkeit für eine christlich-demokratische Partei aus Deutschland dasselbe wie für eine aus Frankreich?

---

[1] PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft
[2] http://www.gruene.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/Gruenes-Bundestagswahlprogramm-2013.pdf
[3] http://www.cdu.de/sites/default/files/media/dokumente/regierungsprogramm-2013-2017-langfassung-20130911.pdf
[4] http://www.spd.de/linkableblob/96686/data/20130415_regierungsprogramm_2013_2017.pdf

Der Einsatz des „N-Wortes“ wirkt oft wahllos und meist fehlt es an einer klaren Definition, welche erlauben würde, Nachhaltigkeit messbar und damit vergleichbar zu machen. Ebenso würde eine klare Definition erlauben Leitlinien zur Erreichung von Nachhaltig erstellen zu können. Die Diskrepanz zwischen dem starken ideellen Einfluss des Wortes Nachhaltigkeit und dem Vorhandensein konkreter Definitionen und Leitlinien zur Umsetzung der Nachhaltigkeit ist eklatant.

Die Herausforderung liegt nicht nur in der Bedeutung des Konzeptes der Nachhaltigkeit, sondern auch in der Unbestimmtheit von Nachhaltigkeitsbewertung als Methode. Bei der Forschung in Laboren werden zum Beispiel in Versuchsprotokollen alle Arbeitsschritte, alle verwendeten Materialien und jedes verwendete Instrument dokumentiert. Die Vorgehensweise sowie die Forschungsergebnisse sind dadurch transparent und nachvollziehbar. Was in den Laboren selbstverständlich ist, existiert für die Bewertung von Nachhaltigkeit nicht. Es gibt keine standardisierte Vorgehensweise oder auch nur Mindestanforderungen. Die Vergleichbarkeit und vor allem die Transparenz von Nachhaltigkeitsbewertungen sind aufgrund dessen meist nicht gegeben.

Ziel dieser Arbeit ist es, ein definiertes Rahmenkonzept zu erstellen, welches zur Bewertung von Nachhaltigkeit eingesetzt werden kann. Dieses Rahmenkonzept bietet dabei keine einheitliche Definition von Nachhaltigkeit. Es bietet aber die Möglichkeit flexibel für unterschiedlichste Bewertungsobjekte wie Unternehmen oder Produkte individuelle Nachhaltigkeitskonzepte zu erkennen und sie messbar und dabei vergleichbar zu machen, indem Handlungsanweisungen für eine regelgeleitete und deshalb transparente Operationalisierung kontextspezifischer Nachhaltigkeit gegeben werden.

1.1. Ausgangssituation

Am Anfang der vorliegenden Forschungsarbeit stand die Nachhaltigkeitsbewertung der innovativen Prozesskette einer Lignocellulose-Bioraffinerie. In dem Bioraffineriekonzept wurde das Ziel verfolgt, Laubholz in seine Grundbausteine zu zerlegen, um alternative Rohstoffe für die chemische Industrie bereitzustellen. Es handelte sich um ein groß angelegtes Verbundprojekt des BMEL, das sich bereits in der zweiten Projektlaufzeit befand. Projektpartner aus verschiedenen Forschungseinrichtungen sowie aus Unternehmen nahmen daran teil.

Die Prozesskette der Lignocellulose-Bioraffinerie sollte von der Rohstoffbereitstellung bis zu den Endprodukten der Bioraffinerie bewertet werden. Die Auseinandersetzung mit dem Nachhaltigkeitsbegriff zeigte aber, dass konventionelle Bewertungsmethoden der wirtschaftlichen Machbarkeit und ökologischen Vorteilhaftigkeit nicht ausreichen würden, um die Nachhaltigkeit des Pilotprojekts umfassend zu bewerten.

1.2. Forschungsbedarf und Ziele der Promotion

Bei der Recherche nach Möglichkeiten Nachhaltigkeit zu operationalisieren, eröffnete sich ein komplexes und vielschichtiges System aus normativen Rahmenbedingungen sowie kontextspezifischen Aspekten. Ein geeignetes Bewertungsinstrument für die konkrete Aufgabenstellung stand letztlich nicht zur Verfügung.

Daher wurde der Forschungsbedarf der Entwicklung eines Bewertungsansatzes, mit dem Nachhaltigkeit kontextbezogen und transparent operationalisiert werden kann, identifiziert. Aus diesem Bedarf ergeben sich folgende Forschungsfragen:

Nachhaltigkeit ist ein komplexes System, das durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt wird. Diese Faktoren verändern sich mit der gesellschaftlichen Entwicklung, den sich daraus entwickelten Zielen und Herausforderungen heutiger und zukünftiger Generationen. Sie verändern sich mit dem Betrachtungszeitraum und sie passen sich den technischen Gegebenheiten an.

➔ Wie werden Faktoren, die Nachhaltigkeit beeinflussen, systematisch auf normativer wie auf operationaler Ebenen erfasst, sodass eine nachvollziehbare und eine gemeinsame Grundlage für Nachhaltigkeitsbewertungen geschaffen werden kann?

Nachhaltigkeit oder Nachhaltigkeitsbewertung ist ein methodisches Vakuum. Nach dem Motto „alles kann, nicht muss“, sind Nachhaltigkeitsbewertungen methodisch mit keinen Mindestanforderungen oder Qualitätsregeln verknüpft. Neben methodischen Problemen bei der Auswertung, die bei Bewertungsvorhaben im Allgemeinen auftreten, fehlen für die Bewertung von Nachhaltigkeit insbesondere Wertmaßstäbe sowie einheitliche Erhebungs- oder Bestimmungsmethoden der Bewertungsinhalte oder bewertungsrelevanter Nachhaltigkeitsaspekte. Da die Datenerhebung und -auswertung vom Inhalt abhängig ist, ist die Bestimmung dieser Inhalte von entscheidender Bedeutung in Bewertungsverfahren und für die Interpretation der Ergebnisse (vgl. Stelzer 1997).

➔ Wie kann eine methodische und inhaltliche Konsolidierung von Nachhaltigkeitsbewertungen erreicht werden, um abgrenzbar gegenüber anderen Bewertungsdisziplinen wie zum Beispiel Umweltbewertung, Ökobilanzierung oder anderen, eindimensionalen Bewertungsansätzen zu sein und sich als eigene Disziplin weiterzuentwickeln.

Um zur Beantwortung der Forschungsfragen beizutragen und abgeleitet von dem beschriebenen Forschungsbedarf ergeben sich die Ziele der Promotion:

1. **Entwicklung eines Ansatzes zur kontextbezogenen Operationalisierung und Bewertung von Nachhaltigkeit.**
    a. Theoriebezogene Aufarbeitung des Nachhaltigkeitsbegriffs, um den Bewertungsansatz grundlegend zu strukturieren.
    b. Identifizierung und Einsatz von definierenden Eigenschaften und Anforderungen an Nachhaltigkeitsbewertung, um eine Konsolidierung von Nachhaltigkeitsbewertungen und deren Vergleichbarkeit erzielen.
    c. Transparente und regelgeleitete Ermittlung von kontextspezifischen Inhalten der Nachhaltigkeitsbewertung, zur Erzeugung reproduzierbarer Ergebnisse.
    d. Operationalisierung von Nachhaltigkeit als Konzept, welches von gesellschaftlichen und fachspezifischen Wertmaßstäben bestimmt wird.
    e. Die Flexibilität des Bewertungsansatzes für viele Bewertungsobjekte wird gewährleistet. Mit einer empirischen Methodik werden die Inhalte situativ und sinnkonstruierend erarbeitet.
2. **Überprüfung des Bewertungsansatzes: Bewertung potenzieller Nachhaltigkeitseffekte einer innovativen Lignocellulose-Bioraffinerie Prozesskette.**

1.3. Überblick und Struktur der Arbeit

Die Arbeit ist in fünf Teile gegliedert (Abb. 1). In Teil A werden Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung entwicklungsgeschichtlich, anwendungsbezogen und methodisch erörtert. Des Weiteren werden die Begriffe Nachhaltigkeitskonzept, Nachhaltigkeitsaspekt und Bewertungsobjekt definiert und die normativen wie theoretischen Grundlagen für den LOFASA-Bewertungsansatz hergeleitet.

In Teil B folgt die Beschreibung des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Bewertungsansatzes.

In Teil C wird die Anwendbarkeit des Bewertungsansatzes praktisch, anhand der Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie (LCB), überprüft und die Ergebnisse der exemplarischen Nachhaltigkeitsbewertung werden diskutiert.

Die kritische Auseinandersetzung mit dem Bewertungsansatz erfolgt in der Diskussion (Teil D). Das Literaturverzeichnis sowie die Anhänge sind abschließend in Teil E zusammengefasst.

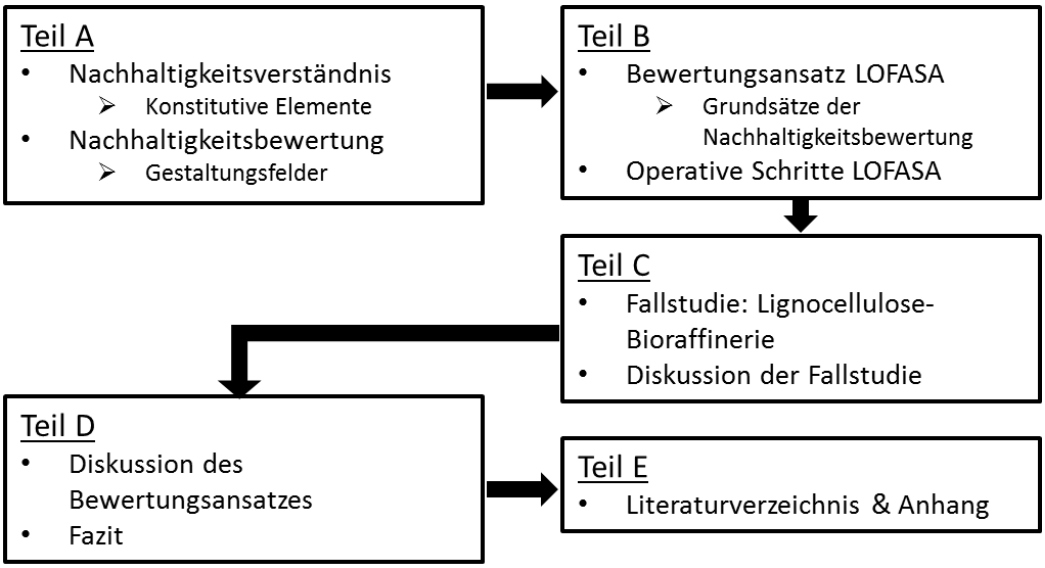


Abb. 1: Schematische Übersicht der Arbeit.

Teil A Nachhaltigkeitsverständnis und Nachhaltigkeitsbewertung (Kapitel 2 & 3):

- <u>Nachhaltigkeitsverständnis (Kapitel 2):</u>
  In Kapitel 2 werden die Ursprünge des Nachhaltigkeitsbegriffs beschrieben und bis zu dem heutigen Gesellschaftsziel der nachhaltigen Entwicklung verfolgt. Durch weitere Erläuterungen zu konstitutiven Elementen der Nachhaltigkeit wird das in der Arbeit zugrunde gelegte Nachhaltigkeitsverständnis deutlich, welches später elementar für das Grundgerüst des Bewertungsansatzes ist. Des Weiteren dient die Darstellung unterschiedlicher Erscheinungsformen von Nachhaltigkeit der Einordung des vorgestellten Bewertungsansatzes im gesellschaftlichen Diskurs.

- Historie der Nachhaltigkeit, politisches Leitbild nachhaltige Entwicklung (2.1, 2.2)
- begriffliche Differenzierung von Nachhaltigkeit und Konzept (2.2.1)
- konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit (2.3)
- Erscheinungsformen, Umsetzungs- und Implementierungsformen (2.4)
- der Ansatz im gesellschaftlichen Diskurs (2.5)

- Nachhaltigkeitsbewertung (Kapitel 3)

  In Kapitel 3 wird Nachhaltigkeitsbewertung als wissenschaftliche Methode erörtert. Es wird aufgezeigt, dass aufgrund fehlender Standards unterschiedliche Formen *der* und Auffassungen *über* Nachhaltigkeitsbewertungen existieren. Ergänzend wird eine systemtheoretische Sichtweise eingenommen, um Eigenschaften von Nachhaltigkeitsbewertungen zu erklären und Rahmenbedingungen für den Bewertungsansatz abzuleiten. Es werden allgemeine Gestaltungsfelder der Nachhaltigkeitsbewertung identifiziert, die als Grundlage für die Erarbeitung des vorgestellten Bewertungsansatzes dienen.

  - Bewertungen und Typen der Nachhaltigkeitsbewertung (3.1, 3.2)
  - Gestaltungsfelder der Nachhaltigkeitsbewertung (3.3)
  - Nachhaltigkeit aus systemtheoretischer Sicht (3.4)
  - Anforderungen & Einordnung im wissenschaftlichen Diskurs (3.5)

Teil B LOFASA Bewertungsansatz, operative Schritte der Nachhaltigkeitsbewertung mit LOFASA (Kapitel 4 & 5):

- LOFASA Bewertungsansatz (Kapitel 4)

  Im Mittelpunkt der Arbeit steht der Logical Framework Approach to Sustainability Assessment (LOFASA). Ein Ansatz, mit dem die in Teil A benannten Gestaltungsfelder der Nachhaltigkeitsbewertung adressiert werden und der, basierend auf den getroffenen grundlegenden Annahmen, Nachhaltigkeit systematisch und transparent operationalisiert.

  - Grundlagen und Anforderungen (4.1)
  - Übersicht und Zusammenfassung (4.2)

- LOFASA operative Schritte (Kapitel 5)

  Der Bewertungsansatz wird in sechs operativen Schritten vorgestellt. Es werden sozialwissenschaftliche Methoden genutzt, um das gesellschaftliche und fachliche Nachhaltigkeitskonzept für ein Bewertungsobjekt zu erfassen. Der subjektive Einfluss des Bewerters wird dabei durch eine regelgeleitete Vorgehensweise minimiert. Darüber hinaus werden Experten und weitere Anspruchsgruppen eingebunden, um einerseits dem interdisziplinären Anspruch fachlich gerecht werden zu können und andererseits gesellschaftliche Werthaltungen zu integrieren.

  - LOFASA operative Schritte eins bis sechs (5.1 - 5.6)
  - Ergänzend wird in Kapitel 5.7 eine Abgrenzung der Konzepte *Logical Framework Approach* und dem hier entwickelten *Logical Framework Approach to Sustainability Assessment* vorgenommen.

Abbildung 2 zeigt die Verknüpfungen zwischen Teil A (Kapitel 2 & 3), den darauf aufbauenden Grundsätzen (vgl. 4.1) sowie den operativen Schritten des LOFASA (vgl. Kapitel 5). Die Abbildung zeigt:

- Wie ist der Nachhaltigkeitsbegriff im Nachhaltigkeitskonzept des LOFASA umgesetzt bzw. welches Nachhaltigkeitsverständnis steckt hinter dem LOFASA und wie wird es in der Bewertung als Nachhaltigkeitskonzept integriert?
- Welche Anforderungen ergeben sich aus der systemtheoretischen Betrachtung von Nachhaltigkeitsbewertungen für den Bewertungsansatz?
- Inwiefern ist die Feststellung der Bewertungsrelevanz von der eigentlichen Wertung getrennt?

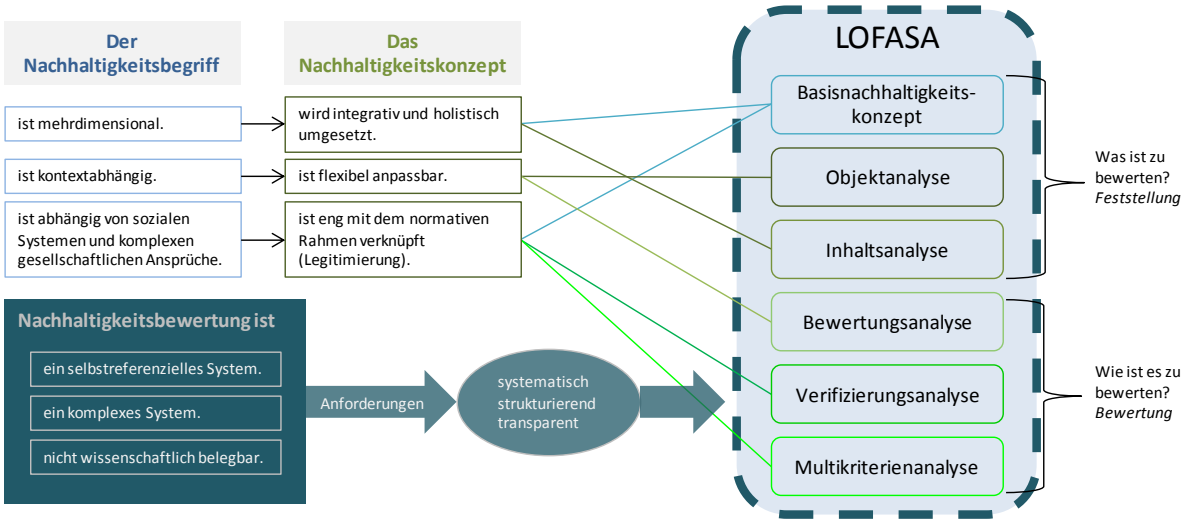


Abb. 2: Nachhaltigkeitsbegriff, -konzept, Grundsätze und LOFASA

Teil C Umsetzung von LOFASA – Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie (Kapitel 6):

- <u>Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie (Kapitel 6)</u>
  Der in Teil B vorgestellte LOFASA Bewertungsansatz wird in diesem Kapitel für die Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie (LCB) verwendet, um die Prozesskette der Bioraffinerie sowie alternative biogene und fossile Herstellungswege ex ante zu bewerten. In sechs operativen Schritten werden Indikatoren hergeleitet und nach deren Auswertung in einer Multikriterienanalyse gewichtet, um potenzielle Nachhaltigkeitseffekte der Prozesskette auf übergeordnete gesellschaftliche Nachhaltigkeitsthemen zu identifizieren und zu evaluieren. Anschließend werden die Ergebnisse der Anwendungsstudie diskutiert.

    - Anwendungsstudie LCB Schritt eins bis fünf (6.1 bis 6.4)
    - Ermittlung der Indikatorwerte (6.5)
    - Multikriterienanalyse, Schritt sechs (6.6)
    - Diskussion der Anwendungsstudie (6.7)

Teil D Diskussion des Bewertungsansatzes (Kapitel 7):

In Kapitel 7 erfolgt die Diskussion des LOFASA Bewertungsansatzes, der theoretischen Grundlagen, deren Umsetzung sowie die Anwendbarkeit des Bewertungsansatzes. Abschließend wird auf weiteren Forschungsbedarf im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsbewertung sowie für LOFASA eingegangen und ein Gesamtfazit gezogen.

    - Diskussion des LOFASA Bewertungsansatzes (7)

- Vergleich mit den Ansätzen HGF und IND (7.1)
- Forschungsbedarf und Fazit (7.3 & 7.4)

In Teil E (Kapitel 8 & 9) sind das Literaturverzeichnis sowie die Anhänge zu finden.

Wie an späterer Stelle dargelegt wird, ist die Terminologie auf dem Gebiet der Nachhaltigkeitsbewertung bislang nicht verfestigt. Zur Förderung der allgemeinen Verständlichkeit und Übersichtlichkeit werden einige Begriffe in Terminologieboxen vorgestellt. Diese Boxen werden fortlaufend nummeriert und bevorzugt dort platziert, wo der entsprechende Begriff erstmalig verwendet wird. Sie enthalten Definitionen, Erläuterungen oder Beispiele zu den betreffenden Ausdrücken.

Teil A Nachhaltigkeitsverständnis und Nachhaltigkeitsbewertung

2. Nachhaltigkeitsverständnis

In diesem Kapitel wird die geschichtliche Entwicklung des Nachhaltigkeitsbegriffs in groben Zügen skizziert. Es wird ein Weg gezeichnet, der von einer forstlichen Bewirtschaftungsregel des 18. Jahrhunderts, zu *dem* gesellschaftlichen Leitbild des 21. Jahrhunderts führte. Es wird außerdem ein Blick auf die aktuelle Wahrnehmung von Nachhaltigkeit geworfen und daran anknüpfend eine differenziertere Terminologie für diese Arbeit eingeführt. Des Weiteren werden konstitutive Elemente sowie theoriegeleitete Überlegungen zur Nachhaltigkeit erörtert und es werden unterschiedliche Formen der gesellschaftlichen Implementierung von Nachhaltigkeit vorgestellt. Am Ende des Kapitels wird auf Grundlage der vorangegangenen Ausführungen die Arbeit innerhalb des gesellschaftlichen Diskurses dargestellt.

2.1. Der „Auftakt“ der Nachhaltigkeit

Die Wurzeln des Nachhaltigkeitsgedankens liegen in der Forstwirtschaft. Zu Beginn des 18. Jahrhunderts gingen in ganz Deutschland die Holzvorräte zur Neige. Die Übernutzung der Ressource im Bergbau, zur Salzgewinnung und zur Verhüttung wurde zur Bedrohung der Wälder und des Wohlstands. Der sächsische Oberberghauptmann Hannß Carl von Carlowitz erkannte die Notwendigkeit, einen anderen Umgang mit der Ressource Holz zu finden und schrieb zu dieser Zeit: *„Wird derhalben die größte Kunst/Wissenschaft/Fleiß und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen / wie eine sothane Conservation und Anbau des Holtzes anzustellen / daß es eine continuierliche beständige und nachhaltende Nutzung gebe / weiln es eine unentberliche Sache ist / ohne welche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag.“* (Carlowitz 2009, S. 150).

Das auf 1713 datierte Dokument „Sylvicultura Oeconomica“ gilt historisch als „eine Art Gründungsdokument der Forstwissenschaft“ (vgl. z.B. Mauch 2014, S. 24). Der dort erstmals dokumentierte Anspruch des nachhaltigen Handelns war auf die Nutzung (*nachhaltende Nutzung*) der Holzressourcen bezogen und bedeutete sinngemäß, dass in einer Nutzungsperiode nur so viel eingeschlagen werden dürfe, wie in gleichem Zeitraum nachwächst. Mit dieser Forderung entsprach von Carlowitz in Ansätzen bereits damals dem ressourcen-ökonomischen Prinzip (siehe auch Kapitel 2.3.1), welches als Grundlage moderner Nachhaltigkeitsüberlegungen angesehen wird (vgl. z.B. Hauff & Kleine 2009). Auf Grundlage des Werkes von v. Carlowitz erließ Herzogin Anna Amalia von Sachsen-Weimar 1760 zum ersten Mal eine umfassende Forstreform, die unter anderem eine flächendeckende Waldvermessung einführte. Weitere forstliche Väter der Nachhaltigkeit Ende des 18., Beginn des 19. Jahrhunderts waren Georg Ludwig Hartig, der das Nachhaltigkeitsprinzip in seinen Schriften aufgriff und erstmals ausformulierte (Erlbeck, Haseder, & Stinglwagner 1998) und sein Zeitgenosse Heinrich Cotta, der als einer der bedeutendsten Begründer der Forstwissenschaften gilt und der sich, ebenso wie Hartig, besonders mit der Taxation der Wälder verdient machte (Erlbeck et al. 1998; Hauff & Kleine 2009; Mauch 2014).

Tatsächlich lässt sich der Nachhaltigkeitsgedanke bereits vor v. Carlowitz in der forstlichen Geschichte entdecken, nur ohne dass die Bezeichnung der Nachhaltigkeit dafür existierte. Im Venedig des 15. und 16. Jahrhunderts war der Holzbedarf für den Bau von Schiffen und Schiffszubehör gewaltig (Mauch 2014). Als die Versorgung aus eigenen und umliegenden Wäldern zu versiegen drohte,

kamen die Venezianer zu der Erkenntnis, dass Wälder nicht nur eine räumliche, sondern auch eine zeitliche Komponente haben (Mauch 2014). Anstatt die Holzmenge auf der Fläche als eine Art Lager zu sehen, das vielleicht 30 Jahre ausreichen würde, sahen sie die planmäßige und vorausschauende Bewirtschaftung der Wälder als Möglichkeit, ihren Bedarf über viele Generationen hinweg decken zu können (Mauch 2014).

Und dennoch, das Wort nachhaltend wurde in der Sylvicultura Oeconomica von v. Carlowitz zum ersten Mal verschriftlicht (vgl. z.B. Mauch 2014) und der damit begründete Gedanke des nachhaltigen Wirtschaftens war zweifelsohne ideengeschichtlich ein entscheidender Beitrag (Mauch 2014).

Die Idee der forstlichen Nachhaltigkeit hat sich im Laufe der Jahrzehnte stetig entwickelt. Für v. Carlowitz stand einzig die regionale Ressource Holz im Zentrum seiner Überlegung. Die Endlichkeit anderer Ressourcen wie Erz beispielsweise ließ er dabei unbeachtet. Mit der Zeit rückten weitere Aspekte in den Fokus der Nachhaltigkeitsüberlegungen. Nach den Holzerträgen[5] und der Holzerzeugung[6] wurden finanzielle Aspekte (Gelderträge[7]) sowie die Multifunktionalität der Wälder in der Diskussion um Nachhaltigkeit wichtig (Oesten & Roeder 2002). Der Begriff der Nachhaltigkeit umfasst „[…] *das Streben nach der optimalen gleichmäßigen und stetigen Lieferung sämtlicher materiellen und immateriellen Leistungen des Waldes*“ fast Gerhard Speidel (1967, S. 169) zusammen. G. Speidel prägte in der forstlichen Lehre auch die Begriffe der statischen, sich auf die Beständigkeit eines Zustandes beziehende Nachhaltigkeit, und der dynamischen, sich auf Beständigkeit einer Bewegungsgröße (Leistungen, Wirkungen, Handlungen, Ziele) beziehende Nachhaltigkeit (Speidel 1967). Beide sind für die Stabilität eines Forstbetriebes wichtig. Für die Forstwirtschaft wurde das Prinzip der Nachhaltigkeit zur Grundvoraussetzung für eine risikoarme Produktion und wirtschaftliche Beständigkeit.

Heute ist nachhaltige Entwicklung ein zentrales gesellschaftliches Leitbild (vgl. z.B. Otto 2007). Das ist nicht zuletzt an der Ausbreitung des Begriffes auf politischer Ebene abzulesen. Beispielsweise werden die Millenniumziele im nächsten Jahr (2015) von den Sustainable Development Goals abgelöst, mit dem Ziel, eine weltweit nachhaltige Entwicklung zu fördern. Die forstliche Nachhaltigkeitsidee wurde in immer mehr Bereichen des alltäglichen Lebens übertragen. Dabei hat sich die Bedeutung von Nachhaltigkeit in den verschiedenen Bereichen unterschiedlich weiterentwickelt und auch unterschiedlich weit von dem Nachhaltigkeitsverständnis des 18. Jahrhunderts sowie der forstlichen Nachhaltigkeit entfernt. Nachhaltigkeit wird heute allgemein gesprochen als Konzept verstanden (siehe 2.2.1), das als komplexes System, überregional und global versucht gesellschaftliche Ansprüche nicht nur wirtschaftlich, sondern auch aus ökologischer und sozialer Sicht zu erfüllen (Mauch 2014; Windoffer 2011).

[5] Nachhaltigkeit Holzerträge = gleichmäßig hohe oder steigende Massenerträge durch standortsgerechte Holzartenauswahl, zuwachsfördernde Bestandesbehandlung, räumliche Ordnung, alters- und stärkeklassenweise Gliederung des Vorrats (Speidel 1967).

[6] Nachhaltigkeit Holzerzeugung = dauernde Bestockung mit der leistungsfähigsten Holzart, Endnutzung zum Zeitpunkt der Kulmination des Bodenreinertrags. Auf gleichmäßige Holzerträge wird verzichtet (Speidel 1967).

[7] Nachhaltigkeit Gelderträge = gleichmäßig hohe Gewinne bzw. Geldeingänge durch Anlage eines Reservefonds (Speidel 1967).

2.2. Nachhaltige Entwicklung – internationales politisches Leitbild

In diesem Kapitel werden Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung in ihrer Rolle als politisches Leitbild betrachtet. Es ist zu klären, was ein Leitbild ausmacht und warum und wie nachhaltige Entwicklung als solches etabliert wurde.

Zunächst kurz zur Klärung der Begriffe Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung:

> Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung werden häufig synonym verwendet (vgl. z.B. Otto 2007). Eine scharfe Trennung der Begrifflichkeiten ist schwierig. Die Möglichkeit einer eindeutigen Definition wird in Fachkreisen kritisch gesehen. Der deutsche Diskurs zu nachhaltiger Entwicklung als politische Kategorie wird beispielsweise in Tremmel (2003) dargestellt.
>
> Fortan werden die Begriffe, in Anlehnung an die Ausführungen von Otto (2007) zur Bedeutung und Verwendung der Begriffe nachhaltige Entwicklung und Nachhaltigkeit, wie folgt unterschieden: nachhaltige Entwicklung ist ein Prozess um Nachhaltigkeit zu erreichen. Nachhaltigkeit ist ein theoretischer Zustand, der real nicht erreicht werden kann. Analog werden die englischen Übersetzungen „sustainable development“ und „sustainability“, verstanden.

Unter einem politischen oder gesellschaftlichen Leitbild wird eine *„orientierungs-, handlungs- oder entscheidungsleitende Vorstellung von der Organisation der Gesellschaft*“ verstanden (Tremmel 2003, S. 26). Leitbilder können anerzogene, durch Erfahrung erworbene oder aus sozial-politischen Interessen heraus vorgegebene Grundsätze sein.

Was nachhaltige Entwicklung als gesellschaftliches Leitbild ausweist, sind zum einen die Legitimation durch die Staatengemeinschaft, zum anderen die Intensität in der sie von unterschiedlichen Akteuren verwendet wird und außerdem die Tatsache, dass die Nachhaltigkeitsdiskussion andere dominante gesellschaftliche Diskurse[8] verdrängt bzw. integriert hat (vgl. Tremmel 2003).

Ein Meilenstein der modernen Nachhaltigkeitsdiskussion und somit ein wichtiger Ausgangspunkt des Leitbildes nachhaltiger Entwicklung war der 1972 veröffentlichte Bericht des *Club of Rome* „The Limits to Growth“ (Meadows et al. 1972). Auch wenn dieser Bericht nicht allseits kritikfrei angenommen wurde, lösten die dort angestellten Prognosen zur Entwicklung der Weltwirtschaft eine tiefgreifende Debatte über Wirtschaftswachstum, Produktionswege und die Ausbeutung nicht erneuerbarer Ressourcen aus (stellv. Hauff & Kleine 2009; Windoffer 2011). Daran anknüpfend wurde mit dem Brundtland-Bericht 1987 (Brundtland 1987) und dem UN-Weltgipfel in Rio de Janeiro 1992 Nachhaltigkeit zur wirtschaftlichen Handlungsstrategie und zum politischen Leitbild.

Der sogenannte Brundtland-Bericht wurde von den Vereinten Nationen 1983 in Auftrag gegeben, um Strategien zu entwickeln, welche die Staatengemeinschaft befähigen sollten, mit den zu erwartenden Umweltproblemen und anderen globalen Problematiken umzugehen (Burschel, Losen, & Wiendl 2004; Windoffer 2011). Eine Kommission unter Leitung der früheren norwegischen Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland wurde mit der Aufgabe betraut und lieferte 1987 den Bericht[9] „Our common future“, auch Brundtland-Bericht genannt. Die wohl meistzitierte Definition von nachhaltiger

[8] Tremmel (2003, S.29) nennt als Beispiele für verdrängte Diskurse den Ökologiediskurs, den Nord-Süd-Diskurs und zumindest in Teilen den Feminismusdiskurs sowie den Diskurs um soziale Gerechtigkeit.

[9] Der vollständige korrekte Titel des Berichts lautet „Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future“. Frei im Internet verfügbar auf den Seiten der UN.

Entwicklung ist Teil des Berichts und lautet wie folgt: „*Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*“(Brundtland 1987, S. 41). Diese Aussage wurde zum Ziel der politischen Handlungsstrategie für eine nachhaltige Gesellschaft und zum Ausdruck des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung der gesamten Weltgemeinschaft (Hauff & Kleine 2005). Der Brundtland Bericht stieß bereits damals auf breite Anerkennung (Hauff & Kleine 2009) und birgt bis heute ein hohes Identifizierungspotenzial, was aber auch im Zusammenhang mit der relativen Unverbindlichkeit der Kernaussagen zu sehen ist.

Dem bis dahin gereiften Leitbild nachhaltiger Entwicklung entsprechend, wurden bei der UN-Konferenz in Rio 1992 Belange des Umweltschutzes, die wirtschaftliche Entwicklung sowie die Erfüllung der Bedürfnisse heutiger und zukünftiger Generationen gleichberechtigt in politischen Programmen (wie z.B. der *Agenda 21*[10]) implementiert (Burschel et al. 2004; Hauff & Kleine 2005). Auf der Rio-Konferenz 1992 wurden außerdem auch weiter nachhaltigkeitsrelevante Konventionen und Erklärungen unterzeichnet (z.B. *Biodiversitätskonvention*, *Rahmenkonvention über Klimaänderungen* und *Grundsatzerklärung zum Schutz der Wälder*; vgl. z.B. Windoffer 2011).

Der Rio-Konferenz folgten mehrere Weltgipfel, die das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung aufgriffen. Es wurde stetig aktualisiert, durch neue oder geänderte Zielvorgaben ergänzt, teilweise weiterentwickelt und die Implementierung wurde gefördert (Windoffer 2011). Parallel zu der globalen strategischen Entwicklung der Nachhaltigkeit wurden Nachhaltigkeitsstrategien auf europäischer und nationaler Ebene entwickelt. Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (siehe 2.4) wurde im April 2002 veröffentlicht. Im gleichen Jahr wurden von anderen europäischen Ländern ebenfalls nationale Nachhaltigkeitsstrategien oder Strategie-Vorstufen veröffentlicht (z.B. Dänemark[11], Frankreich[12], Großbritannien[13], Österreich[14], Schweiz[15], Schweden[16]). Die europäische Strategie wurde bereits 2001 als „Strategy for Sustainable Development“ verabschiedet (siehe ebenfalls 2.4).

In Tab. 1 wird eine Übersicht gegeben, über einige der wichtigsten Meilensteine in der Geschichte des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung auf internationaler Ebene:

[10] Als Agenda 21 wurde das 1992 von 178 Staaten unterzeichnete Aktionsprogramm bekannt, das zu der ebenfalls auf der Konferenz in Rio 1992 beschlossenen *Rio-Deklaration über Umwelt und Entwicklung* erarbeitet wurde (Windoffer 2011, S.14).
[11] http://eng.mst.dk/topics/sustainability/sustainable-development-in-denmark/ [26.08.2014]
[12] http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/NSDSp60.pdf [26.08.2014]
[13] https://www.gov.uk/government/publications/securing-the-future-delivering-uk-sustainable-development-strategy [26.08.2014]
[14] https://www.nachhaltigkeit.at/nstrat [26.08.2014]
[15] http://www.are.admin.ch/themen/nachhaltig/00262/00528/index.html?lang=de [26.08.2014]
[16] http://www.government.se/content/1/c6/02/52/75/98358436.pdf [26.08.2014]

Tab. 1: Meilensteine der nachhaltigen Entwicklung
(nach Burschel et al. 2004, S. 38 ff.; geändert und erweitert nach Nachhaltigkeit.Info 2014).

Jahr	Meilenstein	Kernthemen und -beschlüsse
1972	Club of Rome-Studie: „Grenzen des Wachstums"; Meadows et al.)	Warnung vor dem Zusammenbruch des ökologischen Systems bei unveränderter Wirtschaftsweise
1987	„Brundtland-Kommission"	Entscheidender Treiber des politischen Diskurses über das Leitbild Nachhaltiger Entwicklung.
1992	UN-Weltgipfel (UNCED), Rio de Janeiro	Rio-Deklaration, Agenda 21, Klimarahmenkonvention, Biodiversitätskonvention, Waldschutzerklärung
1993	UNCSD (Commission on Sustainable Development)	5-Jahres-Programm
1995	UN-Weltsozialgipfel, Kopenhagen	Armutsbekämpfung
1995	UN-Klimakonferenz, Berlin (COP1)	Verbindliche Ziele zur Reduktion von Treibhausgasen; „Berliner Mandat"
1997	UN-Klimakonferenz, Kyoto (COP3)	Feste Ziele zur Reduktion von 6 Treibhausgasen, neue Instrumente: Joint Implementation, Emissionshandel, Clean Development Mechanism; „Kyoto-Protokoll"
2000	UN-Millenniumgipfel, New York	Millennium Declaration mit 8 Zielen (Entwicklungs- und Umweltziele)
2002	UN-Weltgipfel, Johannesburg	Erd-Charta (Umwelt und Entwicklung)
2012	UN-Weltgipfel, Rio de Janeiro	Green Economy, „Zero Draft"
Ausblick 2015	*UN-Klimakonferenz, Paris (COP21)*	*Kyoto-Nachfolger, Ziel: verbindliche Klimaziele für alle Staaten der Klimarahmenkonvention*

Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung haben heute (2014) für die Politik auf kommunaler, nationaler sowie internationaler Ebene einen hohen Stellenwert. Was sich allerdings im Laufe der Zeit veränderte, ist die inhaltliche Bedeutung des Begriffs Nachhaltigkeit. Auf der offiziellen Homepage der Bundesregierung wird der Stellenwert der Nachhaltigkeit bekräftigt. Dort heißt es: „*Für die Bundesregierung ist Nachhaltigkeit ein politisches Leitprinzip: Je umfassender Nachhaltigkeit umgesetzt wird, desto mehr kann sie Motor für gesellschaftlichen und politischen Erfolg werden.*" (Bundesregierung 2014). Dort kann ebenfalls nachgelesen werden, dass die globalen Herausforderungen, denen mit einer Politik der nachhaltigen Entwicklung im Besonderen begegnet werden kann, die Themen nachhaltiges Wirtschaften, Klima und Energie sowie Wasserpolitik sind. National wird, mit Blick auf den Anspruch der Generationengerechtigkeit und dem Hinweis auf die Finanzkrise 2008/2009, auf ein anzustrebendes nachhaltiges fiskalisches Handeln des Staates hingewiesen.

Wieso sind gerade diese Themen heute Richtungsgeber für eine nachhaltige Entwicklung? Ein Thema, welches beispielsweise noch vor wenigen Jahren ebenfalls im Mittelpunkt stand und außerdem eines der Millenniumziele ist, ist das Thema Artenschutz (bzw. Artensterben). Das Thema lässt sich zweifelsohne nach wie vor in der Nachhaltigkeitsstrategie wiederfinden, aber anscheinend gehört es aktuell nicht zu den Topthemen nachhaltiger Entwicklung. Tremmel (2003) verfolgt die These, dass nachhaltige Entwicklung interessengeleitet definiert wird, also dass die Bedeutung des Begriffs von den Interessen des Definierenden abhängig ist, im Gegensatz zum ideenbasierten Ansatz, bei dem die ideelle, interessenunabhängige Bedeutung eines Begriffs relevant ist.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass nachhaltige Entwicklung ein politisches und gesellschaftliches Leitbild ist, welches seit fast dreißig Jahren von globaler Relevanz ist. Die Bedeutung einer nachhaltigen Entwicklung wird interessensgeleitet definiert und kann somit über die Zeit und von Akteur zu Akteur variieren.

2.2.1. Nachhaltigkeit 2.0 – der Begriff und das Konzept

Nachhaltigkeit ist heute, anders als zu Zeiten v. Carlowitz, nicht eindeutig definiert. Nachhaltigkeit und die Anforderungen an nachhaltige Entwicklung sind in ihren heutigen Bedeutungen immer im Kontext ihrer Verwendung zu interpretieren. Eine allgemeingültige Formel oder Theorie zur universellen Beschreibung von Nachhaltigkeit existiert nicht. Die Frage ist, ob eine einheitliche Beschreibung überhaupt existieren kann. Herlyn und Radermacher (2014, S. 28) beschreiben Nachhaltigkeit als einen dynamischen Gleichgewichtszustand, in dem immer neue Anforderungen an und Erkenntnisse über Nachhaltigkeit zur stetigen Erweiterung des „begrenzten Systems der Nachhaltigkeit" führen. Christof Mauch (2014, S. 55) schreibt in seiner historischen Auseinandersetzung mit dem Nachhaltigkeitsbegriff: *„Die Geschichte lehrt uns, dass nichts beständiger ist als der Wandel. Nachhaltigkeit gibt es nicht als kontinuierliche Fortschreibung eines Prinzips, sondern nur auf der Basis von Revision und Adaption*". Diese Sichtweise von Nachhaltigkeit stünde einer allgemeingültigen Definition grundsätzlich entgegen.

Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung sind bereits in vielen wissenschaftlichen Fachgebieten, Wirtschaftszweigen und Gesellschaftsgruppen diskutiert, analysiert und in unterschiedlicher Weise implementiert. Burschel et al. (2004) fanden über 60 unterschiedliche Definitionen für „nachhaltige Entwicklung". Johnston et al. (2007) berichten von etwa 140 unterschiedlich modifizierten Definitionen, die allein in den zwei Jahren nach der Veröffentlichung des Brundtland-Berichts auftauchten. Außerdem existierten zum Zeitpunkt ihrer eigenen Veröffentlichung im Jahr 2007 etwa 300 Definitionen von „sustainability" und „sustainable development" im Themengebiet Umweltmanagement und angrenzender Bereiche. Beispielsweise formulierten Munro und Holdgate (1991), im Vergleich zur eher anthropozentrischen Definition im Rahmen des Brundtland Berichts, eine stärker ökologisch orientierte Definition von nachhaltiger Entwicklung:

Sustainable Development = *„improving the quality of human life while living within the carrying capacity of supporting ecosystems*" (Munro & Holdgate 1991, S. 10). Für eine tiefergehende Auseinandersetzung mit dem Thema Nachhaltigkeitsdefinition wird beispielsweise auf Johnston et al. (2007) verwiesen.

Auch wenn eine allgemeingültige Definition von Nachhaltigkeit unrealistisch scheint, muss sie in einer Form beschrieben werden. Es kann festgestellt werden, dass trotz verschiedener Blickwinkel und Definitionen von Nachhaltigkeit sowie nachhaltiger Entwicklung ein breiter Konsens über wesentliche „Basis-Elemente" besteht. Folgende Zusammenfassung ist nicht als Definitionsversuch zu verstehen, sondern vielmehr als Beschreibung eines vermutlich mehrheitsfähigen Nachhaltigkeitsverständnisses: Durch eine nachhaltige Entwicklung sollen über den Erhalt der Umwelt und die Stabilisierung des Sozial- und Wirtschaftssystems, Lebens- und Produktionsgrundlagen dauerhaft gesichert werden, damit heutige und zukünftige Generationen die Möglichkeit haben ihre Bedürfnisse zu befriedigen (vgl. z.B. Hauff & Kleine 2009).

„Nachhaltig" und „Nachhaltigkeit" sind Begriffe, die heute im allgemeinen Sprachgebrauch Zukunftsorientiertheit und Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit Ressourcen[17] implizieren. Häufig orientieren sich Interpretationen stärker an ökologischen als an wirtschaftlichen oder sozialen Werten. Des Weiteren wird Nachhaltigkeit gerne als Ausdruck verwendet, um eine Handlung oder Sache grundsätzlich positiv zu unterstreichen und dabei i.d.R. besonders ihre Langfristigkeit in den Vorder-

[17] Bezieht sich ebenso auf menschliche, finanzielle und zeitliche Ressourcen, wie auch auf naturale, oder den Naturhaushalt betreffende Ressourcen.

grund zu stellen (z.B. nachhaltige Bildung, nachhaltig investieren). Aus der Unschärfe des Begriffes Nachhaltigkeit resultiert der häufig geäußerte Vorwurf des Greenwashing. Der Publizist Wolfram Eilenberger schrieb in der Süddeutschen Zeitung dazu, dass man in einer extremen Sichtweise von einem *„marketing tauglichen Verdeckungsbegriff mit kollektiver Wohlfühlgarantie"* reden könne (Eilenberger 2010). Auch Johnston et al. (2007) stellen fest, dass *die Nachhaltigkeit* mitunter als eine Art Medium benutzt wird, um diverse, unternehmenseigene Interessen umzusetzen und sich dabei nur vordergründig den gesellschaftlichen Zielen zu unterwerfen. Diese Sichtweise geht mit der von Tremmel (2003) untersuchten Hypothese des interessengeleiteten Ansatzes zur Definition der Bedeutung von Nachhaltigkeit einher.

Diese Erkenntnisse profan und umgangssprachlich zusammengefasst: Nachhaltigkeit liegt im Auge des Betrachters.

Um der späteren Beschreibung des Bewertungsansatzes an dieser Stelle vorzugreifen, sei bereits an dieser Stelle erwähnt, dass in dieser Erkenntnis einer der wesentlichen Vorteile bzw. Zielsetzungen des vorgestellten Ansatzes liegt. Nachhaltigkeit wird *aus dem Auge des Betrachters* operationalisiert, aber durch ein regelgeleitete Verfahren maximal transparent und nachvollziehbar gestaltet.

Für die weiteren Ausführungen und die Begründung des vorgestellten Bewertungssystems ist es wegen der geschilderten Unschärfe von Nachhaltigkeit hilfreich, eine differenzierte Terminologie einzuführen. In Anlehnung an John Rawls´ Differenzierung zwischen dem Begriff der Gerechtigkeit und der Vorstellung von Gerechtigkeit, wird Nachhaltigkeit fortan als ein *Begriff* verstanden, der mit einer Vielzahl an *Konzeptionen* (Vorstellungen) hinterlegt ist, die den Begriff unterschiedlich ausgestalten und konkretisieren (vgl. Rawls 1975 zitiert aus Schmelzle 2012). Eine ähnliche Differenzierung vollziehen auch Döring und Ott (2001). Sie beziehen sich auf eine „Idee" der Nachhaltigkeit mit verschieden „Konzeptionen" (vgl. Box 1).

Box 1: Begriff & Konzept

Nachhaltigkeit ist ein **Begriff**, der mit einer unendlichen Zahl an **Konzeptionen** hinterlegt ist.

Diese Unterscheidung ist angelehnt an John Rawls´ terminologischer Differenzierung des Gerechtigkeitsbegriffs von der Gerechtigkeitsvorstellung:

„Die Menschen sind sich über die Grundregeln ihres gemeinschaftlichen Zusammenschlusses nicht einig. Trotzdem kann man jedem von ihnen eine Gerechtigkeitsvorstellung zuschreiben. […] Man kann sich also natürlicherweise neben den verschiedenen Gerechtigkeitsvorstellungen einen Gerechtigkeitsbegriff denken, der aus der ihnen gemeinsamen Rolle besteht." (Rawls 1975, S. 21).

Ebenso wie jeder Gerechtigkeit gemäß seinen Gerechtigkeitsvorstellungen deutet, wird Nachhaltigkeit von jedem gemäß seiner Nachhaltigkeitsvorstellung oder eben gemäß des gedanklich präsenten Nachhaltigkeitskonzepts gedeutet.

Die Definition eines Konzeptes ist Grundlage jeder Nachhaltigkeitsstrategie und jeder Bewertung. Weder Zielsetzungen, noch die Wahl geeigneter Indikatoren und Auswertungsmethoden[18] sind ohne ein definiertes Konzept zu begründen. Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, ein solches Konzept

[18] Als Auswertungsmethoden werden Techniken und Methoden bezeichnet, die zur Ermittlung von Indikatorwerten herangezogen werden.

auf unterschiedlichen Legitimationsgrundlagen zu definieren: partizipativ mit relevanten Anspruchsgruppen, durch deduktive Ableitung oder durch ein Expertenpanel. Unabhängig davon, wie ein Konzept definiert wird, müssen bestimmte theoretische Grundlagen und Elemente darin geklärt sein, um ein operationalisierbares Konstrukt zu erhalten. In den folgenden Abschnitten werden theoretische Grundlagen sowie konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit vorgestellt.

2.3. Paradigma und konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit

Die Ursprünge des Nachhaltigkeitsgedankens waren ökonomisch motiviert. Im 18. Jahrhundert ging es um den Wohlstand des Landes Sachsen, der wesentlich von der Holzversorgung abhängig war (vgl. z.B. Mauch 2014). Welche Argumentationslinien seit dieser Zeit das Nachhaltigkeitsverständnis in welcher Weise beeinflusst haben, ist nicht eindeutig nachvollziehbar (Hauff & Kleine 2005). Theoretische Auseinandersetzungen mit dem Nachhaltigkeitsparadigma wurden bereits auf unterschiedlichsten Ebenen geführt (vgl. z.B. Christen 2013; Döring & Ott 2001; Grober 2013; Tremmel 2003). Wie im vorangegangenen Kapitel erläutert wurde, ist *die* Nachhaltigkeitstheorie aber nicht bekannt. Aufgrund der Komplexität und mangelnder Abgrenzungsmöglichkeiten des Themas und des Bedeutungsrahmens der Nachhaltigkeit ist eine in sich konsistente und umfassende Wissenschaftsdisziplin gerade erst im Aufbau begriffen (beispielsweise an der Leuphana Universität Lüneburg).

Beobachtungen der vielseitigen theoretischen Nachhaltigkeitsdebatte zeigen, dass sie einige wiederkehrende Elemente beinhaltet. Diese häufig in den Diskussionen enthaltenen theoretischen, konzeptionellen und normativen Elemente sind eng mit dem individuellen Nachhaltigkeitsverständnis einer Person oder einer Organisation verknüpft und deshalb von grundlegender Bedeutung für einen Ansatz zur Bewertung von Nachhaltigkeit.

2.3.1. Starke Nachhaltigkeit, schwache Nachhaltigkeit

Die Diskussion um die Paradigmen starker und schwacher Nachhaltigkeit wird insbesondere von soziologischen und wirtschaftlichen Fachrichtungen geführt. Ziel dieses Abschnittes ist es, den Leser mit den Paradigmen bekannt zu machen und später den vorgestellten Bewertungsansatz mit ihnen in Beziehung zu setzen. Für eine tiefergreifende Auseinandersetzung wird auf entsprechende Literatur verwiesen (stellv. Döring & Ott 2001; Hauff & Kleine 2009; Neumayer 2013).

Starke bzw. schwache Nachhaltigkeit sind zwei gegensätzliche Standpunkte der ökologischen Ökonomie und der neoklassischen Ressourcenökonomie. Vom Standpunkt der neoklassischen Ökonomie[19] wird die These vertreten, dass unterschiedliche Kapitale untereinander substituierbar sind. Nachhaltigkeit im Sinne schwacher Nachhaltigkeit ist demnach möglich, wenn Naturkapital durch Sachkapital ersetzt wird, solange der Kapitalbestand insgesamt für die nächsten Generationen bestehen bleibt (Hauff & Kleine 2009). Das bedeutet beispielsweise auch, dass unter bestimmten Voraussetzungen die Nutzung und der Verbrauch nicht-erneuerbare Ressourcen nachhaltig sein kann, wenn andere Kapitale dadurch in entsprechend erhöht werden (vgl. etwa die Hartwick- und die Hotelling-Regel[20]).

[19] In der neoklassischen (traditionellen) ökonomischen Sichtweise, sind die zwei wesentlichen Funktionen der Umwelt bzw. des Naturraums die Bereitstellung von Ressourcen, als Grundlage der Produktion von Gütern, und für die Entsorgung von Schad- und Reststoffen (Burschel et al. 2004, S. 172).
[20] Zum Beispiel in Asheim, Buchholz und Withagen (2003).

Nachhaltig im Sinne einer starken Nachhaltigkeit bedeutet, dass jede Kapitalart bzw. deren Nutzen konstant bleibt. Die Substitutionselastizität zwischen den Kapitalarten (Naturkapital, Sachkapital, Humankapital) ist gleich null, sie sind also untereinander nicht substituierbar (vgl. Hauff & Kleine 2009).

Keines der zwei Nachhaltigkeitsparadigmen wird als ausreichend empirisch belegbar erachtet (vgl. Hauff & Kleine 2009). Es wird ferner davon ausgegangen, dass weitreichende Wechselbeziehungen zwischen Nachhaltigkeitsaspekten (Box 2) bestehen, die sich nicht anhand der Kapitalarten ausdrücken lassen (z.B. wirkt sich die Abfallmenge auf ökologische sowie auf ökonomische Aspekte aus).

Box 2: Nachhaltigkeitsaspekte

Die Terminologie im Bereich Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung ist diffus und inhomogen. Insbesondere hierarchisch anwendbare Begriffe wie Parameter, Indikator, Kriterium, Thema, Aspekt, Motiv, Element etc. sind nicht eindeutig.

Zur Vereinfachung wurde deshalb der Terminus **Nachhaltigkeitsaspekt** in der Arbeit eingeführt, um eine neutrale Bezeichnung für nachhaltigkeitsrelevante oder mit Nachhaltigkeit in Bezug stehende Inhalte zu verwenden.

Ein **Nachhaltigkeitsaspekt** kann zum Beispiel Generationengerechtigkeit, Erhalt der Biodiversität oder Reduktion von Treibhausgasen sein.

Ein **Nachhaltigkeitsaspekt** ist ein Bestandteil des Nachhaltigkeitskonzepts. Er beschreibt dessen Inhalt. Nachhaltigkeitsaspekte können aus allen Abstraktionsebenen abgeleitet werden.

Es wird ebenfalls davon ausgegangen, dass durch eine integrierende Betrachtung der drei Säulen das Paradigma aufgelöst wird, da dann auch keine Trennung der Kapitalarten erfolgt (Hauff & Kleine 2005). Die Frage nach der Substituierbarkeit der Kapitalarten stellt sich aufgrund dessen nicht unmittelbar. Des Weiteren werden nicht selten gesellschaftliche Werthaltungen, zum Beispiel im Rahmen einer Multikriterienanalyse, in Nachhaltigkeitsbewertungen einbezogen. Da die Gewichtungen der Stakeholder dann ausschlaggebend für die Endergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung sind, ist Nachhaltigkeit keine Funktion der Dimensionen (ökologisch, ökonomisch, sozial), sondern eine Funktion der Wertvorstellungen der Stakeholder.

2.3.2. Konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit

Konstitutive Elemente können als definierende Eigenschaften des Nachhaltigkeitsverständnisses interpretiert werden. Sie sind charakterisierend für das individuelle Nachhaltigkeitsverständnis und werden häufig in theoretischen Nachhaltigkeitsdebatten thematisiert.

Folgende vier konstitutive Elemente werden beschrieben: Nachhaltigkeitsmodell, Generationengerechtigkeit, Holismus und Integration. Die Auswahl basiert auf den konstitutiven Elementen bei Kopfmüller et al. (2000), die im Rahmen des *integrativen Nachhaltigkeitskonzepts der Helmholtz Gemeinschaft* (fortan kurz HGF) bestimmt wurden.

Die ursprünglich für den HGF definierten Elemente wurden allerdings auf Grundlage der eigenen Literaturrecherche teilweise abgewandelt und ergänzt. Das im HGF als konstitutiv erachtete Element des *anthropozentrischen Ansatzes* wurde durch das *Nachhaltigkeitsmodell* ersetzt, da es die anthropo-

zentrische Sichtweise aufgreift und konkretisiert, wodurch das Element spezifischer sein kann. Die inter- und intragenerationelle *Gerechtigkeit* sind in beiden Ansätzen als konstitutive Elemente enthalten. Der hier beschriebene *Holismus* wiederum ist als Ergänzung zu dem Element des *globalen* Bezugsrahmens des HGF zu sehen und *Integration* wird im HGF indirekt thematisiert, aber nicht wie hier explizit als konstitutives Element genannt.

Die vier als konstitutiv beschriebenen Elemente sind eng miteinander verknüpft und können sich überschneiden. Das Nachhaltigkeitsmodell und die Frage der Generationengerechtigkeit beziehen sich dabei in erster Linie auf inhaltliche Aspekte des Nachhaltigkeitskonzepts. Mit Holismus und Integration wird dagegen stärker die Art der Umsetzung beschrieben.

Die konstitutiven Elemente sind wichtige Grundlagen der später erläuterten *Gestaltungsfelder* der Nachhaltigkeitsbewertung (3.3).

2.3.2.1. Nachhaltigkeitsmodell und Generationengerechtigkeit

Anhand des Nachhaltigkeitsmodells kann festgelegt und dargestellt werden, welche Dimensionen der Nachhaltigkeit betrachtet werden. Das Modell der drei Säulen der Nachhaltigkeit ist heute vermutlich das bekannteste Nachhaltigkeitsmodell. Ökonomie, Ökologie und Soziales werden durch Spitzen eines Dreiecks, überlappende Kreise oder eben Säulen symbolisiert und prägen die heutige Darstellungsweise von Nachhaltigkeit.

Diese Dreiteilung entwickelte sich in Folge des Brundtland-Berichts und der dadurch angestoßenen gesellschaftlichen Prozesse. Nachhaltigkeit wurde zu einem globalen politischen Leitbild (siehe 2.4), in dem Umweltschutz, wirtschaftliche Entwicklung und soziale Gerechtigkeit gleichrangig thematisiert wurden (z.B. in der Agenda 21 von 1992; vgl. Hauff & Kleine 2005).

Davor, beginnend bei v. Carlowitz, waren ökologisch und/oder ökonomisch begründete Nachhaltigkeitsmodelle vorherrschend. Auch das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung wurde zu Beginn als ein Zwei-Säulen Modell bekannt: Umwelt und Entwicklung. In den sogenannten Triple-Bottom-Line-Modellen (TBL) wurde ´Entwicklung´ dann in Ökonomie und Soziales unterteilt (vgl. z.B. Gibson 2006; Hauff & Kleine 2009; Pope, Annandale, & Morrison-Saunders 2004; Sailer 2013). Für die Definition eines Nachhaltigkeitskonzepts ganz allgemein und insbesondere für Bewertungsvorhaben, sollte festgelegt werden, welche Dimensionen der Nachhaltigkeit mit einbezogen werden. Es kann unter Umständen zielführend sein, Fragestellungen punktuell anhand einer oder zwei Dimensionen zu bearbeiten. Abweichend zum klassischen drei-Säulen-Modell werden mitunter auch andere oder zusätzliche Säulen definiert (z.B. Technologie, Kultur, Innovation).

Deutlich schwieriger zu erfassen, inhaltlich wie operativ, ist das Element der intra- und intergenerationellen Gerechtigkeit. Im Wesentlichen soll der Gerechtigkeitsgedanke eine Gesellschaft fördern, die ihren Wohlstand nicht auf eine Weise erzeugt, welche die Möglichkeiten zukünftiger Generationen einschränkt sich den gleichen Wohlstand zu erarbeiten, oder auf Kosten anderer heute lebender Generationen aufbaut. Die Frage ist, welche Generationen zeitlich und geografisch innerhalb der Betrachtung liegen. Es handelt sich hierbei um ein konstitutives Element, da die geführte Interpretation von Generationengerechtigkeit sowohl den inhaltlichen, als auch den zeitlichen Rahmen einer Bewertung oder eines Konzepts beeinflusst und Auswirkungen auf Bewertungsergebnisse bzw. die Interpretation der Ergebnisse haben kann.

Eine theoretische Auseinandersetzung mit dem Thema Generationengerechtigkeit veröffentlichte z.B. Tremmel (2012). Hauff und Kleine (2009) geben einen zusammenfassenden Überblick über theoretische Hintergründe zur Inter- und Intragenerationengerechtigkeit. Für den später vorgestellten Ansatz bleibt festzuhalten, dass die Frage der Generationengerechtigkeit für die Bewertung von Nachhaltigkeit aufzugreifen ist.

2.3.2.2. Holismus und Integration

Im Vergleich zu den zwei oben genannten, inhaltsbestimmenden Elementen, ist Holismus und Integration anwendungsbezogen zu interpretieren.

Holismus wird auf die Umsetzung bezogen, indem darüber bestimmt wird, in welchem Umfang Nachhaltigkeit bewertet werden kann. Es werden reduktionistische von holistischen Ansätzen unterschieden. Reduktionistische Ansätze versuchen möglichst wenige, möglichst aussagekräftige Aspekte zu betrachten (Beispiel: Als einziger Indikator für die Bewertung von Nachhaltigkeit wird das Treibhausgaspotenzial analysiert). Die Kritik an reduktionistischen Ansätzen richtet sich in der Regel an die potenzielle Vernachlässigung wichtiger Aspekte, weil sie gar nicht erst erkannt oder erhoben werden (vgl. z.B. Gasparatos, El-Haram, & Horner 2008; Windoffer 2011).

Den reduktionistischen Ansätzen stehen holistische oder umfassende Ansätze gegenüber, bei denen alle potenziell relevanten Aspekte betrachtet werden (sollen). Die Vorgehensweise wird damit begründet, dass nur die Betrachtung aller Perspektiven ein vollständiges Bild von Nachhaltigkeit ermöglicht[21]. An dieser Form der Nachhaltigkeitsbetrachtung wird zum einen kritisiert, dass die Anwendbarkeit aufgrund des großen Aufwands eingeschränkt ist und zum anderen, dass dabei die Gefahr besteht, wesentliche Aspekte durch Nichtigkeiten zu verwässern.

Integration ist ein weiteres konstitutives Element der Nachhaltigkeitsbewertung, das die Umsetzung entscheidend beeinflussen kann. Die Begriffe *integriert bzw. Integration* werden nicht konsistent verwendet. Scrase und Sheate (2002) unterscheiden 14 Bedeutungen von Integration, alleine im Bereich der Umweltprüfung[22]. Lee (2006) beschreibt im Zusammenhang mit integrierten[23] Bewertungen drei wesentliche Typen der Integration:

I. Vertikale Integration, d.h. Verbindung separater Folgenabschätzungen, die auf verschiedenen Stufen in Politik-, Planungs- und Projektzyklus ausgeführt werden.

II. Horizontale Integration, d.h. Zusammenführung unterschiedlicher Einflüsse – ökonomisch, ökologisch, sozial.

III. Integration des Bewertungsprozesses in die Entscheidungsfindung bzw. Stufen der Entscheidungsfindung im Planungszyklus.

Um die Rolle der Integration im Rahmen dieser Arbeit zu verdeutlichen, erfolgte die Festlegung in Anlehnung an die Typen der Integration nach Lee (2006). Als konstitutives Element wird der Typ II, die

[21] Anmerkung: Tatsächlich ist es nicht möglich, ein vollständiges Bild von Nachhaltigkeit zu erzeugen, weil es sich um ein dynamisches Konzept handelt und sich ständig aus sich selbst generiert (siehe dazu insbesondere Kapitel 3.4).

[22] Hier wurde mit Umweltprüfung der Ausdruck übersetzt „assessments in environmental governance“.

[23] Englisch integrated assessment wird auf Deutsch als integrierte, ganzheitliche oder auch universelle Bewertung bezeichnet. Beides sind gängige Übersetzungen. Eine offizielle Form ist nicht bekannt.

horizontale Integration, verstanden. Die Frage lautet also – wie stark werden die drei Dimensionen als eigenständig verstanden und gewertet, bzw. wie sehr verschwimmen die Grenzen zwischen den betrachteten Dimensionen. Der Grad der Integration der Nachhaltigkeitsdimensionen beeinflusst die Berücksichtigungsmöglichkeiten von Wechselwirkungen zwischen den Dimensionen ebenso wie die Möglichkeit einer betont zielorientierten Operationalisierung der Dimensionen (bspw. aus ökozentrischer Sicht).

In einem integrativen System sind Grenzen zwischen den Dimensionen weitestgehend aufgelöst. Dabei wird davon ausgegangen, dass die komplexen Zusammenhänge und Wechselbeziehungen zwischen den Dimensionen durch getrennte Betrachtungen der Dimensionen nicht ergründet werden können (Grunwald & Kopfmüller 2007). Beispielsweise kann ein „klassisch" ökologischer Nachhaltigkeitsaspekt wie Biodiversität im Fall von pharmazeutischen Anwendungsmöglichkeiten von Fauna und Flora auch von sozialer und wirtschaftlicher Bedeutung sein. Ökologische, ökonomische und soziale Inhalte sind also weiterhin Teil des Systems, aber sie sind stärker miteinander verknüpft und werden nicht mehr getrennt voneinander betrachtet. Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist beispielsweise integrativ strukturiert.

2.4. Gesellschaftliche Formen und Implementierungen

Nachhaltigkeit und das Leitbild nachhaltiger Entwicklung treten im Alltag in unterschiedlichen, mehr oder weniger verknüpften und institutionalisierten Formen auf. Begonnen bei nationalen und internationalen Nachhaltigkeitsstrategien, über Zertifizierungen und Unternehmensstrategien, bis hin zu Nachhaltigkeitsbewertungen (siehe Kapitel 3 Nachhaltigkeitsbewertungen). Die Erscheinungsformen und Implementierungen unterscheiden sich hinsichtlich ihres Geltungs- oder Wirkungsbereichs (Sind sie nur im kleinen Rahmen gültig oder von globaler Bedeutung?) und darin, wie stark sie inhaltlich aggregiert sind (bspw. können Indikatoren mit geringem Detaillierungsgrad für Monitoringzwecke ausreichen, während konkrete Managemententscheidungen eine höhere Detailtiefe erfordern).

In untenstehender Skizze (Abb. 3) werden beispielhaft einige forstlich relevante Implementierungsformen in Abhängigkeit eines geschätzten Geltungsbereichs und Detaillierungsgrades dargestellt. Da es sich um eine Skizze handelt, stellen die Positionen reine Orientierungspunkte dar.

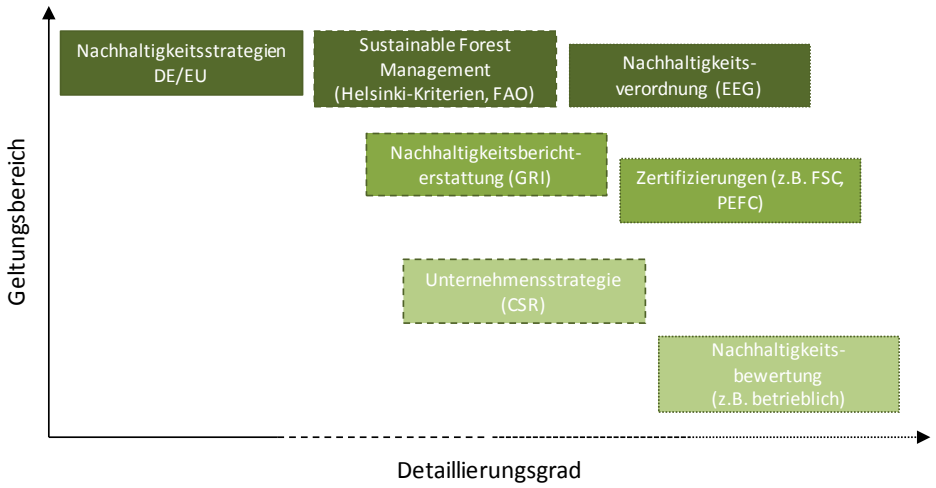


Abb. 3: Geltungsbereich vs. Detaillierungsgrad[24].

Politische Nachhaltigkeitsstrategien auf nationaler oder internationaler Ebene haben einen großen Geltungsbereich und sind dafür stark aggregiert, haben also einen geringen Detaillierungsgrad. Einen ebenfalls großen, internationalen Geltungsbereich haben die Kriterien des Sustainable Forest Managements (SFM), wie beispielsweise die Helsinki-Kriterien (Forest-Europe 2011; MCPFE 2007). Sie sind für die Wälder Europas (Helsinki-Kriterien) bzw. der Welt (FAO) relevant. Dabei sind sie inhaltlich fokussiert auf einen Themenkomplex (Wälder), weshalb sie einen höheren Detaillierungsgrad als nationale Nachhaltigkeitsstrategien aufweisen. Das dritte Beispiel in der Reihe mit großem Geltungsbereich sind Nachhaltigkeitsverordnungen (Biokraft-NachV; BioST-NachV)[25], die 2009 im Rahmen des EEG in Kraft getretenen sind. Auch wenn Forstbetriebe in der Regel selten davon betroffen sind, wird die Darstellung dadurch sinnvoll ergänzt. Die Nachhaltigkeitsverordnung, genauer die Biomassestrom- (BioST-NachV) und Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) sind für jeden innerhalb Deutschlands bzw. der EU verbindlich, der Biomasse in flüssiger Form energetisch verwendet. Im Vergleich zu den zwei anderen Beispielen mit großem Geltungsbereich sind die Verordnungen inhaltlich spezifischer und der Detaillierungsgrad ist aufgrund dessen höher. Ein Beispiel zur Erläuterung des abgestuften Detaillierungsgrades wird in Tab. 2 gezeigt.

Tab. 2: Variation Detaillierungsgrad.

Nachhaltigkeitsstrategie DE	**SFM-Kriterien**	**Biokraft-NachV**
Das Ziel ist die Reduktion der deutschen Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um 40% (bezogen auf 1990). Indikator: Treibhausgasemissionen Deutschland pro Jahr (differenzierbar nach Wirtschaftszweigen).	Das SFM Kriterium 1 (Helsinki) lautet: Erhalt und angemessene Förderung der Waldressourcen und deren Beitrag zu globalen Kohlenstoffkreisläufen. Indikatoren: Waldfläche, Vorrat, Altersstruktur und/oder Durchmesserverteilung, Kohlenstoffspeicher.	Umsetzung der Vorgaben des EEG zur Herstellung von Biokraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Paragraph § 8(1) *„Biokraftstoffe müssen ein Treibhausgas-Minderungspotenzial von mindestens 35 Prozent aufweisen.* […]“. Siehe auch § 8 (2-5).
- ← Detaillierungsgrad → +		

[24] Abkürzungen: DE/EU = Deutschland/Europa, FAO = Food and Agriculture Organization of the United Nations, EEG = Erneuerbare-Energien-Gesetz, GRI = Global Reporting Initiative, FSC = Forest Stewardship Council, PEFC = Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes, CSR = Corporate Social Responsibility.
[25] Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV); Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioST-NachV).

Die Erscheinungs- oder Implementierungsformen von Nachhaltigkeit und nachhaltiger Entwicklung unterscheiden sich in ihrem Detaillierungsgrad und sind in abgestuften Geltungsbereichen relevant oder potenziell wirksam. Nachhaltigkeitsberichterstattungen von Unternehmen etwa beschränken sich auf einzelne Betriebe und haben deshalb einen eher eingeschränkten Geltungsbereich. Durch ein Zertifikat (beispielsweise des GRI[26]) oder anderweitig überprüfbare Anforderungen kann der Geltungsbereich über die betrieblichen Grenzen hinaus erweitert werden (z.B. für nachgelagerte Produktionsschritte, Akquise von Fördermitteln oder zur Verbesserung der Außenwirkung). Eng verwandt mit Nachhaltigkeitsberichterstattungen sind freiwillige und selbstgestaltete Nachhaltigkeitsstrategien von Unternehmen (Abb. 3), hier verallgemeinernd CSR – Corporate Social Responsibility genannt). CSRs sind häufig für Außenstehende, dem Unternehmen nicht zugehörige Personen nicht zugänglich und damit auch nicht überprüfbar. CSR[27] werden in der Skizze deshalb mit einem geringen Geltungsbereich gleichgesetzt. Ein Beispiel für variierende Geltungsbereiche wird in Tab. 3 gegeben.

Tab. 3: Variation des Geltungsbereichs.

- ← Geltungsbereich → +	**SFM-Kriterien**	Angewandt für Wälder Europas oder der Welt. Indikatoren auf nationaler Ebene.
	Nachhaltigkeits-berichterstattung	Nachhaltigkeitsstrategien bzw. Berichte und Indikatoren über Unternehmen oder Unternehmensbereiche, durch Dritte überprüfbar und extern relevant.
	CSR (intern)	Selbstbestimmte Nachhaltigkeitsstrategien und Indikatoren von Unternehmen oder Unternehmensbereichen, werden nicht durch Dritte überprüft und sind nur intern relevant.

Die Zertifizierungen nach FSC[28] oder PEFC[29] werden in der Skizze mit einem ähnlich großen Geltungsbereich wie zertifizierte Nachhaltigkeitsberichterstattung dargestellt, weil sie durch das Zertifikat von Dritten auditiert wurden und in der Regel über die Grenzen des Betriebes hinaus relevant sind. Sie sind aber auch mit einem höheren Detaillierungsgrad dargestellt, da sie sich konkret auf Betriebe der Forst- und Holzwirtschaft beziehen und die Indikatoren im Vergleich zu allgemeinen Unternehmens- oder Sektorenkennzahlen spezifischer sind.

Nachhaltigkeitsbewertung wird in Abb. 3 als eigenständiger Punkt dargestellt. Alle dargestellten Beispiele und alle Ebenen sind mehr oder weniger miteinanderverknüpft und die Grenzen sind fließend. Dies trifft insbesondere auf Nachhaltigkeitsbewertungen zu. Sie könnten an jedem Punkt der Skizze stehen. Die gewählte Positionierung, mit den Attributen des geringsten Geltungsbereichs und dem größten Detaillierungsgrad, liegt zum einen darin begründet, dass es keine Standards zu den Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung gibt. Eine Bewertung ist deshalb im Zweifelsfall nur für einen sehr eingeschränkten Geltungsbereich, unter eindeutig definierten Bedingungen gültig. Zum anderen sind Kontext und die Zielsetzung der Nachhaltigkeitsbewertung ausschlaggebend für Inhalt und Detailtiefe, was sich in einem potenziellen maximalen Detaillierungsgrad äußert.

[26] Global Reporting Initiative (GRI)
[27] CSR wird hier sehr verallgemeinert. Es gibt durchaus auch Formen, die sowohl nach außen kommuniziert werden als auch überprüfbar durch Dritte sind.
[28] Forest Stewardship Council (FSC)
[29] Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC)

2.4.1. Politische Nachhaltigkeitsstrategien

Für die Arbeit sind die Nachhaltigkeitsstrategien der Bundesregierung und die europäische Nachhaltigkeitsstrategie von Bedeutung. Beide Strategien wurden auf politischer Ebene erarbeitet und beschlossen. Sie werden als Leitlinien verstanden, welche die Politik Deutschlands bzw. Europas auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung steuern und überprüfbar machen sollen. Der Anstoß beider Strategien wurde bereits 1992 im Rahmen des Weltgipfels von Rio gegeben. Nachhaltige Entwicklung rückte in den Mittelpunkt der politischen Zukunftsvisionen. 170 Staaten unterzeichneten das globale Aktionsprogramm Agenda 21, darunter auch Deutschland. Damit verpflichteten sich die Unterzeichnerstaaten dazu, eine nationale Strategie zu entwickeln.

Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie mit dem Titel „Perspektiven für Deutschland“ wurde 2002 von der Bundesregierung beschlossen. Sie gibt Handlungsanleitungen, um eine zukunftsfähige Politikgestaltung zu ermöglichen, die generationenübergreifend Verantwortung für eine ökonomisch, ökologisch und sozial tragfähige Entwicklung übernimmt (Bundesregierung 2002). Um ökonomische, ökologische und die sozialen Belange „in einer integrierten Sicht“ zusammenzuführen (Bundesregierung 2002) wurden vier Leitlinien festgelegt: Generationengerechtigkeit, Lebensqualität, Sozialer Zusammenhalt und Internationale Verantwortung. Zur Überprüfung der Zielerreichung und zum Zweck der Berichterstattung dienen 21 Indikatoren, über deren Entwicklung alle zwei Jahre vom Statistischen Bundesamt berichtet wird (ein aktueller Indikatorenbericht ist von 2014). Im Jahr 2010 wurde ergänzend zur Nachhaltigkeitsstrategie ein Maßnahmenprogramm beschlossen, um die gesteckten Ziele der Nachhaltigkeitsstrategie zu erreichen. Die Strategie und das Maßnahmenprogramm werden fortlaufend weiterentwickelt, worüber alle vier Jahre in dem von der Bundesregierung veröffentlichten Fortschrittsbericht informiert wird (letzter Fortschrittsbericht 2012).

Die EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung (Vollständiger Titel: „Strategie zur nachhaltigen Entwicklung in Europa für eine bessere Welt: Strategie der Europäischen Union für eine nachhaltige Entwicklung.“) wurde bereits 2001 von den Staats- und Regierungschefs der Europäischen Union beschlossen. Sie wurde unter anderem als Vorbereitung für den Weltgipfel 2002 und als Ergänzung zur Lissabon-Strategie erarbeitet (Zusammenfassung der EU-Gesetzgebung 2009). Das übergeordnete Ziel der Strategie ist, Menschen zu befähigen, eine langfristige und beständige Verbesserung der Lebensqualität zu erreichen. Die Gesellschaft soll in die Lage versetzt werden, Ressourcen zu verwalten, effizient zu nutzen, ökologische und soziale Innovationen sowie wirtschaftliche Potenziale zu fördern, um schließlich Wohlstand, Umweltschutz und soziale Gleichberechtigung sicherzustellen (European Commission 2014).

In der EU-Strategie sind sieben Handlungsfelder zur Erreichung dieser Zielsetzung herausgestellt (Bundesregierung 2012):

- Klimawandel und erneuerbare Energien, nachhaltiger Verkehr
- nachhaltiger Verbrauch und Produktion
- natürliche Ressourcen
- öffentliches Gesundheitswesen
- soziale Integration, Bevölkerungsentwicklung und Migration
- globale Herausforderungen in Bezug auf Armut und nachhaltige Entwicklung
- bereichsübergreifende Maßnahmen als Beitrag zur Wissensgesellschaft (allgemeine und berufliche Bildung, Forschung und Entwicklung, Finanzierungs- und Wirtschaftsinstrumente)

2006 und 2009 wurde die Strategie überprüft und erneuert. Alle zwei Jahre wird von Eurostat[30] ein Monitoring-Bericht mit über 100 Indikatoren (davon zwölf Leitindikatoren) zur Erfolgskontrolle veröffentlicht (zuletzt 2013, European Commission 2014). Das für die europäische Strategie verantwortliche Ministerium auf deutscher Seite ist das Auswärtige Amt (Auswärtiges Amt 2013).

Obwohl die Entwicklungen mehr oder minder parallel verliefen, sind die nationalen Strategien kaum untereinander oder mit der europäischen vernetzt. Eine stärkere Vernetzung der nationalen und europäischen Strategien wird angestrebt.

2.4.2. Nachhaltigkeit in Unternehmen

Nachhaltigkeitsstrategien in Unternehmen werden z.B. als Corporate (Social) Responsibilty (CSR), Compliance, Corporate Citizenship bezeichnet (Fortan wird CSR als Begriff für unternehmerische Nachhaltigkeitsstrategien verwendet). Mit CSR verpflichten sich Unternehmen selbst, ihre Aktivitäten über die gesetzlichen Anforderungen hinaus gesellschaftlichen, ethischen und umweltbezogenen Standards zu unterwerfen (Sailer 2013). Wenn sich Unternehmen entscheiden, Nachhaltigkeit zu einem Teil ihres Geschäftsplans zu machen, geschieht das in der Regel entweder durch einen von Dritten vorgegebenen und geprüften Nachhaltigkeitsbericht (z.B. GRI) oder durch die selbstbestimmte Erhebung von Kennzahlen, welche die Erreichung selbstbestimmter Ziele beschreiben (vgl. S. 21). Unternehmen haben die Möglichkeit, ihre Nachhaltigkeitsaktivitäten in institutionalisierter Form, beispielsweise durch Zertifizierungen umzusetzen oder ihre individuell erarbeitete und nur selbstüberprüfbare Strategie zu verfolgen. Nationale und supranationale Initiativen fördern generell die Einbindung von CSR in Unternehmen (z.B. UN Global Compact; United Nations (o.J.), Aktionsplan „CSR in Deutschland"; BMAS 2012).

Nachhaltigkeit ist heute für viele Unternehmen ein wichtiges Thema und teilweise auch Bestandteil der Unternehmenspolitik. Welche Unternehmen sich aktiv dafür entscheiden, eine Nachhaltigkeitsstrategie anzunehmen, wie sie diese umsetzen und kommunizieren und aus welchen Gründen dies geschieht, ist von mehreren Faktoren abhängig. Für sogenannte Business to Consumer (B2C)-Unternehmen ist es im Allgemeinen eine Möglichkeit zur positiven Außendarstellung, wenn sie über ihre Nachhaltigkeitsaktivitäten berichten. Aber auch Business to Business (B2B)-Unternehmen setzen sich mittlerweile verstärkt mit ihrem Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung auseinander. Gründe hierfür sind z.B. in der Lieferkette weitergeleitete Anforderungen der B2C-Unternehmen. Zu den Voraussetzungen für einen Vertragsabschluss mit Zulieferern gehören daher immer häufiger Nachweise wie z.B. ISO 14001, ISO 2600, SA8000. Besonders im internationalen Kontext ist das von zunehmender Wichtigkeit, da unterschiedliche Rahmenbedingungen bezüglich Umwelt- und Sozialstandards in den Ländern der Vertragspartner den eigenen Zielsetzungen widersprechen können. Weitere Gründe für CSR sind die Verbesserung der internen Zufriedenheit und Identifikation der Mitarbeiter mit dem Unternehmen sowie der Wunsch eines Unternehmens gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen.

Belz und Peattie (in Blunck 2013) teilen Akteure in vier Arten von Nachhaltigkeitsvermarktern ein, die sich bezüglich ihrer ethisch-moralischen Einstellung sowie ihrer wirtschaftlichen Motive einordnen lassen (Abb. 4).

[30] Statistisches Amt der Europäischen Union mit Sitz in Luxemburg.

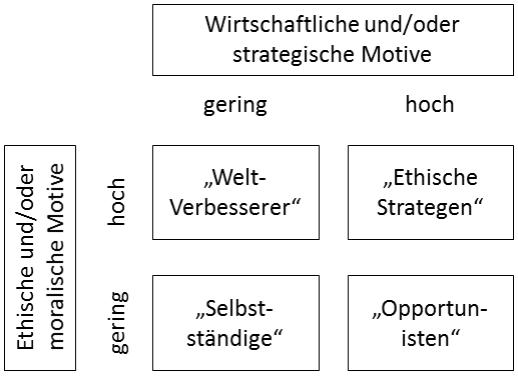


Abb. 4: Nachhaltigkeitsvermarkter (nach Belz & Peattie 2012 in Blunck 2013, S. 62).

Unabhängig von den moralisch-ethischen Motiven geht eine hohe wirtschaftlich-strategische Motivation i.d.R. einher mit der externen Kommunikation der CSR, um daraus auch wirtschaftliche Vorteile zu erhalten (Kundenzufriedenheit, Werbung etc.). Zur externen Kommunikation sind institutionalisierte CSR aufgrund des Legitimitätsnachweises durch Dritte häufig besser geeignet.

Die Einführung von institutionalisierten und extern kommunizierten CSRs wird neben den bereits genannten Gründen und der ethischen und strategischen Einstellung eines Unternehmens außerdem von der Größe bzw. dem Aktionsradius des Unternehmens beeinflusst. Kuhndt, Eckermann, und Herrndorf (2008) sprechen in diesem Zusammenhang von Silent Corporate Responsibility bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Hier werden keine Nachhaltigkeitsstrategien im Unternehmen integriert, weil die Akteure keine direkte Verknüpfung zu ihrem wirtschaftlichen Erfolg sehen. Sie verstehen ihr nachhaltiges Handeln und ihr gesellschaftliches Engagement als ethisch und moralisch richtig und sehen keinen Bedarf, dies nach außen zu kommunizieren (Kuhndt et al. 2008).

Entscheidet sich ein Unternehmen für CSR hat es verschiedene Möglichkeiten dies umzusetzen. Nach Schaltegger und Herzig (2008) wird bereits durch die bloße Übernahme eines Nachhaltigkeitsmanagements oder der Nachhaltigkeitsberichterstattung ein Beitrag zur nachhaltigen gesellschaftlichen Entwicklung geleistet unabhängig von dessen Inhalt.

2.4.3. Institutionalisierte Formen der Nachhaltigkeit

Die wohl bekannteste und am weitesten verbreitete Institutionalisierungsform von Nachhaltigkeit ist die Zertifizierung und Auszeichnung mit Nachhaltigkeitssiegeln. Zertifizierungen sind in der Regel freiwillig, können aber z.B. eine wesentliche Voraussetzung für den Marktzugang sein und sind dann aus wirtschaftlicher Sicht nur bedingt freiwillig. Die Zertifizierung von Produkten ist eine guter Weg, bestimmte Eigenschaften zu kennzeichnen und eine Vergleichbarkeit zu schaffen (Fischler 2014). Besonders im Hinblick auf globale Produktionsketten ist die Zertifizierung geeignet, um kulturell bedingte Unterschiede im Nachhaltigkeitsverständnis auszugleichen. Im Rahmen von Zertifizierungssystemen werden Nachhaltigkeitsstandards in der Regel hierarchisch untergliedert und in Form von Kriterien und Indikatoren dokumentiert.

Bekannte Nachhaltigkeitssiegel im Bereich der Forst- und Holzwirtschaft sind FSC (Forest Stewardship Council) und PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes). Diese Form der Zertifizierung basiert auf einem von externen Gutachtern durchgeführten Auditierungsprozess, der

mit der Vergabe des Nachhaltigkeitssiegels, in der Regel gültig für einen festgelegten Zeitraum, für den Betrieb bzw. die dort produzierten Waren endet.

Siegel, die eine interne Überprüfung erfahren, sind ebenfalls weit verbreitet (z.B. ProPlanet der Rewe-Group). Die Vielzahl der Siegel, deren unterschiedliche Legitimationsgrundlagen und die dadurch bedingte mangelnde Transparenz werden nicht nur von Verbraucherschützern kritisiert sondern auch vom Rat für Nachhaltige Entwicklung (2010). Der Legitimitätskonflikt zwischen den Siegeln wird zusätzlich durch die Schwierigkeit verstärkt, explizite Nachhaltigkeitssiegel von Öko- oder Sozial-Siegeln zu unterscheiden. Dieser Konflikt trägt in erheblichem Maße zur Unschärfe des Nachhaltigkeitsbegriffs bei.

Weitere Erscheinungsformen institutionalisierter Nachhaltigkeitsaspekte (nach Herbes 2013, S. 108, geändert und erweitert):

- Klassische völkerrechtliche Verträge
- Selbstverpflichtungen (z.B. CSR)
- Indirekt Anforderungen durch Konsumenten (z.B. Deutscher Nachhaltigkeitspreis)
- Standards und Normen: ILO, OECD-Leitsätze, SAI 8000, UN Global Compact, GRI, nationale Normen (ISO 2600, 14001, 50001), Codes of Conduct, EMAS
- Kriterien, Leitlinien etc. von NGOs (WWF, Greenpeace, Human Rights Watch etc.), Investoren (DOW-S), Konsumenten, Gewerkschaften

2.5. Die Arbeit im gesellschaftlichen Diskurs - Zusammenfassung

Folgende Aussagen beschreiben das erarbeitete Nachhaltigkeitsverständnis und die daraus resultierenden Grundlagen für den Bewertungsansatz in wesentlichen Zügen:

a) Nachhaltigkeit entwickelte sich von einer ökonomisch motivierten Bewirtschaftungsregel im Wald zu einem globalen politischen Leitbild.

b) Die politische Bedeutung von nachhaltiger Entwicklung wird interessengeleitet bestimmt.

c) Mit einer nachhaltigen Entwicklung sollen die Bedürfnisse der Gesellschaft befriedigt werden, ohne die Potenziale kommender oder anderer Generationen einzuschränken.

d) Der Begriff der Nachhaltigkeit ist mit einer Vielzahl von Konzeptionen hinterlegt.

e) Nachhaltigkeitskonzepte werden durch konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit bestimmt. Dazu gehören:
    - Generationengerechtigkeit und Nachhaltigkeitsmodell als inhaltliche Elemente
    - Integration und Holismus als anwendungsbezogene Elemente
    - ➢ Für das in der Arbeit als gültig erachtete Nachhaltigkeitsverständnis lässt sich zusammenfassen:
        - Ökologische, ökonomische und soziale Aspekte sind gleichberechtigt, integrativ und möglichst umfassend betrachtet werden (Generationengerechtigkeit wurde bereits in c genannt).

f) Nachhaltigkeitskonzepte werden durch die Fragestellung und den spezifischen Kontext bestimmt.

g) Aufgrund dessen und wegen fehlender Standardisierungsmöglichkeiten sind gesellschaftliche Implementierungsformen sehr zahl- und variantenreich.

h) Der Variantenreichtum wirkt sich zu Ungunsten der allgemeinen Legitimität und Transparenz von Nachhaltigkeitskonzepten aus.

i) Ziel der Arbeit ist deshalb nicht ein neues Label oder eine neue Strategie zu entwickeln, sondern Legitimität und ein Höchstmaß an Transparenz zu gewährleisten.

3. Nachhaltigkeitsbewertung

Eine standardisierte Methode zur Nachhaltigkeitsbewertung ist nicht bekannt. Da es keine definitorische Einigung über den Nachhaltigkeitsbegriff als solchen gibt (vgl. Kapitel 2), ist es auch nicht verwunderlich, dass Nachhaltigkeitsbewertung methodisch bislang nicht standardisiert ist. Das bedeutet, es gibt weder feste Regeln z.B. in Form von Normen, noch Mindestanforderungen an Inhalte, Daten, Systemgrenzen oder Dergleichen, die bei der Durchführung einer Nachhaltigkeitsbewertung beachtet werden sollen oder gar müssen.

Als erste Orientierungshilfe sind allgemein gehaltene Beschreibungen gerade ausreichend: Mit der Durchführung einer Nachhaltigkeitsbewertung soll sichergestellt werden, dass strategische, politische oder operative Maßnahmen einen optimalen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten (Pope et al. 2004). Der Zweck einer Nachhaltigkeitsbewertung ist ferner die Unterstützung der Entscheidungsfindung unter Betrachtung *aller* relevanten Einflussfaktoren (Gibson & Hassan 2005). Was ein optimaler Beitrag ist oder was relevante Einflussfaktoren sind, ist nicht zu verallgemeinern.

Anhand der Beschreibungen lässt sich Nachhaltigkeitsbewertung zumindest theoretisch gegenüber Umweltbewertung (Environmental Assessment) und rein ökonomisch fokussierten Bewertungen (z.B. Investitionsrechnung) abgrenzen.

Wegen der fehlenden Standards sehen Kritiker in der Nachhaltigkeitsbewertung aber eine potenzielle Bedrohung für strengere, z.B. rein umweltbezogene Bewertungsmethoden bzw. den Umweltschutz per se. Es wird befürchtet, dass schwammige Kriterien anstelle etablierter Umweltprüfungen treten könnten und damit ein Verlust an Verbindlichkeit einhergehen würde. Außerdem besteht die Befürchtung, die Errungenschaften des Umweltschutzes durch vermeintlich sozio-ökonomische Aspekte zu verdrängen (vgl. u.a. Morrison-Saunders & Fischer 2006; Pope et al. 2004).

Dessen ungeachtet nimmt die absolute Anzahl der Nachhaltigkeitsbewertungen zu. Eine Recherche in Literaturdatenbanken[31] mit den Schlagwörtern „sustainability“ und „assessment“[32] für den Veröffentlichungszeitraum 2005-2011 ergab über 6.500 Treffer für Veröffentlichungen zu diesem Thema[33].

Das Ergebnis der Literaturrecherche zeigt, dass es keine wirklich gelenkte Debatte zu Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung gibt. Die steigende Anzahl an Veröffentlichungen zu Nachhaltigkeitsbewertungen erhöht die Notwendigkeit interdisziplinärer methodischer Überlegungen, um mittelfristig Standards und einheitliche Grundlagen zu schaffen. Hier knüpft vorliegende Arbeit an, indem interdisziplinäre Überlegungen zum Thema Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung systematisch aufbereitet werden und die Erkenntnisse aus diesen Überlegungen in dem später vorgestellten Bewertungsansatz zusammengeführt werden. Mit dem Ansatz wird somit ein entscheidender Schritt für die Anerkennung der Nachhaltigkeitsbewertung als wissenschaftliche Methode geleistet.

---

[31] Web of Knowledge (ISI), Google Scholar (GS) und SCOPUS

[32] Anstelle von „assessment“ wird auch der Begriff „appraisal“ verwendet. Da die Ergebnisse der Datenbanksuche aber nur exemplarisch die Vielfalt der Arbeiten verdeutlichen soll, wurde der Begriff „appraisal“ nicht extra recherchiert.

[33] Bei ISI ergab die Abfrage in der Kategorie „Topic“ über 6.500 Treffer. GS fand über 7000 Arbeiten mit „der genauen Wortgruppe“ die „irgendwo im Text“ auftaucht. Mit der weiteren Einschränkung, dass die Wortgruppe im Titel erscheinen muss, fand ISI 353 Artikel und GS noch 760 (Stand 2.11.2011). SCOPUS konnte „sustainability assessment“ in den Schlagwörtern („Keywords“) von über 300 Artikeln zwischen 2005 und 2011 nachweisen.

3.1. Bewertungsverfahren, Gütekriterien qualitativer und quantitativer Forschung

Nachhaltigkeitsbewertung muss, wie andere Bewertungsverfahren auch, unter Berücksichtigung allgemeiner Gütekriterien qualitativer und quantitativer Forschung durchgeführt werden. Da diese Kriterien nicht spezifisch für Nachhaltigkeitsbewertungen relevant sind, werden sie hier in verkürzter Form vorgestellt (weiterführende Literatur z.B. Bortz & Döring 2006; Diekmann 1998; Flick 2010).

Giegrich (1995, S. 256) definiert „Bewertung" als

„die Verknüpfung der zugänglichen Informationen eines Sachverhaltes mit dem persönlichen Wertesystem zu einem Urteil über den entsprechenden Sachverhalt."

Eine Bewertung ist nach dieser Definition immer subjektiv, weil sie von dem persönlichen, vom Subjekt abhängigen Wertesystem, den individuell verfügbaren Informationen und deren Verknüpfung durch den Bewerter abhängig ist. Um die Subjektivität in geordnete Bahnen zu lenken werden gewisse Qualitätsanforderungen an Bewertungsverfahren gestellt.

Qualitätsanforderungen an ein Bewertungsverfahren in Anlehnung an Sieler 1994 (zitiert aus Baumgartner 2004, ergänzt und erweitert nach Legewie 2005):

- *Vollständigkeit:*
  Möglichst alle Aspekte und Wirkungen des Bewertungsobjekts werden eingeschlossen.
- *Reliabilität (Zuverlässigkeit):*
  Die Anforderung betrifft die Abbildungsgüte des Bewertungsverfahrens. Wird das Zielobjekt verlässlich bewertet und sind die Ergebnisse reproduzierbar? Identische Bewertungsobjekte sollten bei wiederholter Anwendung des Verfahrens gleich bewertet werden (Zufallsfehler ausgenommen). Möglichkeiten zur Überprüfung sind:
  - Paralleltest-Reliabilität
  - Retest-Reliabilität
  - Innere Konsistenz
- *Objektivität:*
  Die Bewertungsergebnisse sollen möglichst unabhängig von den Bewertenden sein, also vor subjektiven Einflüssen geschützt werden. Das bedeutet, dass unterschiedliche Bewerter mit dem gleichen Bewertungsverfahren übereinstimmende Ergebnisse erhalten. Das ist eine theoretische Anforderung, die praktisch nicht zu hundert Prozent erfüllt werden kann, da Forscher (hier die Bewerter[34]) immer auch Teil der Forschung sind und Subjektivität aufgrund dessen nicht vollständig ausgeschlossen werden kann (vgl. Giegrich 1995). Das Ziel ist deshalb die Subjektivität einer Bewertung, also den persönlichen Einfluss eines Bewerters zu minimieren und zu kontrollieren, bspw. durch eine transparente und regelegeleitete Vorgehensweise. Objektivität kann auf drei Ebenen unterschieden werden:
  - Durchführungsobjektivität: Lückenlose Dokumentation
  - Auswertungsobjektivität: Konsistenz der Auswertung
  - Interpretationsobjektivität: Konsistenz der Interpretation der erhobenen Daten Subjektunabhängig
- *Validität (Gültigkeit):*

[34] Als „Bewerter" werden in der Arbeit die Personen bzw. Gruppen bezeichnet, die die Bewertung ausführen.

Beschreibt die inhaltliche Abbildungsgüte, beziehungsweise die inhaltliche Genauigkeit des Verfahrens, mit dem das Zielobjekt bewertet wird.

Reliabilität, Objektivität und Validität sind die am häufigsten angelegten Gütekriterien empirischer Sozialforschung. Die Beschreibung der Kriterien in verschiedenen Quellen führt in der Gesamtschau teilweise zu unscharfen Abgrenzungen, inhaltlichen Dopplungen und Überschneidungen der einzelnen Kriterien. Das liegt unter anderem an unterschiedlichen Anforderungen an qualitative und quantitative Ansätze. In folgender Tabelle werden die Unterschiede der Gütekriterien für die Paradigmen qualitativer und quantitativer Forschung nach einer Sammlung von Brühl und Buch dargestellt (Tab. 4):

Tab. 4: Gütekriterien Bewertungsverfahren (Brühl & Buch 2006, S. 22).

	Qualitatives Paradigma	**Quantitatives Paradigma**
Objektivität	Confirmability: Inwieweit sind die Daten bestätigt (Lincoln/Guba 1985)	Inwieweit sind die Daten unabhängig vom Forscher (Bortz/Döring 2002)
Reliabilität	Dependability: Inwieweit beeinträchtigen Faktoren der Instabilität und Veränderung die Zuverlässigkeit (Lincoln/Guba 1985)	Inwieweit erzeugt das Verfahren auch bei Replikation die gleichen Ergebnisse (Bortz/Döring 2002)
Interne Validität	Credibility: Ergebnisse müssen glaubwürdig für die Forschungssubjekte sein (Lincoln/Guba 1985)	Inwieweit verursacht die unabhängige Variable tatsächlich die abhängige Variable (Shadish/Cook/Campbell 2002)
Externe Validität	Transferability: die Übertragbarkeit hängt davon ab, dass die Kontexte der Untersuchung und der Situation auf die übertragen werden soll, ähnlich sind (Lincoln/Guba 1985)	Inwieweit lassen sich die Kausalrelationen auf andere Personen, Situationen etc. übertragen (Shadish/Cook/Campbell 2002)

Weitere Gütekriterien sind:

- *Praktikabilität:*
  Die Durchführbarkeit mit den zur Verfügung stehenden Mitteln sollte gewährleistet sein.

- *Legitimität:*
  Die Legitimität eines Bewertungsansatzes ist von mehreren Faktoren abhängig. Glaubwürdigkeit, Transparenz und die fachliche Expertise der Bewertenden gehören ebenso dazu, wie die anderen Gütekriterien. Allen voran sind die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen bzw. die Integration gesellschaftlicher Wertvorstellungen ausschlaggebend für die Legitimität eines Bewertungsansatzes (vgl. z.B. Baumgartner 2004 nach Sieler 1994). Das zugrunde liegende Legitimitätsverständnis wird auf S. 30 näher erläutert.

Zur Klärung des Legitimitätsverständnisses

Der Legitimitätsbegriff ist grundlegend für eine glaubwürdige Umsetzung und Anerkennung der Nachhaltigkeitsbewertung. Er bedingt die gesellschaftliche Relevanz und Konsensfähigkeit[35] der Bewertung und ist ausschlaggebend für den Interpretationsrahmen der Bewertungsergebnisse.

Legitimitätsschaffende Aspekte sind beispielsweise der Bezug des Bewertungsansatzes zu einem gesellschaftlichen, auf demokratischen Prozessen basierenden Nachhaltigkeitskonzept (z.B. Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung) oder auch die Einbindung relevanter, auch externer Anspruchsgruppen in den Bewertungsprozess.

Eine hohe Legitimität kann demnach erreicht werden:

- durch die Einbindung (mittelbar) demokratisch erhobener und deshalb konsensfähiger Wertvorstellungen

oder

- durch die Einbindung wichtiger Anspruchsgruppen und deren Wertvorstellungen.

Für die weiteren Ausführungen in der Arbeit im Zusammenhang mit dem Bewertungsansatz sind die zwei genannten Punkte maßgeblich. Es gibt aber noch weitere legitimitätsschaffende Aspekte und Mischformen. Ein Bewertungsansatz kann bspw. auch ohne die Integration gesellschaftlicher Wertvorstellungen legitim sein. Dann ist jedoch der Legitimitätsrahmen im Vergleich eingeschränkt. Beispiel: Ein Bewertungssystem mit Kennzahlen wird in einem Unternehmen aufgebaut. Die Kennzahlen und Zielvorgaben wurden aus dem Unternehmen heraus, direkt vom Vorstand, eigenständig festgelegt. Weder Kunden, noch Verbände oder sonstige externe Gruppen wurden in den Prozess der Kennzahlermittlung einbezogen. Das Bewertungssystem ist vom Vorstand des Unternehmens legitimiert und für diesen sind die Ergebnisse informativ, aussagekräftig und auch glaubwürdig. Die vom Vorstand ausgegebenen Kennzahlen sind aber nicht dazu geeignet, die Nachhaltigkeit des Unternehmens per se, etwa in einem nationalen Vergleich, zu beurteilen. Aussagen in dieser Form können nur bedingt glaubwürdig sein. Der Legitimitätsrahmen beschränkt sich also auf die eigene Unternehmensebene.

Die Bedeutung von Nachhaltigkeit ist von gesellschaftlichen Wertvorstellungen abhängig. Deshalb ist die Frage der Legitimation besonders für die Interpretation der Ergebnisse wichtig. Ergebnisse sollten nur im Bezug zu dem Legitimitätsrahmen des Bewertungsansatzes interpretiert werden (im Beispiel oben nur auf Unternehmensebene, nicht zwischen Unternehmen).

Legitimität, Legitimation sowie die Fragen von Legitimationsbedürftigkeit und –fähigkeit werden in einem eigenen Forschungszweig der Politikwissenschaften beforscht und sind als solcher normativ wie empirisch ausführlich beschrieben. Ein vertiefender Einblick wird beispielsweise in dem Leviathan Sonderband „Der Aufstieg der Legitimitätspolitik“ gegeben (Nullmeier, Geis & Daase 2012). Eine privatwirtschaftlich fokussierte Auseinandersetzung mit Fragen der Legitimität veröffentlichte Jastram (2012) „Legitimation privater Governance“.

[35] Konsensfähigkeit wird als Voraussetzung gesellschaftlicher Akzeptanz verstanden.

3.2. Literaturanalyse und Kategorisierungsansatz für Nachhaltigkeitsbewertungen

Die hohe Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen zum Thema Nachhaltigkeitsbewertung wurde bereits thematisiert (siehe S. 27). Um dennoch einen inhaltlichen Überblick über den Stand der Publikationen gewinnen zu können, wurde eine systematische Literaturanalyse mit Hilfe eines Kategorisierungsansatzes durchgeführt.

In diesem Kapitel wird zunächst der Kategorisierungsansatz vorgestellt. Er ermöglicht die Analyse von Veröffentlichungen, ohne ins Detail der Untersuchung zu gehen. Unterschiede und Gemeinsamkeiten konnten so mit vertretbarem Aufwand identifiziert und zwischen den Veröffentlichungen verglichen werden. Anschließend werden die Ergebnisse der Literaturanalyse zusammengefasst.

3.2.1. Kategorisierungsrahmen Nachhaltigkeitsbewertung

Der angewandte Kategorisierungsrahmen für Nachhaltigkeitsbewertung basiert auf mehreren Metastudien (Buytaert et al. 2011; Eales et al. 2005; Gasparatos 2010; Hacking & Guthrie 2008; Ness et al. 2007). In den Metastudien wurden Kategorisierungsansätze für Nachhaltigkeitsbewertungen oder Bewertungsinstrumente angewandt, die sich unterschiedlich stark hinsichtlich der untersuchten Eigenschaften überschneiden (Tab. 5).

Tab. 5: Überschneidungen Metastudien Nachhaltigkeitsbewertung.

Untersuchte Eigenschaften / Autoren	*Untersuch-ungsziel*	*Nachhaltig-keitsmodell*	*Auswertungs-technik/-methoden*	*Integration*	*Partizipation*
Ness et al. 2007	✓		✓	✓	
Hacking & Guthrie 2008	✓	✓	✓	✓	
Gasparatos 2010		✓	✓	✓	✓
Buytaert et al. 2011	✓	✓	✓		
Eales et al. 2005		✓	✓	✓	✓

In dem angewandten Kategorisierungsrahmen für Nachhaltigkeitsbewertungen wurden ausgewählte kategorienbildende Eigenschaften aus den Metastudien neu strukturierte und untersucht (Abb. 5) Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen wurden in dem Rahmen auf drei Ebenen analysiert:

1. <u>Wo ist die Nachhaltigkeitsbewertung methodisch einzuordnen (Typ)?</u>
   Für die weitere Untergliederung wurden vier, ebenfalls anhand der Metastudien identifizierte, Grundtypen verwendet: monetäre oder wertbezogene Ansätze, stoffflussbasierte Ansätze, multikriterielle und indikatorbasierte Ansätze.

2. <u>Was sind die normativen Rahmenbedingungen der Nachhaltigkeitsbewertung?</u>
   Hierbei geht es um die Frage der in der Bewertung berücksichtigten Nachhaltigkeitsdimensionen bzw. das Nachhaltigkeitsmodell (siehe 2.3.2 Konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit) und um das Untersuchungsziel, das neben inhaltlichen Aspekten auch den zeitlichen Rahmen der Untersuchung beeinflusst.

3. <u>Wie wird die Nachhaltigkeitsbewertung in der Studie konkret umgesetzt?</u>
   Die hier erfassten Eigenschaften sind kennzeichnend für die operative Ebene der Nachhaltigkeitsbewertungen. Es wird dokumentiert, welche Techniken zur Ermittlung der Indikatorwerte eingesetzt werden, ob und wie Nachhaltigkeitsdimensionen integrativ betrachtet werden

und ob gesellschaftliche Wertmaßstäbe durch Beteiligung Dritter eingebunden werden. Besonders die Aspekte Integration (vgl. 2.3.2.2) und Partizipation als Legitimationsaspekt (vgl. S.30) sind wichtige Anhaltspunkte für die Kategorisierung von Bewertungsansätzen.

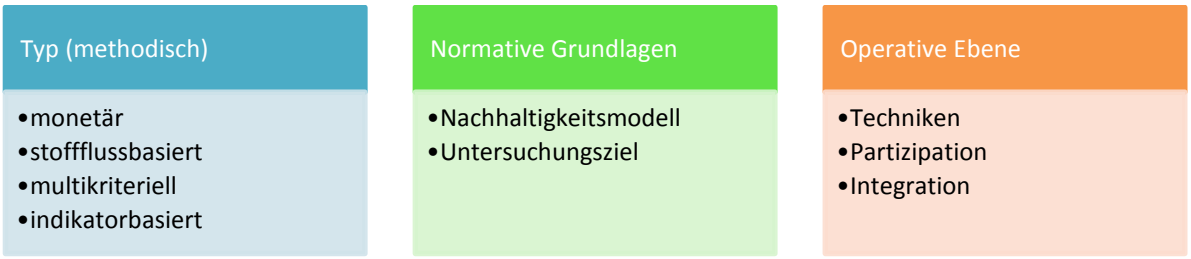


Abb. 5: Kategorienbildende Eigenschaften

3.2.2. Zusammenfassung der Literaturanalyse

Im Rahmen der Arbeit wurden über einhundert Veröffentlichungen[36] zu Nachhaltigkeitsbewertung begutachtet und mit Hilfe des Kategorisierungsansatzes analysiert.

Selbst mit der relativ offenen Kategorisierung nach *Bewertungsansätzen* war eine eindeutige Zuordnung der Studien nicht durchgängig möglich. In einigen Veröffentlichungen wurden gleichzeitig mehrere Methoden und Mischformen verschiedener Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung verwendet. Dies zeigt, dass nicht nur die Anzahl, sondern auch die Diversität der angewandten Methoden[37] groß ist.

Tab. 6 zeigt einen Ausschnitt sogenannter Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung:

Tab. 6: Sogenannte Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung.

Stofffluss	Indikator	Monetär	Multikriteriell	Sonstige
Ökobilanz Energy Flow LCC, S-LCA Exergie Analyse Ecological Footprint WAR-Algorithmus …	Sustainable Product Analysis Sustainable Network Theory Criteria & Indicators Environmental Impact Assessment …	Kosten-Nutzen-Analyse Umweltökonomische Gesamtrechnung Kapitalwertmethode Energy-ROI Environmental Value added Sustainable Value added ABC-Analyse …	AHP/NWA Kosten-Nutzen-Analyse Szenarienanalyse Workshop/Fragebogen/ Interview Fuzzy Approach SUMMA MAUT Delphie …	Technikfolgenabschätzung Produktlinienanalyse Risikoanalyse Safety Index Backcasting System Pertubation Analysis Sensitivitätsanalyse Verbal-argumentative Methode …

Die Analyse nach Bewertungsansätzen zeigt weiter, dass indikatorbasierte Ansätze die anwendungsstärkste Gruppe unter den betrachteten Studien sind. Indikatoren werden für Berichterstattungen, zu Monitoringzwecken und zur Ermittlung des Status Quo eingesetzt. Sie ermöglichen den Einblick in

[36] Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Journals.
[37] Hinweis: wenn hier von Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung die Rede ist, dann bezieht sich diese Bezeichnung auf die in den Veröffentlichungen als solche bezeichneten Methoden. Aus diesem Grund ist hier beispielsweise Ökobilanz als „Methode der Nachhaltigkeitsbewertung“ aufgeführt, auch wenn diese nach der hier vorgestellten Konzeption die an eine Nachhaltigkeitsbewertung zu stellenden Ansprüche nur teilweise erfüllt.

komplexe Systeme und machen Entwicklungen oder Phänomene wahrnehmbar, die sonst nicht ohne weiteres sichtbar sind. In der Agenda 21 wird die Notwendigkeit des Aufbaus von Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung sogar ausdrücklich formuliert (UNCED 1992, Kapitel 40). Indikatoren werden auf allen Ebenen und in allen Bereichen der Nachhaltigkeitsbewertung eingesetzt. Ihre Eignung dafür beruht in erster Linie auf dem Potenzial, Informationen durch Vereinfachung, Selektion und Aggregation der Ursprungsdaten in optimaler Weise, sowohl für die designierte Zielgruppe, als auch objektbezogen bereitzustellen. Wesentliche Unterscheidungen bei indikatorbasierten Ansätzen sind die Betrachtungsebenen, die Verwendung bzw. die Auswahl der Indikatoren sowie die Methoden zur Ermittlung der Indikatorwerte (Auswertungsmethoden).

Ausgehend von der etablierten Ökobilanzmethode werden stoffflussbasierte Ansätze ebenfalls häufig zur Nachhaltigkeitsbewertung eingesetzt. Die Bandbreite stoffflussbasierter Ansätze reicht von klassischen, ökologisch fokussierten Modellierungen von Wirkungskategorien, über erweiterte Formen wie Life Cycle-Costing und Social-LCA, bis hin zu Sonderformen der stoffflussbasierten Nachhaltigkeitsbewertung wie Exergie-Analysen[38].

Die Literaturrecherche zeigte besonders im Bereich der Produkt- und Prozessbewertung eine Dominanz indikatorbasierter Ansätze in Kombination mit Lebenszyklusmodellen.

Unter den monetären Ansätzen zur Nachhaltigkeitsbewertung gehört die Nutzen-Kosten-Analyse zu den häufigsten Umsetzungsformen (vgl. z.B. Bebbington, Brown, & Frame 2007; Boardman et al. 2011; Buytaert et al. 2011). Ein explizit zur Nachhaltigkeitsbewertung entwickelter monetärer Ansatz ist der Sustainable Value Added (SVA)[39]. Dieser findet allerdings bisher in erster Linie auf Makroebene Verwendung. Allen wertorientierten Ansätzen gemein, ist die besondere Schwierigkeit der Monetarisierung ökologischer und sozialer Aspekte wie zum Beispiel Biodiversitätsverlust oder tödliche Arbeitsunfälle.

Multikriterielle Ansätze wurden hauptsächlich für Bewertungen auf regionaler oder politischer Ebene angewandt. Im Mittelpunkt der Nachhaltigkeitsbewertung standen dann i.d.R. der Beteiligungsprozess von Entscheidungsträgern und die Integration der relevanten Stakeholdergruppen. Die Kombination von Multikriterien- und Szenarienanalysen zeigte sich dabei als besonders aussagekräftig.

3.3. Identifizierung von Gestaltungsfeldern der Nachhaltigkeitsbewertung

Die Literaturanalyse in Kapitel 3.2 zeigte: die fehlende Standardisierung erzeugt eine erhebliche und unübersichtliche Diversifikation der Nachhaltigkeitsbewertung. Wegen der damit einhergehenden methodischen Flexibilität wird die Interpretation von Nachhaltigkeitsbewertungen nur unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen einer Bewertung als sinnvoll und zielführend erachtet. Diese

[38] Die Exergie-Analyse ist eine thermodynamische Rechenmethode, die die Energieumwandlung innerhalb eines Systems bewertet, um die Prozesseffizienz zu messen und zu steigern.

[39] Der Ansatz basiert auf den Prinzipien der starken Nachhaltigkeit. Anders als beispielsweise die Ermittlung von Vermeidungskosten ist der SVA nicht schadens- sondern wertorientiert (Figge & Hahn 2004b). Durch den SVA soll beurteilt werden, welcher Wert durch den Einsatz einer Ressourcenmenge X, im Vergleich zu einer Benchmark (z.B. einem anderen Unternehmen) generiert wird. Werden die Ressourcen effizienter eingesetzt als im Vergleichsbetrieb (oder sonstiger Benchmark), wird ein Sustainable Value generiert (Müller et al. 2009). Ziel der Methode ist, die Opportunitätskosten für die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit zu berechnen und in Geldwerten auszudrücken.

Rahmenbedingungen werden folgend als sogenannte Gestaltungsfelder der Nachhaltigkeitsbewertung erörtert.

Gestaltungsfelder sind einerseits von normativen Umständen abhängig, andererseits von operativen Eigenschaften der Bewertung. Sie sind von entscheidender Bedeutung für die Interpretation von Nachhaltigkeitsbewertungen. Beispielsweise kann bei einer Nachhaltigkeitsbewertung nur die ökologische Dimension bewertet werden, während bei einer anderen Nachhaltigkeitsbewertung des gleichen Objekts auch ökonomische und soziale Faktoren in die Bewertung integriert werden. Die Bewertung *der Nachhaltigkeit* des Objekts kann aufgrund dieser Unterschiede unter Umständen sogar gegensätzlich ausfallen.

Die Gestaltungsfelder wurden auf Grundlage der in 3.2 durchgeführten Literaturanalyse und den konstitutiven Elementen der Nachhaltigkeit (2.3.2) abgeleitet.

Ein Gestaltungsfelder, das weder normativ begründet ist, noch mit der operativen Umsetzung zusammenhängt, sei hier vorweggenommen: (1) die heterogene Terminologie in Nachhaltigkeitsbewertungen. Bereits die Verwendung der Begriffe Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung bzw. *sustainability assessment* sind grundsätzlich uneinheitlich - was an der bereits erläuterten mangelnden Standardisierung liegt. Darüber hinaus werden aber Begriffe, die in erster Linie hierarchische Bewertungsebenen anzeigen, wie zum Beispiel Indikator, Kriterium, Thema, Ziel oder Aspekt, ebenfalls uneinheitlich verwendet.

3.3.1. Normativer Einfluss - Fragen der Perspektive

Der normative Einfluss wird von der Perspektive des Bewertenden bestimmt. Von welchem Nachhaltigkeitsverständnis geht der Bewertende aus, welche Dimensionen und Themen werden bewertet? Diese Frage der Perspektive ist ein besonders auffälliger und entscheidender Unterschied zwischen Nachhaltigkeitsbewertungen, denn davon ist nicht nur das zugrunde gelegte Nachhaltigkeitsmodell abhängig (siehe 2.3.2 Konstitutive Elemente). Außerdem bestimmt die Wahrnehmung von Nachhaltigkeit mit, ob ein globales und integratives Konzept, separate Kapitalarten oder ein singulärer Faktor (z.B. Klima) operationalisiert werden soll.

Zu den normativen Rahmenbedingungen einer Bewertung gehören, in Anlehnung an die konstitutiven Elemente:

(2) Das zugrunde gelegte Nachhaltigkeitsmodell.
(3) Eine holistische oder reduktionistische Sichtweise.
(4) Die Einstellung zu integrativen oder expliziten Themen.
(5) Der Kulturkreis.

3.3.1.1. Nachhaltigkeitsmodell

Das bei einer Bewertung zugrunde gelegte Nachhaltigkeitsmodell ist der erste Anhaltspunkt für das Nachhaltigkeitsverständnis des Bewerters. Es wurde bereits erläutert, dass das Drei-Säulen-Modell mit den Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales das heute dominierende Modell ist (siehe Kapitel 2.3.2). Es ist aber nicht das Einzige. Ausgehend von den drei Dimensionen reduzieren sich beispielsweise stoffflussbasierte Ansätze auf eine eindimensionale Bewertung ökologischer Faktoren. Stellenweise wurden auch etablierte Dimensionen (Ökologie, Ökonomie, Soziales) durch neue er-

setzt. Bottero, Comino, und Riggio (2011) verglichen in einer Multikriterienanalyse die Nachhaltigkeit verschiedener Szenarien, anhand ökonomischer und ökologischer Aspekte sowie eines sogenannten Technologiefaktors. Soziale Faktoren wurden nicht betrachtet.

Abweichungen vom Drei-Säulen-Modell werden häufig damit begründet, dass erforderliche Daten fehlen (vgl. u.a. Zah et al. 2007). Andere Studien beruhen einfach auf einer anderen Interpretation des Nachhaltigkeitsbegriffes (vgl. u. a. Dewulf & Van Langenhove 2002; Lems, van der Kooi, & Arons 2002; Roes & Patel 2011).

3.3.1.2. Holismus vs. Reduktionismus

Ganzheitlich, universell, umfassend, holistisch, global – das sind synonym verwendete Begriffe für Nachhaltigkeitsbewertungen, in denen angestrebt wird *alle relevanten* Einflussfaktoren zu betrachten (Gibson & Hassan 2005). Im Vergleich dazu zielen reduktionistische Bewertungsansätze darauf ab nur die wichtigsten oder ausschlagegebenden Faktoren zu berücksichtigen.

Für holistische Bewertungsansätze werden in der Regel sehr viele Indikatoren oder Parameter erfasst. In einem reduktionistischen Ansatz kann ein einziger Indikator ausreichend sein. Der eine Indikator steht dann stellvertretend für die Nachhaltigkeit des gesamten Bewertungsobjekts (siehe Box 3).

Box 3: Bewertungsobjekt

Da das Spektrum von Nachhaltigkeitsbewertungen absolut uneingeschränkt ist, werden in der vorliegenden Arbeit zur Vereinfachung alle Zielobjekte von Nachhaltigkeitsbewertungen, verallgemeinernd **Bewertungsobjekte** genannt.

Das Bewertungsobjekt schließt die zur Bewertung stehenden Sachgegenstände, Strategien, Facetten, Szenarien, Konfigurationen ein. Ein Bewertungsobjekt kann zum Beispiel eine Tasse sein, oder eine Tasse aus Maisstärke, oder eine Fabrik die Tassen herstellt, oder der Vergleich des innovativen Produktionsprozesses auf Basis von Maisstärke mit der konventionellen Tassenproduktion. Bewertungsobjekte können aber auch politische Strategien, die Wälder Europas oder die gesellschaftliche Entwicklung der Bundesrepublik sein.

Durch die allgemeine Bezeichnung Bewertungsobjekt werden alle Zielobjekte neutral benannt.

Es gibt keine scharfe Grenze zwischen den Ansätzen, die Übergänge sind fließend. Ein Beispiel für einen holistischen Ansatz ist die Nachhaltigkeitsberichterstattung nach dem Leitfaden der Global Reporting Initiative (GRI) mit einigen Dutzend Indikatoren. Ein reduktionistischer Ansatz ist beispielsweise die Nachhaltigkeitsbewertung mit Exergie-Analyse (stellv. Lems et al. 2002; Li et al. 2011; Rosen & Dincer 2001).

Die Diskussion um Vor- und Nachteile der Varianten wird kontrovers geführt. Bei globalen Ansätzen wird die kontextbezogene Operationalisierbarkeit bisweilen in Frage gestellt (vgl. z.B. Windoffer 2011). Je mehr Aspekte bewertet werden sollen, desto stärker steigen die Ansprüche an die Datengrundlage. Das erhöht ebenfalls den Bedarf an interdisziplinärem Fachwissen zur Auswertung der Daten und zur Interpretation der Ergebnisse. Ein gesteigertes Fehlerpotenzial und hoher Arbeitsaufwand resultieren daraus. Des Weiteren wird die Aussagekraft holistischer Bewertungsansätze kriti-

siert, da die Gefahr, redundante oder irrelevante Faktoren zu bewerten, erhöht ist. Auf der anderen Seite sind reduktionistische Ansätze in der Regel leichter anwendbar und übersichtlicher. Aufgrund der eingeschränkten Betrachtungsweise besteht eine höhere Gefahr, dass wesentliche Aspekte unberücksichtigt bleiben. Dies bringt in der Regel eine stärkere Subjektivität der Bewertung mit sich, was sich wiederum negativ auf die gesellschaftliche Legitimität der Bewertungsergebnissen auswirkt (Windoffer 2011).

3.3.1.3. Integration

Die Integration[40] der Nachhaltigkeitsdimensionen ist von dem angewandten Nachhaltigkeitsmodell ebenso abhängig wie von der holistischen oder reduktionistischen Ausrichtung des Bewertungsansatzes. Trivial: wird nur eine „Säule" der Nachhaltigkeit bewertet, gibt es keine weitere zu integrieren und bei einem einzigen Indikator muss alles in diesem integriert sein.

Bei mehrdimensionalen Betrachtungen reicht der Grad der Integration von null bis hundert und auch hier sind die Übergänge fließend. Gheewala et al. (2011) führten beispielsweise drei voneinander vollkommen unabhängige Bewertungen durch, um die Nachhaltigkeit eines Bioraffinerieprojekts in Thailand zu evaluieren – eine ökologische, eine soziale und eine ökonomische Bewertung. In anderen Arbeiten wurden soziale, ökologische und ökonomische Aspekte in einem einzigen Verfahren integriert (z.B. SVA in Figge & Hahn 2004a) und wiederum andere Veröffentlichungen stellten getrennte Untersuchungen der Dimensionen vor, die aber abschließend, durch etwa eine Multikriterienanalyse (MKA), übergreifend bewertet wurden (z.B. Gnansounou 2011; Hayashi, van Ierland, & Zhu 2014)

Integrative Ansätze stehen in der Kritik unscharf und unverbindlich zu sein (Hauff & Kleine 2005; Windoffer 2011). Die Legitimität integrativer Ansätze ist deshalb stets in Abhängigkeit des Kontexts zu sehen. Sie sind nie allgemeingültig. Explizite Ansätze, beispielsweise Treibhausgasbilanzen, basieren häufig auf Erkenntnissen die problemlos übertragbar sind. Die Kombination unterschiedlicher Faktoren bei integrativen Betrachtungen ist im Gegensatz dazu nicht unbedingt auf andere Bewertungsobjekte übertragbar. Integrative Bewertungen können daher nur in Abhängigkeit vom Kontext der Untersuchung legitim sein.

Der Vorteil integrativer Bewertungsansätze ist die Möglichkeit, dimensionsübergreifend Wechselwirkungen und inhaltliche Überschneidungen zwischen den Dimensionen zu berücksichtigen.

[40] Hier gemeint ist die horizontale Integration, d.h. Zusammenführung unterschiedlicher Einflüsse – ökonomisch, ökologisch, sozial (Lee 2006).

3.3.1.4. Gesellschaft / Kulturkreis

Nachhaltigkeit ist stets eingebunden in das umgebende ökologisch-technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche System. Das bedeutet, dass sowohl relevante Anspruchsgruppen als auch institutionelle Rahmenbedingungen für das Nachhaltigkeitsverständnis ausschlaggebend sind. Die Bedeutung von Nachhaltigkeit ist deshalb abhängig von räumlichen und zeitlichen Bezügen in denen sich die Bedürfnisse der Menschen und damit deren Ansprüche an Nachhaltigkeit verändern. Für Bewertungen ist deswegen der Kulturkreis, innerhalb dessen Nachhaltigkeit oder nachhaltige Entwicklung referenziert wird, ausschlaggebend für die Interpretation der Ergebnisse (vgl. u.a. Bond & Morrison-Saunders 2009; Gibson 2006; Morrison-Saunders & Fischer 2006).

Zum Beispiel fanden Kulturforscher heraus, dass die Vermeidung von Korruption in Kulturkreisen mit hoher Machtdistanz oder starker Maskulinität kein besonders relevantes Nachhaltigkeitsziel ist, wohingegen es in Kulturen mit stark ausgeprägter Individualität ein sehr wichtiges Nachhaltigkeitsziel darstellt (Herbes 2013).

3.3.2. Operative Eigenschaften

Neben den bis hier genannten, eher vom Standpunkt und der Herkunft des Bewerters abhängigen Gestaltungsfeldern, gibt es weitere Merkmale, die als potenzielle Gestaltungsfelder bei der operativen Umsetzung der Nachhaltigkeitsbewertung identifiziert wurden:

(6) Flexibilität der Anwendungsmöglichkeit
(7) Systemgrenzen
(8) Auswahl der bewertungsrelevanten Nachhaltigkeitsaspekte
(9) Wahl der Auswertungsmethoden und Datengrundlagen
(10) Transparenz und Partizipation

3.3.2.1. Flexibilität

Das Gestaltungsfeld der Flexibilität bezieht sich auf das Einsatzspektrum eines Bewertungsansatzes. Ist es beispielsweise möglich, mit einem Ansatz eine politische Strategie zu bewerten und gleichermaßen einen industriellen Produktionsprozess? Ist es möglich, mit einem Ansatz ein Chemieunternehmen und ein Sportclub zu bewerten? Oder andersherum, wie sehr ist ein Bewertungsansatz auf genau eine Bewertungssituation oder ein Bewertungsobjekt festgelegt? Hierbei sind zwei Blickrichtungen zu unterscheiden: Die inhaltliche, durch den Kontext des Bewertungsobjekts vorgegebene Festlegung (z.B. Bewertung forstlicher Betriebe) und die Festlegung auf eine konkrete Bewertungsebene (z.B. wird ein Chemiekonzern auf Unternehmensebene bewertet, die Phenolherstellung auf Prozessebene und die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung auf nationaler Ebene).

Das potenzielle Bewertungsspektrum des Ansatzes wird durch den Grad der Spezialisierung für Objekte und Ebenen bestimmt. Daraus ergibt sich die Flexibilität des Bewertungsansatzes (Abb. 6). Die Flexibilität des Bewertungsansatzes wird größer, je mehr Bewertungsebenen und/oder Bewertungsobjekte mit dem Ansatz bedient werden können.

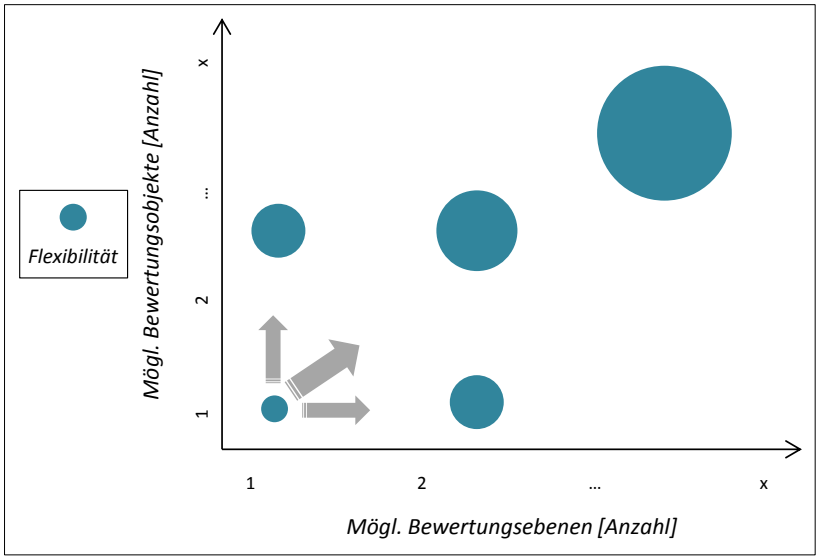


Abb. 6: Bewertungsspektrum.

Eine weiteres Merkmal der Flexibilität eines Ansatzes ist der mögliche zeitliche Betrachtungshorizont (ex post/ ex ante).

Ist ein Ansatz flexibel, können unterschiedliche Objekte auf gleicher Grundlage bewertet werden. Das kann zur Förderung von Standardisierungsprozessen beitragen. Des Weiteren können verschiedene Bewertungsobjekte in einem gemeinsamen Legitimitätsrahmen bewertet werden, was für die Interpretation der Ergebnisse äußerst relevant sein kann. Um sehr spezifische Fragestellungen zu beantworten, ist häufig dennoch ein hoher Spezialisierungsgrad notwendig.

Ein Beispiel für einen weitestgehend kontext- oder objektunabhängigen Ansatz ist der GRI-Leitfaden. Dieser ermöglicht die Bewertung von Unternehmen unterschiedlichster Branchen anhand von allgemeinen Kennzahlen wie Unfallzahlen, Betriebsergebnis oder Mitarbeiterfluktuation. Was wiederum nicht möglich ist, ist die Bewertung einzelner Prozesse des Unternehmens, da der Leitfaden nicht auf Prozessebene anwendbar ist. GRI ist also objekt-indifferent, aber ebenen-spezifisch. Als unflexibel, weil sowohl objekt-, als auch ebenen-spezifisch können beispielsweise Zertifizierungssystem wie das FSC-Siegel betrachtet werden. Dort wird Waldbewirtschaftung als *Objekt* auf der *Ebene* des Unternehmens bewertet. Die direkte Übertragung auf andere Bewertungsobjekte oder Betrachtungsebenen ist ohne weitere Abstrahierung der Bewertungskriterien von FSC nicht sinnvoll. FSC selber stellt deshalb zum Beispiel eine eigenständige Zertifizierung für die Produktkette bereit.

3.3.2.2. Systemgrenzen

Als weiteres potenzielles Gestaltungsfeld wurde die Setzung der Systemgrenzen identifiziert. Dieses Merkmal ist nicht nur im Fall von Nachhaltigkeitsbewertungen relevant, sondern fundamental für Bewertungen allgemein. Die Systemgrenzen definieren Ausgangs- und Endpunkt der Bewertung. Sie bedingen dadurch, neben dem Kontext des Bewertungsobjekts, die Bewertungsrelevanz von Nachhaltigkeitsaspekten und die Möglichkeiten der Auswertungsmethoden. Beispielsweise wären bei einer Systemgrenze *Werkstor* die Entsorgungsmöglichkeiten eines Produkts nach dessen Verwendung nicht relevant weil sie außerhalb der Betrachtung liegen. Diese Information könnte jedoch für einen Vergleich fossil- und biobasierter Produkte von entscheidender Bedeutung sein. Die Bestimmung bzw. Festlegung der Systemgrenzen ist deshalb eine Schlüsselfrage bei Bewertungsvorhaben.

3.3.2.3. Auswahl von Bewertungsaspekten

Als *Bewertungsaspekte* werden bewertungsrelevante Nachhaltigkeitsaspekte bezeichnet (siehe Box 2, S.16). Das sind quantitative oder qualitative Inhalte oder Werte, anhand derer die Nachhaltigkeit des Bewertungsobjekts gemessen wird. Die Auswahl von Bewertungsaspekten ist einer der zentralen Schritte der Nachhaltigkeitsbewertung, der sich unmittelbar auf die Ergebnisse der Bewertung auswirkt. Die Glaubwürdigkeit und die Legitimität der Bewertung werden davon entscheidend beeinflusst, wie bewertungsrelevante Aspekte bestimmt worden sind.

Bei der Bestimmung oder Festlegung von Bewertungsaspekten können drei grundsätzliche Vorgehensweisen unterschieden werden:

1. Verwendung bekannter und bestenfalls etablierter Sammlungen von Nachhaltigkeitsaspekten.
   Dabei werden bspw. verfügbare Indikatorsätze auf das Bewertungsobjekt übertragen und ggf. dafür angepasst (z.B. FSC, PEFC, Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, SETAC). In der Regel geht dem Einsatz etablierter Sammlungen eine ausführliche Recherche und Diskursanalyse voraus. Unter Umständen werden auch zusätzlich Stakeholder eingebunden, um die Legitimität zu erhöhen (z.B. Buchholz, Luzadis, & Volk 2009a; Gallego Carrera & Mack 2010).
2. Festlegung der Aspekte durch Experten und/oder Stakeholder in einem iterativen und partizipativen Prozess.
3. Bestimmung der Aspekte durch den Bewertenden.

Mischformen der drei Varianten sind ebenfalls üblich.

3.3.2.4. Auswertungsmethoden und Datengrundlage

Sind die Bewertungsaspekte einmal festgelegt, müssen Methoden zur *Auswertung* dieser Aspekte bestimmt werden (z.B. quantitativ, qualitativ, Modellierung, Messung, Parameter A, Parameter B). Dies ist als weiteres Gestaltungsfeld identifiziert worden, da die Auswertungsmethoden (Methoden und Techniken zur Ermittlung von Indikatorwerten) ebenfalls direkt Einfluss auf die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung haben können und es auch hierfür keine Standardlösung gibt.

Die Auswertungsmethoden sind vom Bewertungsziel und den Adressaten der Untersuchung abhängig. Das Ziel bei einer Nachhaltigkeitsbewertung sollte daher sein, Auswertungsmethoden auf geeigneter Detailtiefe zu wählen.

In unmittelbarem Zusammenhang mit der Auswertungsmethode steht die verwendete bzw. verwendbare Datengrundlage. In den analysierten Veröffentlichungen wurden überwiegend quantitative Daten aus Literaturrecherchen, Berichten oder Datenbanken verwendet oder welche, die in Befragungen erhoben wurden. Als Benchmarks dienen häufig rechtliche oder normative Setzungen, z.B. Treibhausgasminderungsziele der EU. Qualitative Daten wurden nur in Ausnahmefällen verwendet. Entweder wurden von vornherein nur Bewertungsaspekte festgelegt, die numerische ausgedrückt werden können (datenzentrierter Ansatz) oder einzelne Aspekte bzw. Nachhaltigkeitsdimensionen – meist im Bereich Soziales – wurden in den Bewertungskatalog aufgenommen, aber aus Ermangelung quantitativer Bewertungsmethoden am Ende nicht ausgewertet (inhaltszentrierter Ansatz).

3.3.2.5. Partizipation und Transparenz

Nachhaltigkeit ist ein gesellschaftliches Konzept (vgl. Kapitel 2.5). Die Partizipation als Form der Einbindung relevanter gesellschaftlicher Anspruchsgruppen im Rahmen einer Nachhaltigkeitsbewertung hat deshalb direkte Auswirkungen auf den Legitimitätsrahmen der Bewertung. Partizipation steht als Gestaltungsfeld stellvertretend für die Integration gesellschaftlicher Wertvorstellung durch die Einbindung relevanter Anspruchsgruppen im Bewertungsvorgang.

Das Gestaltungsfeld der Transparenz steht gewissermaßen über allen anderen Gestaltungsfeldern. Es ist ein entscheidender Faktor für die Glaubwürdigkeit des Ansatzes, für die Interpretation der Ergebnisse sowie deren Vergleichbarkeit. Die Auswahl der Bewertungsaspekte, der Auswertungsmethoden, der Systemgrenzen, der Datengrundlage etc. können auf unterschiedlichen Wegen erfolgen. Außerdem beeinflusst das zugrunde gelegte Nachhaltigkeitsmodell, so wie die anderen normativen Einflüsse, den Ablauf und das Resultat einer Bewertung. Da es bislang keine wissenschaftliche Einigung über die Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung gibt, können viele Wege zu einem „richtigen" Ergebnis führen. Das Ergebnis lässt sich aber nur korrekt interpretieren und in einen Legitimitätsrahmen integrieren, wenn absolut nachvollziehbar ist, wie es zustande kommt und für was es eigentlich ein Ergebnis liefert. Es sollte zum Beispiel transparent gemacht werden, wenn nur ökologische Faktoren bei einer Nachhaltigkeitsbewertung betrachtet werden. Aus Sicht eines dreidimensionalen Nachhaltigkeitskonzepts wäre dies nur eine Teilbewertung.

Transparenz ist derzeit die beste Möglichkeit Nachhaltigkeitsbewertung glaubwürdig und reproduzierbar zu machen und die einzige Möglichkeit, Vorwürfe wie den des Greenwashing zu entkräften.

3.3.3. Zusammenfassung der Gestaltungsfelder der Nachhaltigkeitsbewertung

Die Auswertung von über 100 Veröffentlichungen zeigte die Vielfältigkeit von Nachhaltigkeitsbewertungen. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal war das Nachhaltigkeitsverständnis der Bewertenden, was unter anderem daran zu erkennen war, welche Nachhaltigkeitsdimensionen thematisiert und bewertet wurden. Des Weiteren unterschieden sich die Ansätze methodisch in vielerlei Hinsicht.

Anhand der recherchierten Nachhaltigkeitsbewertungen wurden allgemeine, sogenannte Gestaltungsfelder identifiziert, die relevant für die Interpretation, die Vergleichbarkeit und den Legitimitätsrahmen der Ergebnisse von Nachhaltigkeitsbewertungen sind.

- Terminologie
  Wie werden Begriffe eingesetzt? Wie sind Begriffe definiert?
- Nachhaltigkeitsmodell
  Welches Nachhaltigkeitsverständnis liegt der Bewertung zu Grunde?
- Integration
  Sind die Säulen der Nachhaltigkeit bei der Bewertung wechselseitig integriert, oder werden sie separat betrachtet?
- Holismus/Reduktionismus
  Ist das Ziel eine umfassende Bewertung, oder handelt es sich um eine punktuelle Betrachtung einzelner oder weniger Faktoren?

- Gesellschaft / Kulturkreis
  In welchem Kulturkreis wird Nachhaltigkeit im Bewertungsfall referenziert? Was ist die Legitimationsgrundlage der Bewertung?
- Flexibilität
  Ist die Nachhaltigkeitsbewertung objekt- oder ebenenspezifisch? In welchem Bewertungsspektrum kann der Ansatz verwendet werden? Gibt es zeitbezogene Einschränkungen?
- Systemgrenzen
  Wo liegen die Systemgrenzen und wie wurden sie bestimmt? Prozessbezogen, zeitlich und räumlich.
- Auswahl der Bewertungsaspekte
  Wie und durch wen werden die bewertungsrelevanten Aspekte bestimmt?
- Auswertungsmethode/n
  Welche Methoden werden für die Auswertung genutzt (z.B. welche Parameter für Indikatoren)? Werden die Bewertungsaspekte der Methode angepasst? Oder wird die Methode der Bewertung angepasst?
- Datengrundlage
  Welche Daten werden ausgewertet? Was sind Datenquellen? Werden nur Aspekte betrachtet, die numerisch erfasst werden können, oder gibt es die Möglichkeit der qualitativen Betrachtung? Ist der Ansatz datenzentriert (Kriterien werden bewertet, wenn Daten zur Verfügung stehen) oder inhaltszentriert (Kriterien werden bewertet, wenn sie relevant sind)?
- Partizipation
  Sind relevante Anspruchsgruppen bzw. Stakeholder involviert?
- Transparenz
  Ist nachvollziehbar, auf welcher Grundlage und in welchem Rahmen die Ergebnisse zu interpretieren sind? Ist bekannt, wer die Aspekte oder Indikatoren ausgewählt hat, wie sie ausgewählt und wie sie dann ausgewertet wurden? Ist bekannt, welches Nachhaltigkeitsmodell der Bewertung zugrunde liegt? Etc.

Abb. 7 fasst die Gestaltungsfelder übergreifend zusammen.

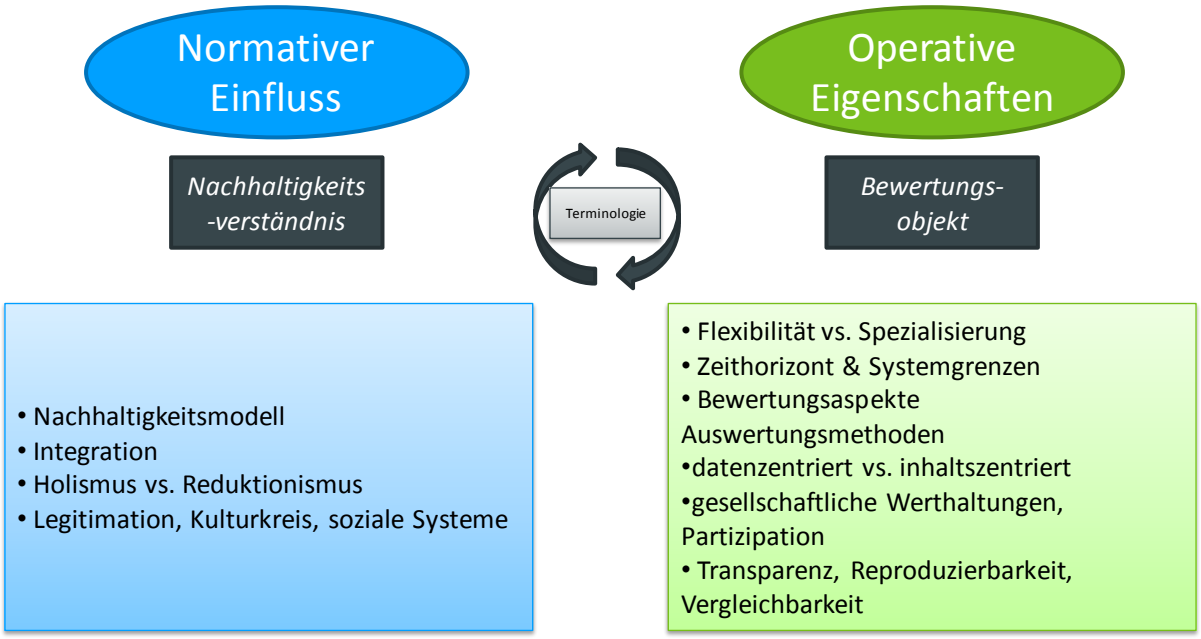


Abb. 7: Gestaltungsfelder der Nachhaltigkeitsbewertung.

Die Auseinandersetzung mit den beschriebenen Gestaltungsfeldern wird als Voraussetzung für eine transparente Nachhaltigkeitsbewertung verstanden. Dabei geht es nicht darum den einen richtigen Gestaltungsweg festzulegen, sondern darum, die wesentlichen Attribute einer Bewertung nachvollziehbar und vergleichbar zu machen.

3.4. Autopoiesis der Nachhaltigkeitsbewertung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde ausführlich beschrieben, dass es *die eine* Nachhaltigkeit nicht gibt. Nachhaltigkeit ist ein Begriff, der mit einer Vielzahl von Konzeptionen hinterlegt ist. Diese wiederum sind unter anderem ebenso vom Kontext des Bewertungsobjekts abhängig, wie von kulturellen Rahmenbedingungen. Wie im Fall des Gerechtigkeitsbegriffs (siehe 2.2.1) haben die meisten Menschen eine mehr oder weniger konkrete persönliche Vorstellung davon was Nachhaltigkeit ist. Nachhaltigkeitsbewertung ist daher eine besondere Form der Bewertung, weil nicht klar definierbar ist was dabei bewertet werden soll. Darin unterscheidet sich Nachhaltigkeitsbewertung von etwa betriebswirtschaftlichen Bilanzen oder Umweltbewertungen, die abgrenzbar und definierbar sind.

Die Theorie selbstreferenzieller Systeme wird in der Arbeit herangezogen, um anstelle der nicht vorhandenen Definitionen von Nachhaltigkeit bzw. Nachhaltigkeitsbewertung systembedingte Erklärungsmuster auf einer Metaebene einzusetzen.

Die Fragen, die sich Nachhaltigkeitsbewertende zu Beginn der Bewertung stellen müssen, ist: Was bedeutet Nachhaltigkeit in Bezug auf das Bewertungsobjekt? Oder auch: Was ist nachhaltigkeitsrelevant und deshalb zu bewerten? Mit Hilfe von Beobachtungen aus systemtheoretischer Sicht ist es möglich sich diesen Fragen zu nähern, indem wichtige Eigenschaften von Nachhaltigkeitsbewertungen aufgezeigt und begründet werden. Die Rückschlüsse, die aus der Theorie selbstreferenzieller Systeme gezogen werden können, stützen sodann die Entwicklung sowie die Begründung eines Bewertungsansatzes.

In den folgenden Unterkapiteln wird erörtert warum die Theorie selbstreferenzieller Systeme auf die Bewertung von Nachhaltigkeit übertragbar ist und welche Rückschlüsse dies für den Bewertungsansatz zulässt.

3.4.1. Anwendbarkeit der Theorie selbstreferenzieller Systeme

Anmerkung: folgende Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die Inhalte der Nachhaltigkeitsbewertung, nicht etwa auf die Vorgehensweise zur Konstruktion von Indikatoren.

Die Systemtheorie, zu der auch die Theorie selbstreferenzieller Systeme gehört, geht entscheidend auf den Systemtheoretiker Niklas Luhmann zurück. Zwei wesentliche Paradigmen liegen der Theorie zugrunde: Die System-Umwelt-Unterscheidung und das Konzept der Selbstreferenz bzw. Autopoiesis (Aderhold & Jutzi 2003). Sinngemäß ist damit gemeint, dass Systeme **gegenüber** ihrer **Umwelt abgrenzbar** sind (sie sind operativ geschlossen) und dass sie ihre Elemente und Strukturen **aus sich selbst heraus** erzeugen (Aderhold & Jutzi 2003). Des Weiteren bezieht sich die Theorie selbstreferenzieller Systeme auf **soziale Systeme**. Bevor Rückschlüsse auf die Bewertung von Nachhaltigkeit im Zusammenhang mit der Theorie selbstreferenzieller Systeme gezogen werden können, wird die Übertragbarkeit der Theorie auf Nachhaltigkeitsbewertung anhand dieser drei Fragen erörtert:

(1) Ist Nachhaltigkeit ein soziales System?
(2) Ist Nachhaltigkeit selbstreferenziell?
(3) Erzeugt Nachhaltigkeit Differenz zu ihrer Umwelt?

(1) Ist Nachhaltigkeit ein soziales System?

Zunächst soll gezeigt werden, dass Nachhaltigkeit und darauf aufbauend Nachhaltigkeitsbewertung als System und außerdem als soziales System betrachtet werden kann.

Ein System ist ein Konglomerat von Elementen zwischen denen Beziehungen bestehen, wobei ein Konglomerat an Elementen alleine noch kein System ausmacht. Die Beziehungen zwischen den Elementen machen das System erst zu einem System (Probst und Ulrich 1985; Ulrich und Probst 1988, zitiert aus Aderhold & Jutzi 2003; Baumgartner 2004). Dies ist auch im Fall der Nachhaltigkeitsbewertung zutreffend. Werden die Bewertungsaspekte als Elemente betrachtet, können Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen den Elementen eindeutig nachgewiesen werden.

Systeme bestehen immer aus Operationen und die *„charakteristische, konstitutive Operationsweise sozialer Systeme ist Kommunikation“* (Berghaus & Luhmann 2011, S.61). Biologische und psychische Systeme sind andere Systemarten, die sich auf lebende Organismen und Teile davon bzw. das Bewusstsein beziehen. Sobald kommuniziert wird, handelt es sich nach Luhmanns Auffassung um ein soziales System. Soziale Systeme im Luhmann`schen Verständnis sind zum Beispiel Gesellschaften, Familien, Vereine und Gesprächspaare, aber auch Wirtschaftszweige, Massenmedien oder einzelne Tageszeitungen. Auch die Wissenschaft ist nach diesem Verständnis ein soziales System. Entscheidend für ein soziales System ist die Kommunikation (Berghaus & Luhmann 2011).

Nachhaltigkeit wird auf vielen Ebenen und über verschiedene Medien kommuniziert. Die Kommunikation verläuft über wissenschaftliche Kanäle wie Studien und Vorträge, medial in Form von Werbung und Auszeichnungen, im persönlichen Austausch und dergleichen mehr. Demnach ist Nachhaltigkeit ein soziales System.

(2) Ist Nachhaltigkeit selbstreferenziell?

Nach Luhmann operieren Systeme in Differenz zur Umwelt und in Autopoiesis (Berghaus & Luhmann 2011). Ein autopoietisches System wiederum *„produziert und reproduziert sich selbst*" auf Basis seiner inhärenten Elemente (Berghaus & Luhmann 2011, S.50 f.). Selbstreferenzielle Systeme schaffen dadurch auch eine Grenze zu ihrer Umwelt. In selbstreferenziellen Systemen geben vergangene Operationen und Selektionen die Struktur für zukünftige Selektionen und Operationen vor.

Dass dies auch auf Nachhaltigkeit bzw. Nachhaltigkeitsbewertungen zutrifft, zeigten eigene Beobachtungen beispielsweise im Rahmen der Literaturanalyse (3.2). Obwohl Nachhaltigkeitsbewertungen in keiner Form standardisiert sind, sind wiederkehrende Muster und Strukturen, insbesondere bei der Auswahl von Bewertungsaspekten, erkennbar (vgl. 3.3). Die Inhalte von Bewertungsaspekten werden beispielsweise mehrheitlich durch Sichtung und Prüfung bestehender Indikatorsets ermittelt. Revision und Adaption bestehender Systeme ist dabei als eine Art Grundlagentechnik für die Nachhaltigkeitsbewertung etabliert. Ein anderer Weg Bewertungsaspekte auszuwählen, ist die Festlegung durch Experten oder die Bewertenden. Da Nachhaltigkeit ein omnipräsentes Thema ist, ist davon auszugehen, dass auch die Festlegung der Experten durch ein vorgeprägtes Nachhaltigkeitswissen oder Erfahrungen beeinflusst wird. Hierbei wird angenommen, dass ebenso wie jedes Mitglied der Gesellschaft eine Vorstellung von Gerechtigkeit hat, auch jedes eine von Nachhaltigkeit hat. Jedes neue Nachhaltigkeitskonzept eines Expertengremiums basiert demnach auf bestehenden Nachhaltigkeitskonzepten der Experten, die sich aus deren individuellen Vorkenntnisse und Prägungen ergeben. Auch Kapitel (2.1) gibt Anhaltspunkte für die Selbstreferenz von Nachhaltigkeitskonzepten. Dort wurde aus Christof Mauchs (2014, S.55) historischer Betrachtung des Nachhaltigkeitsbegriffs zitiert *„Nachhaltigkeit gibt es […] nur auf der Basis von Revision und Adaption*".

Diese und weitere Beobachtungen zeigen, dass bestehende Nachhaltigkeitskonzepte die Strukturen für zukünftige Selektionen und Operationen in Nachhaltigkeitskonzepten vorgeben. Es gibt keinen archimedischen Punkt von dem aus die Bedeutung von Nachhaltigkeit einfach entsteht.

Es folgt ein kurzer Exkurs zur Verdeutlichung der Selbstreferenz anhand von Beispielen aus der Literaturdatenbank Web of Science von Thomson Reuters.

Exkurs zur Selbstreferenz von Nachhaltigkeitsbewertung in Veröffentlichungen:

Die Theorie sozialer Systeme wird als ein soziologisches Erklärungsmodell der Funktionsweisen von Nachhaltigkeitsbewertung verwendet und liefert als solche wichtige Anhaltspunkte für den Bewertungsansatz.

Die Annahme, Nachhaltigkeitsbewertungen seien autopoietische soziale Systeme lässt sich auf echte Beobachtungen stützen. Dies zeigt dieser Exkurs aus Teilen der Literaturrecherche. An folgendem Beispiel soll verdeutlicht werden, wie wissenschaftliche Veröffentlichungen im Bereich Nachhaltigkeit/ Nachhaltigkeitsbewertung vernetzt sind.

Aus einer Datenbankabfrage[41] bei Thomas Reuters Web of Science ™ Reuters Web of Science zum Thema „Nachhaltigkeitsindikatoren Bioenergie" wurden Veröffentlichungen ausgewählter[42] Autoren

[41] durchgeführt am 19. & 20.05.2014 auf: http://apps.webofknowledge.com

[42] Es wurden jeweils die Quellen ausgewählt, die im Zusammenhang mit dem Nachhaltigkeitskonzept standen (nicht zum Beispiel technische Dokumente).

(Buchholz et al. 2009a; Cherubini & Strømman 2011; Cramer 2007; Davis et al. 2013; Efroymson et al. 2013; FAO & GBEP 2011; Florin, van de Ven, & van Ittersum 2014; U. R. Fritsche et al. 2010; Gasparatos 2010; IEA 2010; T. Kurka 2013; Lewandowski & Faaij 2006; Lindner et al. 2010; Markevičius et al. 2010; Myllyviita et al. 2013; Ness et al. 2007; Saaty 2003; Smeets et al. 2008; Wang, Huo, & Arora 2011; Wolfslehner et al. 2012) hinsichtlich bestehender Verknüpfungen untereinander (unter den Autoren) untersucht (Abb. 8).

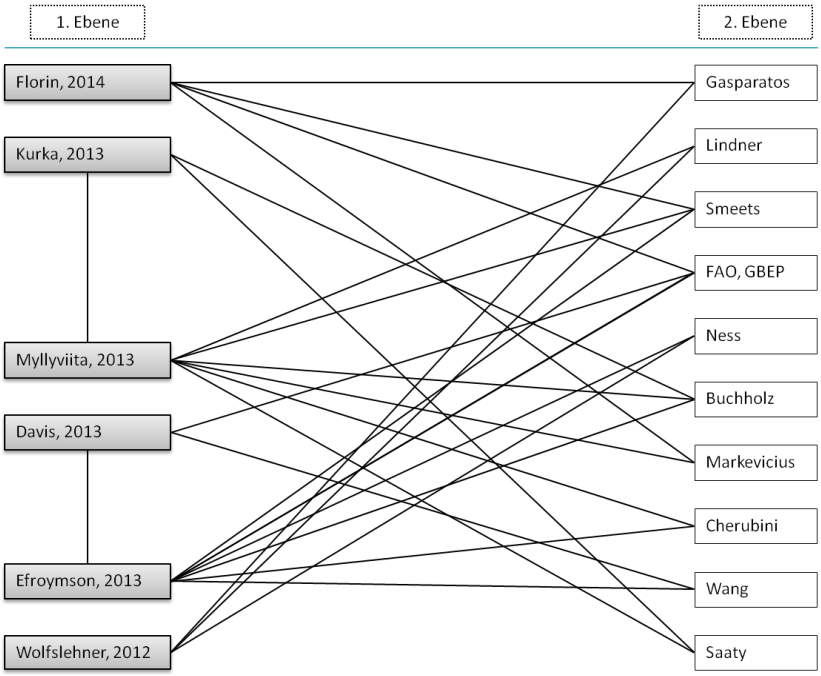


Abb. 8: Verknüpfungen in Nachhaltigkeitsforschung.

Jede hier dargestellte Veröffentlichung eines Autors ist direkt oder über maximal zwei Verknüpfungen mit allen anderen Autoren verbunden (zwei Verknüpfungen sind z.B. [Start] Kurka-[1] Buchholz/Myllyvita – [2] Myllivita/Markevicius – [Ziel] Florin). Werden die in Abb. 8 verwendeten Autoren bzw. deren Veröffentlichungen auf einer weiteren Ebene verglichen, wird die rückverknüpfte Verbundenheit zwischen den Arbeiten noch deutlicher (Abb. 9). Die Autoren lassen sich gewissermaßen im Kreis zitieren.

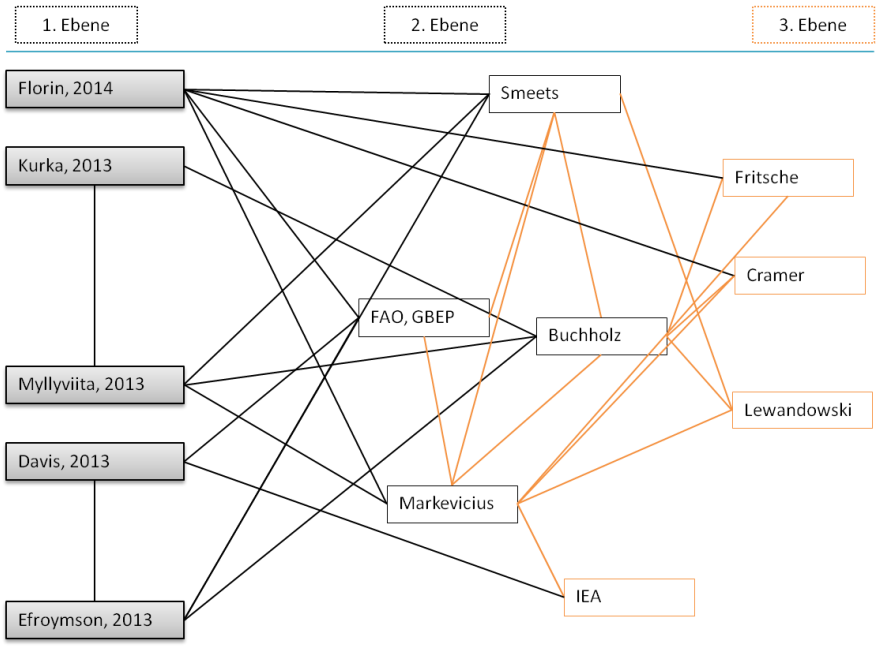


Abb. 9: Verknüpfungen der Nachhaltigkeitsforschung (Ebene 2).

(3) Erzeugt Nachhaltigkeit Differenz zu ihrer Umwelt?

Nach Luhmanns theoretischen Überlegungen ist die existierende Welt nie in Gänze erkennbar. Ein System macht die Welt aber als Umwelt erkennbar, indem es sich davon unterscheidet. Die Umwelt ist also immer eine Konstruktion des Systems. Diese Konstruktion ist aber nicht willkürlich, sondern systemrelativ, denn ein System erzeugt die Differenz zu seiner Umwelt durch Operationen (Berghaus & Luhmann 2011). Für die Massenmedien beispielsweise ist die Umwelt das worüber sie berichten (vgl. Berghaus & Luhmann 2011). Für Nachhaltigkeit lässt sich dieser Gedanke in zwei Richtungen lenken: a) Nachhaltigkeit als System erzeugt Differenz zur Nicht-Nachhaltigkeit (eine Operation der Nachhaltigkeit wäre dann zum Beispiel die Beobachtung durch Fremdreferenz). b) Nachhaltigkeit als soziales System erzeugt Differenz zu seiner Umwelt, indem zwischen nachhaltigkeitsrelevanter und nicht-nachhaltigkeitsrelevanter Kommunikation unterschieden wird.

3.4.2. Übertragung der Theorie auf Nachhaltigkeitsbewertung

Durch die Beobachtungen aus systemtheoretischer Sicht werden besondere Eigenschaften der Nachhaltigkeitsbewertung sichtbar und auch begründbar. Folgend werden charakterisierende Merkmale selbstreferenzieller, autopoietischer Systeme aufgegriffen (vgl. Aderhold & Jutzi 2003) und auf Systeme der Nachhaltigkeitsbewertung übertragen:

- *Operative Geschlossenheit und Selbstreferenz:*
  Nach Luhmann sind Systeme umweltoffen, aber operativ geschlossen. Das heißt, Umwelteinflüsse werden zwar zugelassen (Soziale Systeme werden z.B. von Situationen und Problemen beeinflusst; vgl. Aderhold & Jutzi 2003), aber es werden nur solche Umwelteinflüsse zugelassen, welche die Bedingungen des Systems erfüllen. Das bedeutet, dass aufgrund der bisher getroffenen Selektionen des Systems Bindungen und Strukturen entstanden sind, die zwingend der Ausgangspunkt für die weiteren Selektionen bzw. Operationen sind (Berghaus & Luhmann 2004). Kommunikation orientiert sich immer an den Resultaten vorausgegangener Kommunikationsereignisse (Aderhold & Jutzi 2003), „nur Leben produziert Leben, Denken

Denken“ (Berghaus & Luhmann 2004). „Umweltkontakt“ ist also nur über „Selbstkontakt“ möglich (Aderhold & Jutzi 2003), daher werden Informationen nur im System produziert.
Ein System wiederum wird nicht gemacht, sondern es macht sich selbst in „Autopoiesis“ (vgl. Aderhold & Jutzi 2003; Berghaus & Luhmann 2011)[43].
Soziale Systeme entstehen durch die Verkettung von Kommunikation, denn Kommunikation ist der reproduktive Operationstyp in sozialen Systemen (Aderhold & Jutzi 2003). Das System entsteht jedoch nicht durch die Kommunikation selbst, sondern durch die rekursive Reaktion einer Kommunikation mit einer anderen.

Nachhaltigkeitsbewertung:
Nachhaltigkeitsbewertung ist als System operativ geschlossen und baut auf Selektionen und Strukturen vorangegangener Nachhaltigkeitsbewertungen auf.
Durch die Übertragung der Theorie auf Nachhaltigkeitsbewertung wird nachvollziehbar, dass **nur Informationen in das System Nachhaltigkeitsbewertung[44] aufgenommen werden, die die Bedingungen des Systems erfüllen („eigenbedingte Selektivität“)**. Sie müssen **kommuniziert** werden und das System muss über **Strukturen** verfügen um diese Informationen aufzunehmen und sie zu verarbeiten (Strukturdeterminiertheit). Zum Beispiel stand die Farbe der von der Institutsleitung getragenen Krawatte bislang nicht im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit. Bei einer Bewertung der Nachhaltigkeit des Instituts würde diese Information daher nicht aufgenommen werden. Auch wenn die Farbe de facto für die Nachhaltigkeit relevant wäre, würde diese Information erst aufgenommen werden, wenn Strukturen für die Aufnahme zur Verfügung stehen. Durch die Kommunikation der Relevanz von Krawattenfarben für Nachhaltigkeit würden diese Strukturen geschaffen. Eine Nachhaltigkeitsbewertung erfasst also nur was kommuniziert wird und wofür Strukturen existieren. Bei einer holistischen Betrachtungsweise werden daher auch nur Informationen aus der „systemrelativen“ Umwelt erfasst. Der Beobachter oder Forscher hat die Aufgabe zu erfüllen, die Grenzen und **Strukturen analytisch für die gegebene Situation nachzuvollziehen** (siehe Strukturdeterminiertheit; Aderhold & Jutzi 2003).
Des Weiteren reproduzieren sich Nachhaltigkeitsbewertungen durch Kommunikation selber. Dem Krawattenbeispiel weiter folgend: Nun, da die Wichtigkeit der Krawatte für die Institutsnachhaltigkeit kommuniziert wurde, ist sie Teil der Nachhaltigkeit und wird, da die Strukturen dafür geschaffen sind, ggf. auch zukünftig in Nachhaltigkeitsbewertungen untersucht (siehe Resonanzbereich[45]). **Die Systeme der Nachhaltigkeitsbewertung sind rekursiv miteinander verbunden und bauen daher aufeinander auf** (Revision und Adaption, vgl. Mauch 2014, S. 55). Ein Nachhaltigkeitskonzept basiert immer auf bereits bestehenden Nachhaltigkeitskonzepten. Es gibt keinen archimedischen Punkt der Nachhaltigkeit.

[43] Ergänzung zum Begriff der Autopoiesis: Nach Luhmann Auffassung sind Systeme *„autopoietisch, das heißt sich selbst herstellend und selbstreferenziell geschlossen.“* (Berghaus & Luhmann 2011, S. 51).
[44] Als Informationen für das System Nachhaltigkeitsbewertungen können zum Beispiel Bewertungsaspekte oder Stakeholdergruppen angesehen werden.
[45] Der Resonanzbereich der Forschung kann zum Beispiel auch durch gezielte Forschungsförderung erweitert werden.

- *Komplexität:*
  Die Umwelt eines Systems ist immer viel komplexer als das System selber (Dieckmann 2004). Komplexität bedeutet, dass *„nicht mehr alle Elemente miteinander verknüpft werden können“* (Aderhold & Jutzi 2003, S. 124). Aufgrund des Komplexitätsüberschusses der Umwelt ist eine selektive und systematische Verarbeitung von Informationen notwendig. Durch diese Strukturen des Systems wird der Resonanzbereich festgelegt innerhalb dessen das System auf Umwelteinflüsse reagiert. Die Offenheit des Systems gegenüber Umwelteinflüssen wird durch den Komplexitätsgrad des Systems selektiert (eigenbedingte Selektivität; Aderhold & Jutzi 2003, S. 123).

  Nachhaltigkeitsbewertung:
  Nachhaltigkeitsbewertung **benötigt strukturierende Prozesse**, um **komplexe Umwelteinflüsse zu selektieren**. Die Selektion der Umwelteinflüsse erfolgt nur **innerhalb des Resonanzbereichs** der Nachhaltigkeitsbewertung.

- *Umweltangepasstheit und System/Umwelt-Differenz:*
  Jedes System erzeugt seine Umwelt selbst, durch Unterscheidung. Die Umwelt ist die Außenseite des Systems. Deshalb ist jedes existierende System auch umweltangepasst (Aderhold & Jutzi 2003). Voraussetzung für die Anpassung ist aber *„die adäquate Nutzung anderer Systeme*“ (Aderhold & Jutzi 2003, S. 124), da sonst keine Unterscheidung stattfinden kann.

  Nachhaltigkeitsbewertung:
  Nachhaltigkeitsbewertung operiert auf Grundlage vorhandener Systeme und deren Strukturen. Die **Voraussetzung dafür ist die adäquate Nutzung von Systemen**.
  Als System erzeugt Nachhaltigkeit bzw. Nachhaltigkeitsbewertung Differenz zu ihrer Umwelt. Da die Umwelt aus dem System entsteht ist sie für jedes System anders. Daher werden mit großer Wahrscheinlichkeit **nie zwei exakt gleiche Systeme der Nachhaltigkeitsbewertung** existieren. Das bedeutet auch, dass das Nachhaltigkeitskonzept jedes Bewertungsobjekts unterschiedlich ist.

3.5. LOFASA –Anforderung & Einordnung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die Besonderheit der Nachhaltigkeitsbewertung als Bewertungsmethode dargelegt. Begonnen bei der Normativität des Nachhaltigkeitsbegriffs, den konstitutiven Elementen und dem damit einhergehenden Nachhaltigkeitsverständnis, über die Vielfalt angewandter Methoden und Gestaltungsfelder, bis hin zur Autopoiesis der Nachhaltigkeitsbewertung. Die Ausführungen zeigen, dass der wissenschaftliche Diskurs zum Thema Nachhaltigkeitsbewertung auf vielen Ebenen geführt wird.

Um die Einordnung des Bewertungsansatzes in dem vielfältigen wissenschaftlichen Diskurs herbeizuführen, werden die Anforderungen, Eigenschaften und Ziele des Bewertungsansatzes LOFASA folgend zusammengefasst. Die Grundlage bilden die identifizierten Gestaltungsfelder sowie die konstitutiven Elemente von Nachhaltigkeit bzw. Nachhaltigkeitsbewertungen.

Es wurde in der Arbeit bereits dargelegt, dass Nachhaltigkeit nicht durch eine mathematische Formel zu beschreiben ist. Ein Zitat von (Wahmhoff 2003, S. 21) beschreibt das passend: *„Ob etwas nachhal-*

tig ist, lässt sich nicht wissenschaftlich begründbar festlegen. Eine derartige Fragestellung beruht immer auf einer normativen Entscheidung der Gesellschaft. Der Wissenschaft kommt die Aufgabe zu, die Grundlagen für gesellschaftliche und individuelle Entscheidungsprozesse bereitzustellen."

Der LOFASA ist ein Ansatz, mit dem eine Vorgehensweise zur Bewertung von Nachhaltigkeit vorgeschlagen wird, die sowohl die Identifizierung bewertungsrelevanter Nachhaltigkeitsaspekte, als auch deren Auswertung und die Interpretation der Ergebnisse beinhaltet. Das oberste Ziel des LOFASA ist Nachhaltigkeitsbewertung transparent und nachvollziehbar zu gestalten. Es soll eine Basis geschaffen werden, um unterschiedliche Bewertungsobjekte auf Grundlage gesellschaftlich legitimierter Nachhaltigkeitskonzepte und gleichzeitig kontextbezogen zu bewerten. Das Ziel ist, eine Objektivierung des Nachhaltigkeitskonzepts und eine Vergleichbarkeit durch Transparenz und systematische Vorgehensweise zu erreichen. Die Bewertungsergebnisse sollen soweit reproduzierbar sein, wie es ein partizipativer Ansatz zulässt. Zusätzlich wird ein Dialog zur Überprüfung der Inhalte, der Systemgrenzen sowie zur Gewichtung der Ergebnisse eingeführt (vgl. Bey 2008).

Es wird ein Bewertungsansatz vorgestellt, der Nachhaltigkeitsbewertung in einen standardisierten Rahmen überführen kann.

Es wird explizit darauf hingewiesen, dass Methoden wie z.B. Ökobilanzierung und Investitionskostenrechnung nicht Bestandteile des eigentlichen Bewertungsansatzes sind, sondern je nach Bedarf lediglich im Rahmen der Auswertung angewendet werden.

3.5.1. LOFASA Anforderungen

Normative Anforderungen an das zugrunde liegende Nachhaltigkeitskonzept und operative Eigenschaften des Bewertungsansatzes werden folgend stichpunktartig zusammengefasst:

- ✓ **Drei-Säulen-Modell** (Ökologie, Ökonomie, Soziales) (2.3.2, 3.3.1)
  Ökologische, ökonomische und soziale Aspekte werden gleichberechtigt behandelt.

- ✓ **Gesellschaftlich legitimierte Basis** (2.3.2.1, 3.1, 3.3.1, 3.3.1.4)
  Eine Nachhaltigkeitsbewertung soll auf einem gesellschaftlich legitimierten Grundgerüst aufgebaut werden.

- ✓ **Holistisch** (innerhalb definierter Systemgrenzen) (2.3.2.2, 3.3.1.2)
  Im Rahmen einer Nachhaltigkeitsbewertung sollen möglichst alle relevanten Aspekte erfasst werden.

- ✓ **Integrativ** (2.3.2.2, 3.3.1.3)
  Die Dimensionen der Nachhaltigkeit sollen integrativ erfasst werden, um Überschneidungen zwischen den Dimensionen und Wechselbeziehungen zwischen den Aspekten darzustellen.

- ✓ **Zeitlich und objektbezogen flexibel** (3.3.2.1)
  Der Bewertungsansatz soll für Bewertungsobjekte offen sein. So kann langfristig ein Standardisierungsprozess anlaufen und außerdem können verschiedene Objekte auf gleicher Legitimationsbasis bewertet werden (Zeitebene: ex ante, ex post; Objekt-Bewertungsebene: international, national, regional, Sektor, Betrieb, Prozess/Prozesskette, chemische Reaktion).

- ✓ **Bestimmung bewertungsrelevanter Nachhaltigkeitsaspekte anhand von Vorlagen** (Autopoiesis), unterstützt von Experten (3.3.2.3, 3.4)
  Da davon ausgegangen wird, dass sich Nachhaltigkeit inhaltlich aus sich selbst heraus entwickelt (operativ geschlossenes System), wird durch die Verwendung von Vorlagen das bewertungsrelevante Nachhaltigkeitskonzept ableitbar. Die Überprüfung durch Experten ist aufgrund der hohen Interdisziplinarität bei Nachhaltigkeitsbewertungen wichtig.

- ✓ **Partizipation von Experten und Stakeholdern** bei Bestimmung von Auswertungsmethoden und Interpretation der Ergebnisse (3.3.2.5)
  Nachhaltigkeit ist ein gesellschaftliches Konzept und soll unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werthaltungen operationalisiert werden.

- ✓ **Qualitative und quantitative Datengrundlage** (3.3.2.4)
  Der Ansatz soll inhaltszentriert sein, was die Verwendung quantitativer und qualitativer Datengrundlagen erfordert.

3.5.2. LOFASA Einordnung

Der entwickelte Ansatz ist unabhängig vom Inhalt des zu bewertenden Objektes und kann daher grundsätzlich zur Operationalisierung und Bewertung von Nachhaltigkeit eingesetzt werden.

Verwandte Ansätze in dieser Hinsicht sind das Integrierende Nachhaltigkeitsdreieck (IND; Hauff & Kleine 2005) sowie die Nachhaltigkeitsprüfung mit dem integrativen Nachhaltigkeitskonzept der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF; Grunwald & Kopfmüller 2007).

Das IND ist eine Methode um Handlungsfelder einer nachhaltigen Entwicklung zu systematisieren (Hauff & Kleine 2005). Die drei klassischen Säulen der Nachhaltigkeit Ökonomie, Ökologie und Soziales werden mit Hilfe des integrierenden Dreiecks, unter Berücksichtigung von Wechsel- und Zielbeziehungen von Indikatoren (also zum Beispiel ökonomisch-ökologisch), in einem zweidimensionalen Raum dargestellt. Die Ecken des Dreiecks entsprechen dabei je einer der Säulen. Die Seiten des Dreiecks zeigen den Grad der Überschneidung zwischen den Säulen an (Abb. 10). Nachhaltigkeitsaspekte können innerhalb des Dreiecks in Verbindung mit einer oder mehreren Säulen stehen.

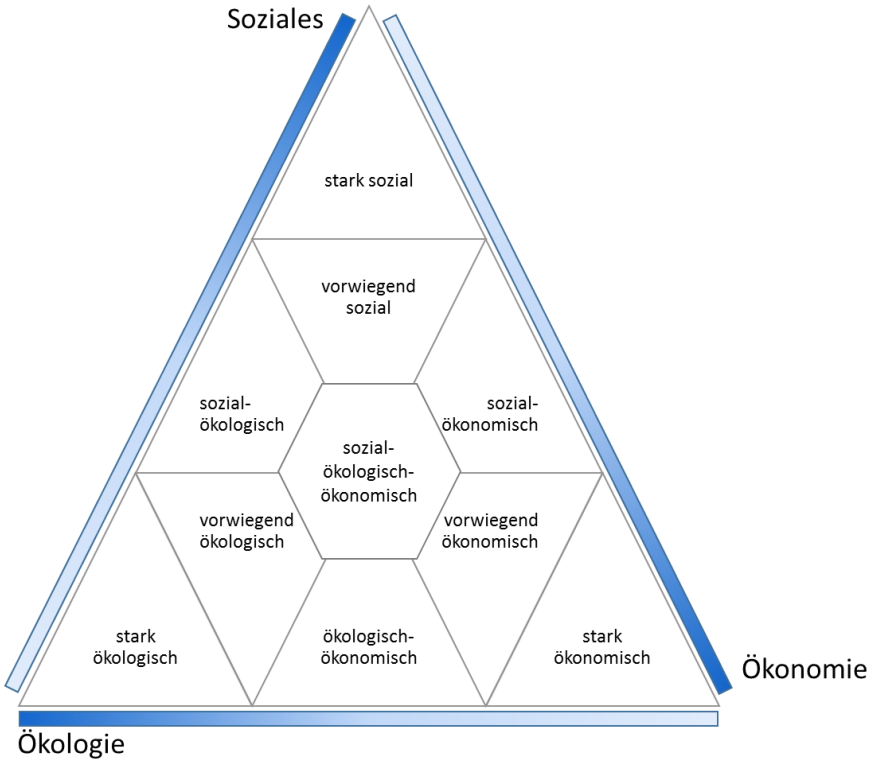


Abb. 10: Das Integrierende Nachhaltigkeitsdreieck (nach Hauff & Kleine 2009, S. 125).

Hauff und Kleine (2005) begründen das IND damit, dass nachhaltige Entwicklung ein mehrdimensionales System mit wechselseitigen Beziehungen zwischen den Handlungsfeldern ist. Die Beziehungen zwischen den Handlungsfeldern müssen deshalb genau untersucht werden. Das IND kombiniert dazu einen top-down Ansatz, bei dem Handlungsfelder systematisch gesammelt werden, mit einem bottom-up Ansatz der den bestehenden Kontext einbindet (Hauff & Kleine 2005). Die Einsatzmöglichkeiten des IND sind vielfältig, aber vornehmlich in der systematischen Strategieentwicklung und Umsetzung auf politischer Ebene zu sehen (Hauff & Kleine 2005).

Das HGF ist ein sogenanntes integratives Nachhaltigkeitskonzept. Grunwald & Kopfmüller (2007 und Kopfmüller et al. 2000) schlagen eine Nachhaltigkeitsprüfung vor, bei der übergeordnete Ziele nachhaltiger Entwicklung konstitutive Elemente sind. Daraus leiten sie substanzielle Regeln bzw. Mindestanforderungen zur Prüfung verschiedenster zu bewertender Objekte ab. Die Regeln inter- und intragenerationeller Gerechtigkeit bei der Nutzung von Ressourcen werden in den Fokus politischer und gesetzgeberischer Maßnahmen gerückt (Grunwald & Kopfmüller 2007).

Die untenstehenden übergeordneten Ziele nachhaltiger Entwicklung werden im HGF als konstitutive Elemente verstanden (nach Kopfmüller et al. 2000 Kap.4, zitiert aus Grunwald & Kopfmüller 2007, S. 6):

- Sicherung der menschlichen Existenz
- Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials
- Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten der Gesellschaft

Aus diesen Zielen wurden substanzielle und instrumentelle Regeln abgeleitet (Tab. 7). Substanzielle Regeln beschreiben inhaltlich Mindestanforderungen, die für alle Generationen (inter und intra) gel-

ten. Die instrumentellen Regeln beschreiben die Wege zur Erreichung der Mindestanforderungen (Grunwald & Kopfmüller 2007).

Tab. 7: Nachhaltigkeitsregeln nach Kopfmüller et al. 2000[46].

Substanzielle Regeln und ihre Zuordnung		
Sicherung der menschlichen Existenz	**Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials**	**Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten der Gesellschaft**
Schutz der menschlichen Gesundheit	Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen	Chancengleichheit im Hinblick auf Bildung, Beruf, Information
Gewährleistung der Grundversorgung (Nahrung, Bildung,…)	Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen	Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen
Selbstständige Existenzsicherung	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt
Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	Vermeidung unvertretbarer technischer Risiken	Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur
Ausgleich extremer Einkommens- und Vermögensunterschiede	nachhaltige Entwicklung des Sach-, Human- und Wissenskapitals	Erhaltung der sozialen Ressourcen
Instrumentelle Regeln		
- Internalisierung der externen ökologischen und sozialen Kosten - Angemessene Diskontierung - Begrenzung der Staatsverschuldung - Faire weltwirtschaftliche Rahmenbedingungen - Internationale Kooperation - Resonanzfähigkeit gesellschaftlicher Institutionen - Reflexivität gesellschaftlicher Institutionen - Steuerungsfähigkeit - Selbstorganisationsfähigkeit - Machtausgleich		

Die Regeln werden als a priori universell und deshalb kontext- und systemunabhängig verstanden, weshalb sie als Prüfkriterien für die Bewertung verschiedenster Objekte unter Nachhaltigkeitsaspekten (Grunwald & Kopfmüller 2007) zur Verfügung stehen.

Die Regeln bedürfen der Kontextualisierung und werden dann mittels Indikatoren und Zielwerten umgesetzt. Der Vorteil: empirisch messbare Indikatoren können mit den Zielwerten verglichen werden, woraus schließlich Handlungsanleitungen abgeleitet werden können.

Der Ansatz ist weitestgehend auf quantitative Daten angewiesen, die in der Regel ex post erhoben werden (zum Beispiel der Indikatorbericht zur Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands des Statistischen Bundesamtes).

Die Nachhaltigkeitsprüfung selber wird in einem zweistufigen Verfahren durchgeführt. Zunächst wird die Relevanz der Prüfgegenstände kontrolliert und dann erfolgt die eigentliche Prüfung der Nachhaltigkeit durch Indikatoren. Das Ziel der Nachhaltigkeitsprüfung ist die Überprüfung einer leitbildgerechten (vgl. 2.2 Nachhaltigkeit als politisches Leitbild) politischen Handlungsweise und deren Wirkungen (Grunwald & Kopfmüller 2007).

Das IND und der HGF-Ansatz werden in der Diskussion (Kapitel 7) dem LOFASA gegenübergestellt um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu verdeutlichen.

[46] Zitiert aus Grunwald & Kopfmüller 2007, S.41.

Teil B Logical Framework Approach to Sustainability Assessment (LOFASA)

4. LOFASA Bewertungsansatz

In den vorangegangenen Kapiteln 2 und 3 wurden verschiedene Facetten des Nachhaltigkeitsbegriffs beleuchtet. Die Auseinandersetzung mit dem Begriff der Nachhaltigkeit bildet nun die Basis der Nachhaltigkeitsbewertung. Des Weiteren wurden in einer ausführlichen Literaturanalyse Bewertungsansätze betrachtet (3.2), um daraus sogenannte Gestaltungsfelder der Nachhaltigkeitsbewertung zu identifizieren (3.3). Auf dieser Grundlage wurde der folgend vorgestellte Ansatz zur Nachhaltigkeitsbewertung entwickelt: Logical Framework Approach to Sustainability Assessment (LOFASA).

Mit dem LOFASA wird das erste Ziel der Promotion (vgl. Kapitel 1.2) erreicht.

1. **Ziel: Entwicklung eines Ansatzes zur kontextbezogenen Operationalisierung und Bewertung von Nachhaltigkeit.**
    a. *Theoriebezogene Aufarbeitung des Nachhaltigkeitsbegriffs, um den Bewertungsansatz grundlegend zu strukturieren.*

    b. *Identifizierung und Einsatz von definierenden Eigenschaften und Anforderungen an Nachhaltigkeitsbewertung, um eine Konsolidierung von Nachhaltigkeitsbewertungen und deren Vergleichbarkeit erzielen.*

    c. Transparente und regelgeleitete Ermittlung von kontextspezifischen Inhalten der Nachhaltigkeitsbewertung, zur Erzeugung reproduzierbarer Ergebnisse.

    d. Operationalisierung von Nachhaltigkeit als Konzept, welches von gesellschaftlichen und fachspezifischen Wertmaßstäben bestimmt wird.

    e. Die Flexibilität des Bewertungsansatzes für viele Bewertungsobjekte wird gewährleistet. Mit einer empirischen Methodik werden die Inhalte situativ und sinnkonstruierend erarbeitet.

Die Unterpunkte 1.a und 1.b wurden bereits in den vorangegangen Kapiteln erreicht. Die Unterpunkte 1.c bis 1.e werden mit dem folgenden Kapitel umgesetzt (Abb. 11).

Das Ziel des Bewertungsansatzes ist Nachhaltigkeit transparent und systematisch innerhalb eines logischen Rahmens zu erfassen, um die regelgeleitete Operationalisierung eines zu bewertenden Objektes zu erreichen und Bewertungsergebnisse dadurch vergleichbar zu machen.

Das Ziel des Ansatzes ist nicht die *eine* richtige Lösung zur Nachhaltigkeitsbewertung zu finden. Nachhaltigkeit ist auch im Rahmen des LOFASA ein normativ determinierter Begriff. In Anlehnung an eine konstruktivistische Wahrheitstheorie wird davon ausgegangen, dass es diese *eine* Wahrheit bzw. diese *eine* richtige Nachhaltigkeitsbewertung auch nicht geben kann. Wissenschaftliche Kontroversen werden als gegeben hingenommen und anstelle der absoluten Wahrheit tritt die sozial konstruierte Wahrheit. Je nachdem wie der Konstruktionsprozess von statten geht und aus welcher Perspektive heraus, entstehen verschiedene Wahrheiten (Legewie 2005), die ggf. alle eine Daseinsberechtigung

haben. Der LOFASA gibt im übertragenen Sinn einen Konstruktionsprozess vor, um Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu schaffen. Der persönliche Einfluss des Bewertenden wird durch eine regelgeleitete Vorgehenswese minimiert und dokumentiert und damit diskutier- und bewertbar. Darüber hinaus werden planmäßig Experten und weitere Anspruchsgruppen eingebunden, um einerseits dem interdisziplinären Anspruch von Nachhaltigkeit fachlich gerecht zu werden und andererseits gesellschaftliche Werthaltungen in die Bewertung zu integrieren.

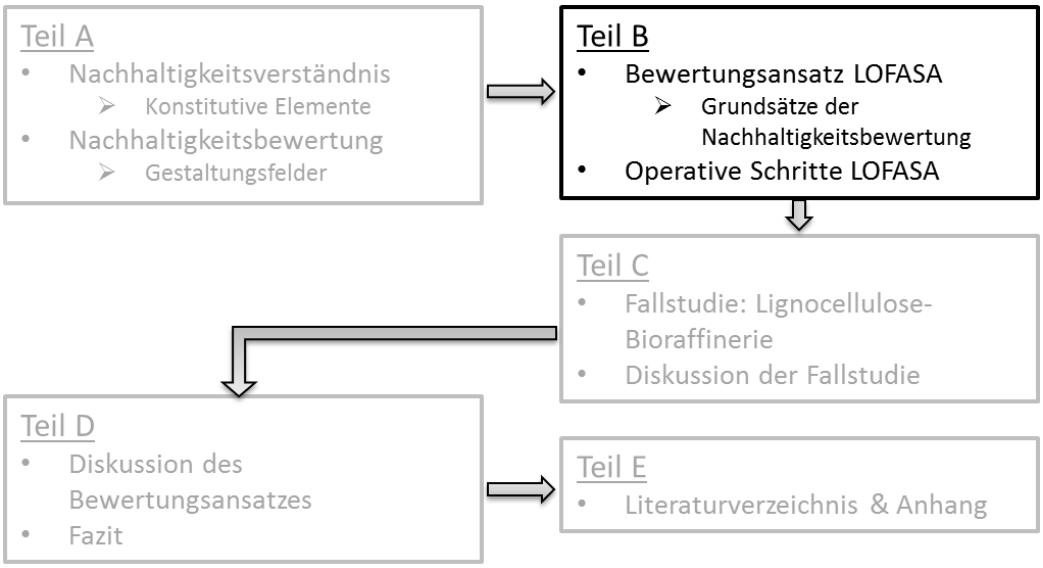


Abb. 11: Schematische Übersicht der Arbeit (Teil B).

4.1. Grundsätze der Nachhaltigkeitsbewertung

Basierend auf den Erkenntnissen aus Teil A der Arbeit, den Ausführungen zu Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung, wurden drei Grundsätze abgeleitet, die eine Nachhaltigkeitsbewertung mit dem LOFASA begründen:

1. <u>Grundsatz:</u>

   Nachhaltigkeitskonzepte sind selbstreferenzielle Systeme. Sie sind abhängig *von der* und strukturierend *für die* abgrenzbare Umwelt.

   Nachhaltigkeit ist ein normativer Begriff. Es wird davon ausgegangen, dass Normen, Interpretationsmuster, Bedeutungen, die bei der Operationalisierung von Nachhaltigkeit beteiligt sind, Produkte der gesellschaftlich konstruierten Umwelt sind (Kontingenztheorie) (vgl. Herbes 2013; Schreyögg 2008). Darüber hinaus ist ein Nachhaltigkeitskonzept ein selbstreferenzielles System. Das bedeutet, es ist innerhalb seiner Grenzen bedingt durch seine gesellschaftlich konstruierte Umwelt und strukturiert seine Umwelt gleichzeitig selbst. Eigenschaften und Inhalte des Konzepts sind rekursiv miteinander verbunden (vgl. Hasenmüller & Schaltegger 2013). Die Form und die Expression des Nachhaltigkeitskonzepts beziehen sich deshalb auf ihre Vorläufer.

   Das bedeutet im LOFASA, dass die Operationalisierung von Nachhaltigkeit durch die Summe der Nachhaltigkeitsaspekte bestimmt wird, die innerhalb der Grenzen des Bewertungsobjekts relevant sind. Der LOFASA bestimmt, sammelt und systematisiert diese Aspekte für die Bewertung.

2. Grundsatz:

Nachhaltigkeit ist ein komplexes System, das nur innerhalb festgelegter Strukturen zu beherrschen ist.

Nachhaltigkeit ist ein komplexes System: *„Systeme werden als Handlungseinheiten begriffen, die die Probleme einer komplexen und veränderlichen Umwelt in einem kollektiven arbeitsteiligen Leistungsprozess bewältigen, um ihren Erhalt zu gewährleisten (Luhmann 1973, S.39)*" (Schreyögg 2008, S. 70). Die System-Umwelt Differenzierung erzeugt Komplexität (Aderhold & Jutzi 2003). Komplexität ist dadurch gekennzeichnet, dass es nicht mehr möglich ist, alle Elemente miteinander in Beziehung zu setzen (vgl. Hasenmüller & Schaltegger 2013). Um die Komplexität zu beherrschen müssen Strukturen geschaffen werden, die einerseits eine Reduktion erreichen und andererseits differenzierte Subsysteme nähren (Aderhold & Jutzi 2003; Hasenmüller & Schaltegger 2013; Schreyögg 2008). Ohne eine Reduktionsleistung ist der Umgang mit dem komplexen selbstreferenziellen System (vgl. Grundsatz 1) nicht zu bewältigen (vgl. auch Schreyögg 2008, S. 70 Begründung von Organisationsstrukturen).

Das bedeutet, dass im LOFASA systematische Strukturen aufgebaut werden, die durch Selektion die Reduktion der Komplexität erreichen (funktionale Differenzierung).

3. Grundsatz:

Nachhaltigkeit ist in letzter Konsequenz nicht wissenschaftlich belegbar. Aufgrund dessen ist ein Bewertungsansatz nur dann gerechtfertigt, wenn die Transparenz der Vorgehensweise, der Datengrundlage und der Auswertung gewährleistet wird.

Bewertungsmethoden sowie Zielvorstellungen beruhen grundlegend auf Perspektiven und Annahmen, die ihrerseits Ausdruck einer gesellschaftlichen Einstellung und somit weder wertfrei noch neutral sind (z.B. was soll gemessen werden, was nicht, wie wird etwas gemessen, siehe auch konstruktivistische Wahrheitstheorie oben) (Gasparatos 2010). Die Herausforderung für den Wissenschaftler liegt demnach in der Schaffung eines nachvollziehbaren und stringenten Ansatzes, mit dem bewertungsrelevante Parameter, im Kontext des Bewertungsobjekts und unter Berücksichtigung der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, identifiziert werden.

Das bedeutet im LOFASA, dass durch die Strukturen des Bewertungsansatzes ein transparentes Grundgerüst zur Nachhaltigkeitsbewertung geschaffen wird. Die Nachvollziehbarkeit wird durch logische, regelgeleitete und dokumentierte Verfahrensschritte erreicht.

Box 4: Kurzfassung theoriebezogener Ziele des LOFASA.

Mit dem Ansatz wird eine Vorgehensweise vorgestellt, die objekt- und kontextspezifische Nachhaltigkeitsbewertungen innerhalb eines normativen Rahmens (Grundsatz 1) zum Ziel hat und die aufgrund der systematischen Strukturen (Grundsatz 2) und regelgeleiteten, transparenten Arbeitsschritte die Reproduktion und Vergleichbarkeit von Ergebnissen ermöglicht (Grundsatz 3).

4.2. LOFASA Übersicht und Zusammenfassung

Bevor die einzelnen Schritte explizit geschildert werden, wird der LOFASA in einer Übersicht zusammengefasst und anschließend, um Verwechslungen aufgrund der Namensähnlichkeit zu vermeiden,

kurz dem Logical Framework Approach (LFA) gegenüber gestellt. Dabei werden Arbeitsschritte und Strukturelemente verglichen und gegeneinander abgegrenzt.

Der LOFASA Bewertungsansatz wurde im Rahmen dieser Arbeit auf Grundlage der gewonnen Erkenntnisse entwickelt. Die konstitutiven Elemente sowie die Grundsätze der Nachhaltigkeitsbewertung bildeten den Rahmen für die Umsetzung der Gestaltungsfelder:

- **Terminologie:** Die konsistente und unmissverständliche Verwendung von Begriffen wird angestrebt und durch die Einführung von Terminologieboxen zur Klarstellung unterstützt.
- **Nachhaltigkeitsmodell:** Der Bewertung wird ein mehrdimensionales Nachhaltigkeitsmodell zugrunde gelegt. Neben den klassischen drei Dimensionen (Ökologie, Ökonomie, Soziales) ist die Ergänzung um weitere Dimensionen möglich.
- **Integration**: Die Dimensionen werden wechselseitig integriert.
- **Holismus:** Das Ziel der Bewertung ist eine umfassende Betrachtung aller relevanten Nachhaltigkeitsaspekte[47].
- **Gesellschaft/Kulturkreis:** Die Nachhaltigkeitsbewertung wird mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien des Kulturkreises verknüpft. Das bekräftigt die **Legitimität** des Ansatzes aus gesellschaftlicher Sicht.
- **Flexibilität:** Der Bewertungsansatz ist weder objektspezifisch, noch ebenenspezifisch. Er kann sowohl zeitlich, wie auch geografisch flexibel eingesetzt werden.
- **Systemgrenzen:** Die Systemgrenzen werden für jedes Bewertungsobjekt durch den Bewertenden und relevante Anspruchsgruppen bestimmt. Sie werden dokumentiert.
- **Auswahl der Bewertungsaspekte:** Die Bewertungsaspekte werden regelgeleitet auf Grundlage sozialempirischer Methoden, logischer Ausschlussverfahren und mit Unterstützung ausgewählter Experten bestimmt.
- **Auswertungsmethoden:** Die Methoden zur Ermittlung von Indikatorwerten sind abhängig vom Bewertungsobjekt, dem Bewertungsziel und den Adressaten der Untersuchung. Grundsätzlich werden Methoden schrittweise in Abstimmung mit disziplinären Experten ausgewählt, die zu den Bewertungsaspekten unter den gegebenen Rahmenbedingungen (Detailtiefe, Zeithorizont, Datenverfügbarkeit etc.) der Bewertung passen.
- **Datengrundlage:** Es werden qualitative sowie quantitative Daten verwendet. Der Ansatz ist inhaltszentriert.
- **Partizipation:** Relevante Anspruchsgruppen sind zum einen indirekt durch die Verknüpfung mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien eingebunden. Zum anderen werden die Ergebnisse durch Gewichtungen von Stakeholdern einer internen Priorisierung unterzogen um die Nachhaltigkeitseffekte auf gesellschaftlicher Ebene zu bewerten.

[47] Alle relevanten Aspekte können in der Realität nie identifiziert werden. „Alle“ ist als Gegenteil zu „nur einem“ oder „nur einzelnen“ zu verstehen. Vergleiche hierzu die Ausführungen zur Systemtheorie. Das System ist nur für Aspekte offen, für die entsprechende Strukturen zur Verfügung stehen bzw. die innerhalb des Resonanzbereichs liegen.

- **Transparenz:** Das ist eines der zentralen Ziele des Bewertungsansatzes. Die Arbeitsschritte werden so systematisch wie möglich angelegt. Die Verwendung sozialwissenschaftlicher Methoden unterstützt dabei eine regelgeleitete und nachvollziehbare transparente Vorgehensweise.

Der LOFASA ist ein mehrstufiger holistischer Ansatz zur regelgeleiteten und objektbezogenen Nachhaltigkeitsbewertung auf Basis von Indikatoren. Die indikatorbasierte Nachhaltigkeitsbewertung hat sich in der Literaturanalyse (3.2) als die gängigste und als vielseitig einsetzbare Vorgehensweise gezeigt. Auch für die im LOFASA gesetzten Ziele ist der Einsatz von Indikatoren aufgrund ihrer interdisziplinären Vielseitigkeit gut geeignet. Die sechs operativen Arbeitsschritte des LOFASA umfassen die Identifizierung und Strukturierung bewertungsrelevanter Nachhaltigkeitsaspekte, deren Selektion durch heuristische und partizipative Verfahren, die Dokumentation von Indikatoren und geeigneter Methoden zur Ermittlung von Indikatorwerten sowie die multikriterielle Analyse der Ergebnisse.

Anhand einer Nachhaltigkeitsbewertung wird eine Aussage darüber getroffen, ob und wie sich das Bewertungsobjekt auf Nachhaltigkeit auswirkt, oder wie es Ansprüche an Nachhaltigkeit erfüllt. Mit dem Bewertungsansatz werden die Normativität von Nachhaltigkeit und die Subjektivität von Nachhaltigkeitsbewertungen durch Struktur und Transparenz in einen definierbaren Rahmen übertragen. Dies soll Ergebnisse vergleichbar, reproduzierbar und gut kommunizierbar machen. Dadurch kann eine Basis für die Arbeit mit Stakeholdern bereitgestellt werden, die es ermöglicht, eine gemeinsame Betrachtungsebene und Detailtiefe bei Nachhaltigkeitsbewertungen anzuwenden.

Abb. 12 zeigt eine Übersicht der Verknüpfungen der erarbeiteten theoretischen Grundlagen mit den operativen Schritten des LOFASA.

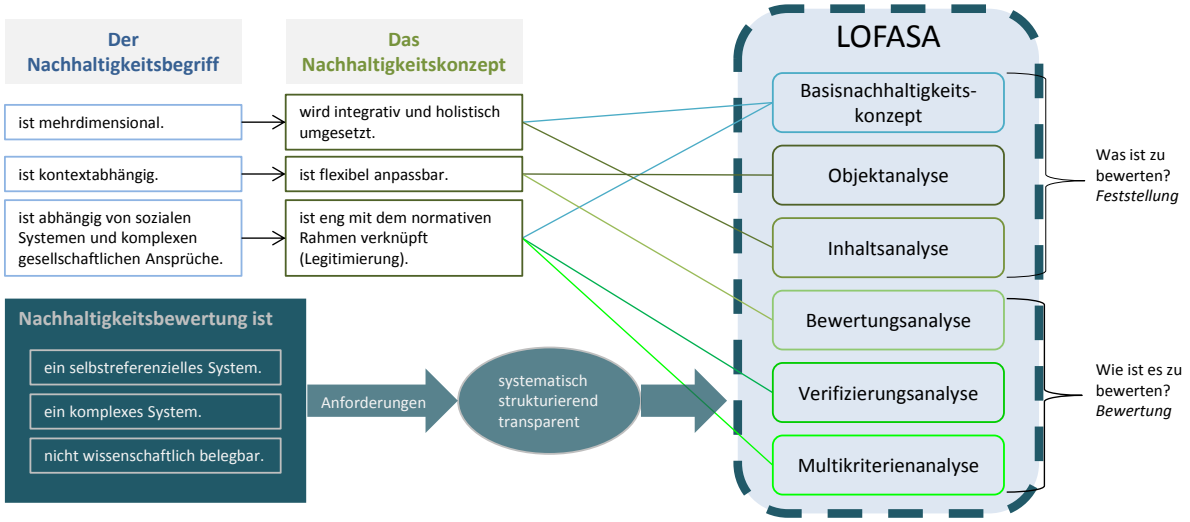


Abb. 12:Verknüpfung Teil A & Teil B.

Die sechs operativen Schritte des LOFASA werden in den folgenden Kapiteln beschrieben. Zunächst werden objektspezifische bewertungsrelevante Nachhaltigkeitsaspekte identifiziert und mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien verknüpft (Schritte eins bis drei = Feststellung). Darauf folgt die Bewertung der Aussagefähigkeit der Nachhaltigkeitsaspekte durch ein logisches Ausschlussverfahren, die weitere Verifizierung der Nachhaltigkeitsaspekte durch disziplinäre Experten sowie die

Gewichtung der Nachhaltigkeitsaspekte durch relevante Anspruchsgruppen (Schritte vier bis sechs = Wertung; vgl. Max Webers Forderung nach Trennung von Feststellung und Wertung[48]).

Abb. 13 zeigt eine Übersicht der sechs operativen Schritte des LOFASA und wie die Gestaltungsfelder und Grundsätze der Nachhaltigkeitsbewertung darin umgesetzt werden:

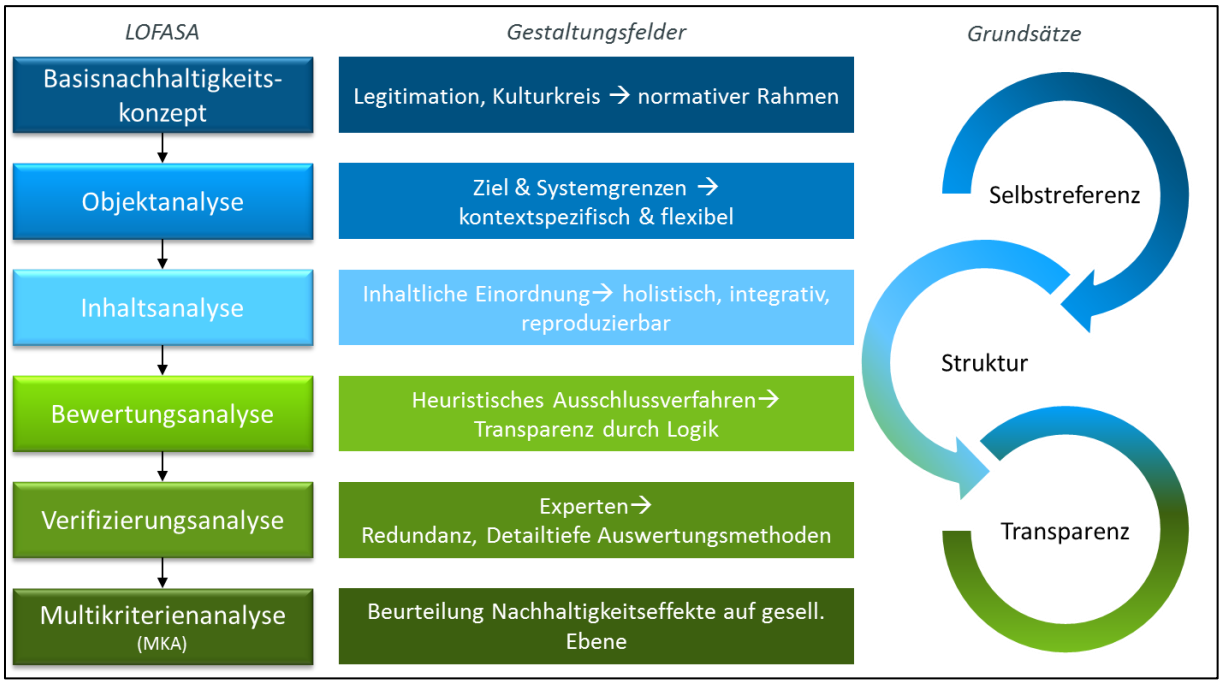


Abb. 13: LOFASA Übersicht - sechs operative Schritte.

Das kontextbezogene Nachhaltigkeitskonzept aus der Objektanalyse, wird durch das Basisnachhaltigkeitskonzept, regelgeleitet in der Inhaltsanalyse, mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien verknüpft (operative Schritte 1. bis 3.). Die Aspekte zur Bewertung des Nachhaltigkeitskonzepts werden zunächst logisch, dann unterstützt durch disziplinäre Experten, zu einem Set bewertungsrelevanter Indikatoren und Auswertungsmethoden auf geeigneter Detailtiefe zusammengefasst (operative Schritte 4. und 5.). In der Multikriterienanalyse (6. operativer Schritt), werden die quantitativen und qualitativen Indikatorwerte in einer gemeinsamen Einheit gegenübergestellt und gewichtet, um Nachhaltigkeitseffekte auf gesellschaftlicher Ebene zu identifizieren.

[48] *„Max Weber fordert eine Trennung von Feststellung und Wertungen, da es niemals Aufgabe einer Erfahrungswissenschaft sein kann, bindende Normen und Ideale zu ermitteln, um daraus für die Praxis Rezepte ableiten zu können. Normen und Werte sind keine objektiv gegebene und erkennbare Größen, daher soll sich die Wissenschaft auf die Erforschung des empirisch Gegebenen beschränken und auf Werturteile verzichten.“* (Kromphardt u.a. 1979 zitiert aus Baumgartner 2004, S. 10).

5. LOFASA operative Schritte

Der LOFASA umfasst sechs operative Schritte. Ggf. werden einzelne Schritte im Laufe eines Bewertungsvorhabens wiederholt bzw. angepasst.

Durch das sogenannte **Basisnachhaltigkeitskonzept** (1. operativer Schritt; Kapitel 5.1) wird die gesellschaftliche Bewertungsgrundlage festgelegt. Das bedeutet, dass das gesellschaftliche Nachhaltigkeitskonzept, unabhängig vom konkreten Kontext des Bewertungsobjekts, in Form eines hierarchischen Kategoriensystems dargestellt wird.

Darauf folgt der Schritt der **Objektanalyse** (2. operativer Schritt; Kapitel 5.2), in dem das Bewertungsobjekt festgelegt wird. Das beinhaltet die Beschreibung des Bewertungsobjekts, die Kontextanalyse, die Festlegung der Systemgrenzen sowie der Bewertungsziele, ggf. die Beschreibung von Referenzen und Szenarien.

In der **Inhaltsanalyse** (3. operativer Schritt; Kapitel 5.3) wird das kontextbezogenen Nachhaltigkeitskonzept abgeleitet und durch die Kategorien des Basisnachhaltigkeitskonzepts mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien systematisch verknüpft.

Anhand der Schritte eins bis drei wird die inhaltliche Bedeutung von Nachhaltigkeit für das Bewertungsobjekt festgestellt und für die weiteren Schritte systematisch aufbereitet (Phase der Feststellung bewertungsrelevanter Nachhaltigkeitsaspekte).

Es folgt die sogenannte **Bewertungsanalyse** (4. operativer Schritt; Kapitel 5.4), bei der die Bewertungsrelevanz und die Aussagefähigkeit von Nachhaltigkeitsaspekten durch ein heuristisches Ausschlussverfahren geprüft werden.

In der **Verifizierungsanalyse** (5. operativer Schritt; Kapitel 5.5) werden die Ergebnisse der Bewertungsanalyse mit Hilfe von Experten überprüft. Die Nachhaltigkeitsaspekte werden zu einem Set an Indikatoren zusammengefasst. Dabei werden erneut Relevanz und Aussagefähigkeit geprüft, ebenso wie Redundanzen und die Angemessenheit der Detailtiefe. Die Ermittlung der Indikatorwerte erfolgt auf Grundlage der hierbei festgelegten Auswertungsmethoden und Datengrundlagen. Nach der Auswertung werden die Indikatorwerte in einer gemeinsamen Einheit gegenübergestellt und durch Werthaltungen relevanter Anspruchsgruppen in einer **Multikriterienanalyse** gewichtet (6. operativer Schritt; Kapitel 5.6). Durch die interne Priorisierung der Indikatorergebnisse können Nachhaltigkeitseffekte auf gesellschaftlich übergeordnete Themen identifiziert werden.

5.1. Das Basisnachhaltigkeitskonzept (BNK), Gesellschaftliche Bewertungsgrundlage

Das Ziel des Basisnachhaltigkeitskonzepts (1. operativer Schritt) ist es, die Nachhaltigkeitsaspekte, die in dem gesellschaftlichen Referenzrahmen des Bewertungsobjekts relevant sind, als Bewertungsgrundlage festzulegen. In der Diskussion um Nachhaltigkeit herrscht ein breiter Konsens darüber, dass deren Bedeutung von institutionellen und kulturellen Rahmenbedingungen abhängig ist (vgl. z.B. Herbes 2013, in den vorangegangenen Kapiteln). Die Bedeutung von Nachhaltigkeit ist in einem Nachhaltigkeitskonzept (vgl. 2.2.1) deshalb sowohl durch das konkrete Bewertungsobjekt begründet, als auch durch den kulturellen Rahmen, in dem das Konzept operationalisiert wird.

Aus diesem Grund, ist der erste operative Schritt des LOFASA die Erstellung eines Basisnachhaltigkeitskonzepts (BNK), dem normativen Fundament des Bewertungssystems.

Mit dem BNK werden drei Ziele verfolgt. Erstens: Das BNK ist eine **integrative**[49] **Zusammenfassung von gesellschaftlich legitimierten** (siehe S.30) **Strategien der Nachhaltigkeit**[50] und Standards. Das bedeutet, dass anhand von ausgewählten (legitimen) Quellen - genannt Vorlagen (Box 5) - ein für den Kulturkreis allgemein gültiges Nachhaltigkeitskonzept als normative Bewertungsgrundlage abgeleitet wird. Durch das BNK wird also eine Verknüpfung der Bewertung zu dem gültigen[51] gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsrahmen hergestellt.

Zweitens: Nachhaltigkeit kann nicht allgemeingültig definiert werden. Dennoch muss eine Beschreibung dessen erfolgen, was zu bewerten ist. Das BNK steht **stellvertretend für eine konsensfähige Definition** von Nachhaltigkeit. Konsensfähigkeit wird durch die Verwendung legitimierter Vorlagen erzielt und bedingt im Gegenzug die gesellschaftliche **Relevanz und Akzeptanz** des Bewertungssystems und der Bewertungsergebnisse.

Drittens: Nachhaltigkeitsbewertungen werden unabhängig vom konkreten Bewertungsobjekt auf gleicher normativer und struktureller Grundlage durchgeführt. Die Bewertung jedes Objekts im gleichen Wirkungsbereich basiert somit auf der **gleichen konzeptionellen Grundlage** von Nachhaltigkeit.

Zunächst werden sogenannte rahmengebende Vorlagen ausgewählt, von denen dann das BNK deduktiv abgeleitet wird. Für das BNK werden dabei übergeordnete Nachhaltigkeitsthemen und -ausprägungen formuliert.

Box 5 : Vorlagen

Als rahmengebende (5.1.1) bzw. kontextbezogene (5.2.2) Vorlagen werden die Quellen bezeichnet, aus denen das Nachhaltigkeitskonzept des Bewertungsobjekt abgeleitet wird. Es handelt sich dabei um wissenschaftliche Veröffentlichungen, Berichte, Standards, Strategiepapiere, Indikatorsätze und dergleichen.

Sie werden im Rahmen der Inhaltsanalyse (5.3) in standardisierte Analyseeinheiten zerlegt und regelgeleitet zum Nachhaltigkeitskonzept des Bewertungsobjekts weiterverarbeitet.

5.1.1. Auswahl legitimierter rahmengebender Vorlagen

Durch das Basisnachhaltigkeitskonzept (BNK) wird das gesellschaftliche Nachhaltigkeitskonzept innerhalb eines Wirkungsbereichs (Bsp. Deutschland, EU) repräsentiert. Es ist unabhängig vom Bewertungsobjekt allgemein gültig, denn es basiert auf objektneutralen und gesellschaftlich legitimierten Vorlagen. Einzelmeinungen von Bewertern oder befragten Experten darüber *was* bewertet werden soll, ebenso wie objekt- oder branchenspezifische Inhalte sind für das BNK irrelevant. Stattdessen

[49] Gemeint ist hier die horizontale Integration, d.h. Zusammenführung der Einflüsse auf unterschiedlichen Ebenen – ökonomisch, ökologisch, sozial (Lee 2006, siehe auch 2.3.2.2).

[50] Als „Strategien der nachhaltigen Entwicklung“ werden politische Vereinbarungen verstanden, die langfristig das Ziel der Nachhaltigkeit auf gesellschaftlicher Ebene und unter Berücksichtigung vorhandener Ressourcen anstreben.

[51] Gültig und legitimiert beziehen sich auf den zeitlichen und kulturellen Wirkungsbereich des Bewertungsobjekts. Die Ausführungen zur Anwendungsstudie in Kapitel 6 der Arbeit beziehen sich auf den Wirkungsbereich der Lignocellulose-Bioraffinerie, die als Anwendungsstudie für den LOFASA dient. Dafür wurde das BNK ausgehend von dem Standort Deutschland und EU erarbeitet. Für ein anderes Anwendungsbeispiel, etwa eine Fabrik in Indien, müsste auch im Sinn der Generationengerechtigkeit der dort gültige normative Rahmen integriert werden. Auf diese Weise kann den Ansprüchen komplexer sozialer Systeme zumindest ansatzweise Rechnung getragen werden.

werden Nachhaltigkeitsstrategien und Standards als Vorlagen gewählt, die aus gesellschaftlichen bzw. demokratischen Prozessen entstanden sind oder in anderer Form von legitimen Gesellschaftsvertretern formuliert wurden (z.B. Normen, Leitlinien unabhängiger Verfasser).

Legitimität wird als Maß der Akzeptanz durch die betroffenen Gruppen definiert (vgl. S.30, Jastram 2012). Mit legitim ist in diesem Zusammenhang die alltagssprachliche Verwendung gemeint, die ausdrückt, dass etwas einem rechtlichen und moralischen Normensystem entspricht (Schmelzle 2012).

Beispielsweise wurden für die Anwendung des LOFASA in der Anwendungsstudie Bioraffinerie (siehe 6.1.1) vier Vorlagen (siehe Box 5, S. 60) für das BNK ausgewählt, die als gesellschaftlich relevant und legitim beurteilt wurden (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Nachhaltigkeitsstrategie EU, Deutscher Nachhaltigkeitskodex und VDI-Richtlinie 4070). Dies sind die rahmengebenden Vorlagen der Bewertung, die später, nach der Objektanalyse um kontextbezogene Vorlagen erweitert werden.

5.1.2. Ableitung des BNK

Das Basisnachhaltigkeitskonzept wird als hierarchisches Kategoriensystem aufgebaut, wobei Nachhaltigkeitsaspekte als Nachhaltigkeitsthemen (NT) und Nachhaltigkeitsausprägungen (NA) aus den rahmengebenden Vorlagen deduktiv abgeleitet werden. Die Deduktion der Kategorien erfolgt iterativ (siehe Abb. 14) und beruht auf den Prinzipien der Vollständigkeit (die Vorlagen werden vollständig in das System integriert) und der Trennschärfe (siehe dazu 5.1.2.1.).

Der Vorteil der Gliederung in Themen (NT) und Ausprägungen (NA) im Vergleich zur klassischen dreidimensionalen Einteilung in Ökonomie, Ökologie und Soziales liegt in der hierarchischen Integration von Nachhaltigkeitsaspekten. Nachhaltigkeitsaspekte müssen dabei nicht einer der drei Säulen zugeordnet werden, sondern integrativ angelegten Nachhaltigkeitsthemen bzw. -ausprägungen, was eine höhere Flexibilität und eine bessere Darstellungsmöglichkeit für mehrdimensionale Aspekte bietet (vgl. z.B. 3.3.1.3 und 3.3.2.1).

Um die endgültigen Kategorien des BNK in Form von NT und NA festzulegen, werden die rahmengebenden Vorlagen in sogenannte Analyseeinheiten übersetzt. Analyseeinheiten wurden als Arbeitshilfe entwickelt. Sie ermöglichen eine standardisierte, tabellarische Erfassung der Nachhaltigkeitsaspekte aus den Vorlagen. Eine ausführliche Beschreibung der Konstruktion und Form von Analyseeinheiten folgt in Kapitel 5.3. Bis dahin kann eine Analyseeinheit vereinfacht als ein einzelner, aus der Vorlage exzerpierter Nachhaltigkeitsaspekt interpretiert werden.

Die Analyseeinheiten werden zu den vorläufigen NT und NA in Beziehung gesetzt wobei eine iterative Anpassung der Kategorien im Laufe des Prozesses erfolgen kann (Abb. 14). Es werden Techniken der qualitativen Inhaltsanalyse verwendet (z.B. Codebuch, Ankerbeispiele, Kodierregeln), um die Definition der Kategorien transparent zu machen und später eine regelgeleitete Zuordnung der kontextbezogenen Nachhaltigkeitsaspekte zu gewährleisten. Da in einem separaten Kapitel ausführliche Erläuterungen zur Inhaltsanalyse folgen (siehe 5.3), wird sie an dieser Stelle nicht näher erörtert. In Abb. 14 ist vereinfacht dargestellt, wie die in Analyseeinheiten zerlegten rahmengebenden Vorlagen in einer qualitativen Inhaltsanalyse zu den NT und NA zugeordnet werden, die Inhalte und die Strukturen des BNK überprüft und bei Bedarf angepasst werden, bis alle Analyseeinheiten in die Struktur aufgenommen werden können. Die dabei aufgestellten und dokumentierten Beispiele und Regeln sind die Basis für die kontextbezogene Anpassung des Nachhaltigkeitskonzepts durch die Inhaltsanalyse objektspezifischer Vorlagen.

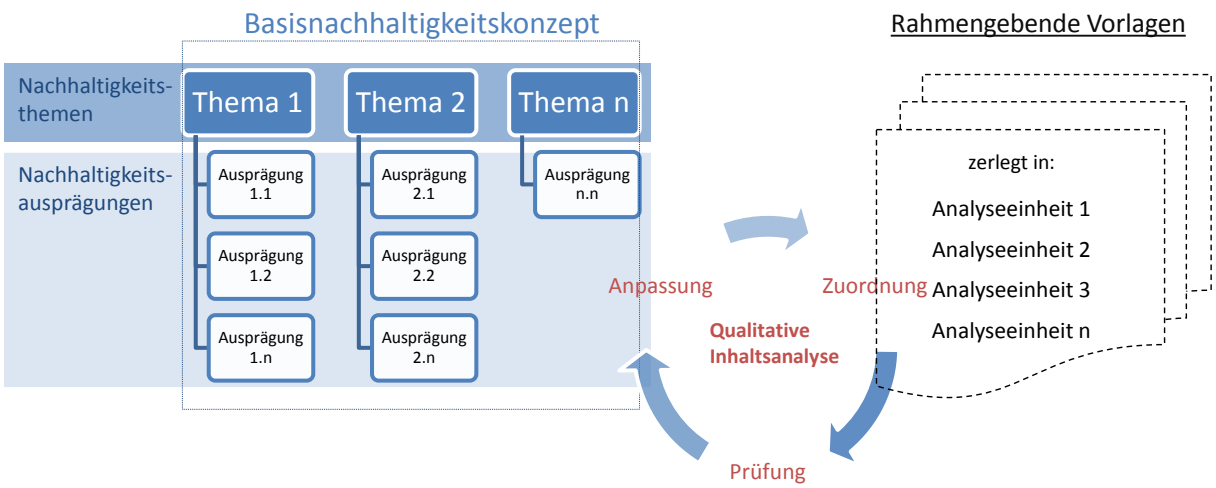


Abb. 14: Iterativer Prozess der Kategorienbildung im BNK.

Abb. 15 zeigt als Beispiel das BNK der Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie. Vier rahmengebende Vorlagen wurden dafür verwendet (6.1.1). Die oberste Reihe, mit den ausgefüllten Kästen, repräsentiert die sechs entstandenen Nachhaltigkeitsthemen des BNK der Anwendungsstudie. Die umrandeten Kästen darunter sind die dazugehörigen Nachhaltigkeitsausprägungen.

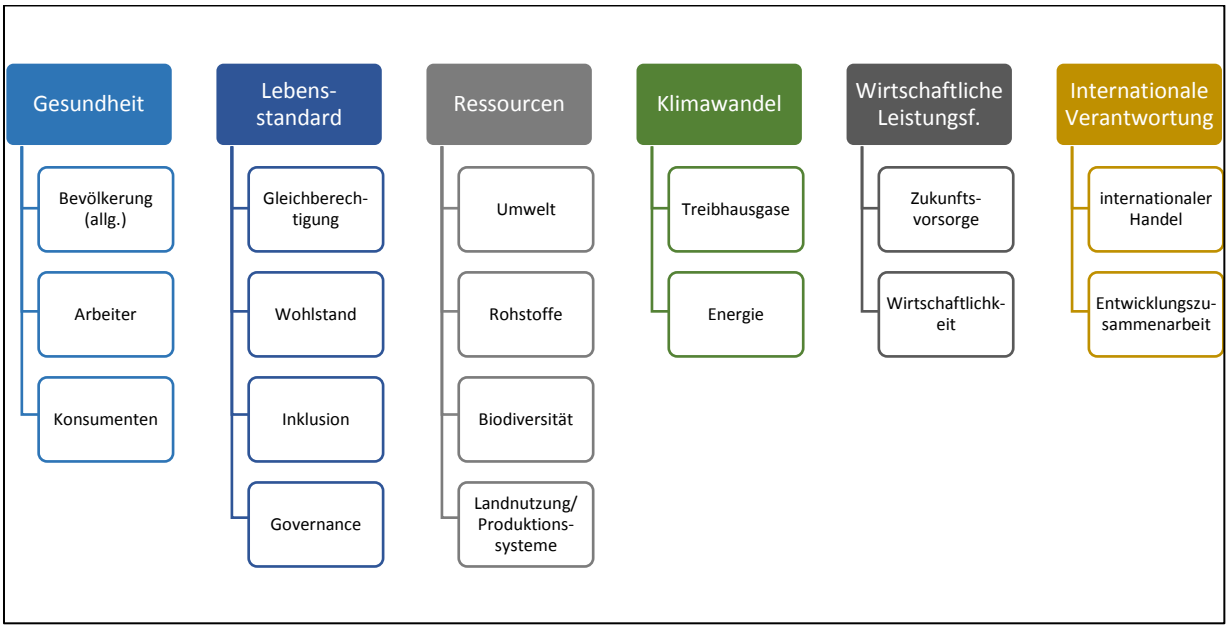


Abb. 15: BNK Anwendungsstudie Lignocellulose Bioraffinerie. Wirkungsbereich Deutschland/EU.

Nachhaltigkeitsthemen und -ausprägungen

Der Begriff Nachhaltigkeitsthema (NT) wird in der Arbeit zur Bündelung gesellschaftlich relevanter Nachhaltigkeitsaspekte (in Abgrenzung zu kontextbezogenen Nachhaltigkeitsaspekten) auf einem hohen Abstraktionsniveau verwendet. Die NT basieren auf den rahmengebenden Vorlagen und sind ipso facto (vgl. 5.1.1) gesellschaftlich legitimiert. Sie bilden die höchste Stufe des Basisnachhaltigkeitskonzepts. NT unterscheiden sich eindeutig und sind voneinander abgrenzbar. Nachhaltigkeitsausprägungen (NA) repräsentieren ebenfalls gesellschaftlich relevante Nachhaltigkeitsaspekte und sind aus den rahmengebenden Vorlagen abgeleitet. NA werden auf einem niedrigeren Abstraktions-

niveau unter den NT formuliert. Da sie aufgrund von Gemeinsamkeiten einem der NT untergeordnet sind, sind sie weniger stark voneinander abgrenzbar als die NT. Es handelt sich hierbei um eine Form der Typisierung, als Hilfsmittel zur Ordnung der als wesentlich erachteten Nachhaltigkeitsaspekte des BNKs (Ginter 2013).

Die Nachhaltigkeitsthemen und -ausprägungen sind a priori immer und für jedes Bewertungsobjekt gültig (innerhalb des Wirkungsbereichs). Mit dem LOFASA wird am Ende geprüft, ob und wenn ja, wie sich das Bewertungsobjekt auf ein NT auswirkt.

5.2. Objektanalyse

Das Ziel der Objektanalyse (2. operativer Schritt) ist es, alle als wichtig erachteten Eigenschaften des Bewertungsobjekts möglichst genau zu definieren und detailliert zu beschreiben. In verschiedenen Stufen werden dabei der Kontext, die Systemgrenzen, raumzeitliche Perspektiven sowie Referenzen und Szenarien festgelegt und möglichst präzise dokumentiert.

Die Objektanalyse wird in zwei Phasen untergliedert (Tab. 8): Die **Objektbeschreibung** ist vergleichbar mit einer Goal & Scope Definition bei Ökobilanzen. Dort werden neben einer narrativen Beschreibung des Bewertungsobjekts die für die Bewertungs- und Verifizierungsanalyse ausschlaggebenden Untersuchungsvariablen (siehe 5.4.2) festgelegt und dokumentiert. Darüber hinaus ist eine ausführliche Beschreibung des Objekts und der Ziele Voraussetzung für die Wahl geeigneter, auf die Relevanz sowie die Betrachtungsebene des Bewertungsobjekts abgestimmter, Auswertungsmethoden (Eales et al. 2005; vgl. Gibson & Hassan 2005; J. Pope & Grace 2006).

Das Ziel der **Kontextanalyse** ist die Identifizierung der Vorlagen, aus denen die kontextspezifischen Nachhaltigkeitsaspekte abgeleitet werden. Durch das BNK und die rahmengebenden Vorlagen wird als Grundlage ein gesellschaftliches Nachhaltigkeitskonzept geschaffen, das a priori für jedes Bewertungsobjekt im gleichen Wirkungsbereich gültig ist. Die Bewertung von Nachhaltigkeit ist aber nur im Kontext des Bewertungsobjekts zielführend und sinnvoll (vgl. z.B. 2.5). Deshalb werden für das Bewertungsobjekt relevante Nachhaltigkeitskonzepte als kontextbezogene Vorlagen identifiziert (vgl. Grundsatz 1, S. 54), die in den weiteren operativen Schritten ausgewertet werden.

Tab. 8: Bestandteile der Objektanalyse.

Objektbeschreibung (5.2.1)	• Narrative Beschreibung des Bewertungsobjekts (5.2.1.1) • Ziel der Bewertung (Zieldefinition) und Systemgrenzen (5.2.1.2) • Identifizierung und Festlegung von Referenzen 5.2.1.3
Kontextanalyse 5.2.2	• Kontextbestimmung (schlagwortgestützt) (5.2.2.1) • Auswahl von kontextbezogenen Vorlagen (5.2.2.2)

5.2.1. Objektbeschreibung

Die Objektbeschreibung dient zunächst dazu, einen Überblick über das gesamte Bewertungsobjekt zu erhalten und ist bei Bedarf eine geeignete Grundlage für Abstimmungsprozesse zwischen den Beteiligten. Je zielgerichteter und genauer die Objektbeschreibung gestaltet ist, umso präziser können die

weiteren operativen Schritte ausgeführt werden. Mindestanforderungen sind Beschreibungen des Bewertungsobjekts und der Referenzen sowie die Festlegung der Ziele und Systemgrenzen.

5.2.1.1. Narrative Beschreibung des Bewertungsobjekts

Die narrative Beschreibung dient dazu, einen groben Überblick über das Bewertungsobjekt zu gewinnen und die allgemeine Verständlichkeit zu erhöhen. Bei der Beschreibung ist es von Vorteil, auf Fachtermini weitestgehend zu verzichten, denn sie soll jedem Leser, unabhängig von seiner/ihrer fachlichen Kenntnisse, einen Überblick über das Bewertungsobjekt ermöglichen. Die Beschreibung des Bewertungsobjekts beinhaltet z.B. Informationen über Titel und Inhalte des Projekts, welche Produktionswege betrachtet werden und welche Rohstoffe dafür benötigt werden, welche Besonderheiten darin liegen und dergleichen mehr.

Je nach Bedarf kann diese Beschreibung mehr oder weniger ausführlich geschehen. Informationen sollen aber grundsätzlich eindeutig und präzise sein. Schematische Darstellungen sind als Ergänzung häufig von Vorteil.

5.2.1.2. Zieldefinition und Systemgrenzen

Mit dem LOFASA wird ein Ausschnitt der Nachhaltigkeit erfasst. Es ist deshalb notwendig, den Forschungsgegenstand bzw. das Bewertungsobjekt zu begrenzen (Atteslander & Cromm 2008), d.h., es klar zu benennen und dadurch den Operationalisierungszugang festzulegen.

In der Zieldefinition wird klar und unmissverständlich ausgedrückt was das Ziel der Bewertung ist. Dazu gehören die konkrete Benennung des Bewertungsobjekts (bspw. Produkt Milchkarton, Prozess Starkholzernte, Betrieb Dynea etc.) und worin das Erkenntnisinteresse besteht, also was unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten bewertet werden soll (bspw. Status quo, Monitoring, ex ante Szenarien etc.). Des Weiteren ist es hilfreich, für die später durchgeführte Verifizierungsanalyse den Adressat, die Adressaten der Bewertung festzulegen, da dies Einfluss auf die Wahl geeigneter Auswertungsmethoden haben kann. Beispielsweise können Indikatoren zur Information der breiten Öffentlichkeit stärker aggregierte Informationen enthalten als Indikatoren zur Steuerung von Managementprozessen. Für Entscheidungen in Steuerungsprozessen müssen detaillierte Informationen vorliegen.

Die Beschreibung der Systemgrenzen schließt den groben Wirkungsbereich ein (vgl. Kapitel 5.1 BNK, z.B. Deutschland, EU). Darüber hinaus ist es besonders bei prozess- und produktbezogenen Bewertungen notwendig, die Grenzen des betrachteten Systems genau zu definieren. Das bezieht sich auf verschiedene Eigenschaften wie etwa geografische, zeitliche oder prozessuale Grenzen des Bewertungsobjekts. Ähnlich der Vorgehensweise bei Ökobilanzierungen muss also festgelegt werden, ob das Bewertungsobjekt z.B. am Werkstor endet, ob und welche Vorketten inkludiert werden oder etwa welche Teile einer Prozesskette betrachtet werden. In Ausnahmefällen ist es notwendig, die Systemgrenzen für bestimmte Auswertungsmethoden zu erweitern, beispielsweise für bestimmte qualitative Indikatoren. In diesen Fällen muss die Erweiterung begründet und dokumentiert werden.

Die Zieldefinition und die Festlegung der Systemgrenzen sind Voraussetzung und Grundlage der Bewertungsanalyse (5.4).

5.2.1.3. Identifizierung von Referenzsystemen

Um die Nachhaltigkeit eines Bewertungsobjekts zu beurteilen, ist es notwendig, eine Vergleichsbasis oder Referenz zu kennen bzw. festzulegen. Als Referenz können verschiedene Zeitpunkte, Szenarien oder Verfahrensalternativen definiert werden, ebenso wie normative Benchmarks oder, wie bei Ökobilanzierungen, nutzengleiche Einheiten.

Die Identifizierung der Referenzen setzt voraus, dass die Systemgrenzen und Ziele des Bewertungsobjekts bekannt sind. Auf dieser Grundlage können Informationen gesammelt werden, die eine fundierte Diskussion potenzieller und die Wahl realistischer Referenzen ermöglicht. Gleichzeitig wird der Entscheidungsprozess dokumentiert und dadurch transparent gemacht.

Dieser Schritt entfällt in der Regel bei der Betrachtung des gleichen Systems zu unterschiedlichen Zeitpunkten (z.B. jährliche Berichterstattung eines Unternehmens).

5.2.2. Kontextanalyse

Wie in den vorangegangen Kapiteln bereits erläutert wurde, ist Nachhaltigkeitsbewertung nur kontextbezogen sinnvoll und zielführend. Für jedes Bewertungsobjekt ergeben sich im Rahmen des eigenen Nachhaltigkeitskonzepts individuelle Anforderungen an Nachhaltigkeit, die durch die im BNK festgehaltenen gesellschaftlich relevanten Nachhaltigkeitsaspekte nicht explizit abgebildet werden. Durch den Kontext des Bewertungsobjekts wird das BNK um fachspezifische und objektspezifische Nachhaltigkeitsaspekte ergänzt, die nicht allgemein gültig sind. Zum Beispiel ist der Umgang mit indigenen Völkern für Nachhaltigkeitsbewertungen internationaler forstpolitischer Strategien ein wichtiger Nachhaltigkeitsaspekt. Für die Bewertung der Nachhaltigkeit des Thünen-Instituts am Standort Hamburg-Bergedorf hingegen sind indigene Völker nicht bewertungsrelevant.

Ebenso wie die gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsaspekte im BNK wird der Kontext aus bestehenden, sogenannten kontextbezogenen Vorlagen exzerpiert. Diese können bspw. Fachliteratur, Journal-Veröffentlichungen oder anderweitig publiziert sein. Die Kontextanalyse dient der systematischen und nachvollziehbaren Bestimmung des Bewertungskontexts sowie der Identifikation kontextbezogener Vorlagen.

Die kontextbezogenen Vorlagen werden in die inhaltsanalytisch abgeleitete Struktur des BNK eingearbeitet, ohne dass sich dessen Struktur verändert. Die gesellschaftlich relevanten Nachhaltigkeitsthemen und -ausprägungen werden durch die im Kontext des Bewertungsobjekts relevanten Nachhaltigkeitsaspekte konkretisiert. Daraus entsteht das kontextspezifische Nachhaltigkeitskonzept des Bewertungsobjekts, das, aufgrund der vorgegebenen Strukturierung des BNK, mit den gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien verknüpft ist.

Die Bestimmung des Kontexts und die Auswahl der kontextbezogenen Vorlagen sind in der Regel in hohem Maß von den Bewertenden abhängig. Die Ausbildung, das Vorwissen und sonstige persönliche Eigenschaften des Bewertenden beeinflussen die Auswahl. Das Ziel des LOFASA ist, transparent zu arbeiten und im besten Fall reproduzierbare Ergebnisse zu liefern. Aus diesem Grund wurden die Bestimmung des Kontexts sowie die Auswahl der kontextbezogenen Vorlagen systematisch umgesetzt, um die Nachvollziehbarkeit zu maximieren.

In einer ersten Phase der Kontextanalyse wird das Bewertungsobjekt (inklusive etwaiger Referenzsysteme) mit Hilfe von Schlagwörtern möglichst treffend erfasst. In einer zweiten Phase werden dann

kontextbezogene Vorlagen ausgewählt, die gewissen Qualitätsanforderungen genügen (siehe 5.2.2.2).

5.2.2.1. Schlagwortgestützte Literaturrecherche

Um das BNK für das Bewertungsobjekt zu konkretisieren, werden kontextspezifische Vorlagen zur inhaltsanalytischen Auswertung verwendet. Geeignete Vorlagen können beispielsweise Studien oder Artikel zu Nachhaltigkeitsbewertungen, Standards, Richtlinien und dergleichen sein, die aus dem thematischen Umfeld des Bewertungsobjekts stammen. Sie werden durch Recherche in Literaturdatenbanken und dem Internet identifiziert. Eine systematische Literaturrecherche kann mit Hilfe von Schlagwörtern bzw. Schlagwortkombinationen durchgeführt werden (vgl. Beispiele in Tab. 9). Es wird angeraten, an dieser Stelle auf die Informationen aus der Objektbeschreibung zurückzugreifen.

Tab. 9: Schlagwörter für die Literaturrecherche (Auszug).

Ausschnitt Schlagwörter der Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie			
Nachhaltigkeit	Landwirtschaft	**Sustainability**	Agriculture
Nachhaltigkeitsbewertung	Forstwirtschaft	**Sustainability assessment**	Forestry
Nachhaltigkeitsindikatoren	Holz	**Sustainability indicators**	Wood
Nachhaltigkeitskriterien	Biomasse	**Sustainability criteria**	Biomass
	Zucker		Sugar
	Rohöl		Crude oil
	Erdgas		Petroleum gas
	Chemie		Chemistry
	Bioraffinerie		Biorefinery

Die Schlagwortkombinationen werden zusammen mit den gefundenen Vorlagen dokumentiert. Zusätzlich werden die verwendeten Datenbanken und Sucheinstellungen explizit festgehalten (Bsp.: Datum, Name und Adresse der Datenbank, Sucheinstellungen Schlagwort im Titel/im Text/in Schlagwörtern; Zeitraum der Veröffentlichungen; erste 100 Treffer). Eine Begrenzung der Trefferanzahl, wie in dem Beispiel in der Klammer, ist aufgrund der vielen Veröffentlichungen zu Nachhaltigkeitsbewertungen teilweise notwendig (vgl. 3.2). Das ist insofern vertretbar, da ab einer gewissen, aber nicht konkret bestimmbaren Anzahl analysierter Vorlagen und wegen der großen Überschneidungen nicht mit weiteren neuen Nachhaltigkeitsaspekten zu rechnen ist.

Mit den dokumentierten Schlagwortkombinationen und der systematischen Literaturrecherche kann die Suche nach kontextbezogenen Vorlagen nachvollziehbar und mittelfristig[52] reproduzierbar gestaltet werden.

5.2.2.2. Eignung als Vorlage

In den Kapiteln 3.2 und 3.3 wurden verschiedene Typen von Nachhaltigkeitsbewertungen und die damit einhergehenden Unterschiede bezüglich des Nachhaltigkeitsverständnis, den konstitutiven Elementen sowie der Auswertungsmethoden erläutert. Darauf aufbauend wurden in Kapitel 4.2 die im Rahmen dieser Arbeit und für den LOFASA gültigen Bedingungen und Anforderungen an das Bewertungssystem erläutert. Um diesen gerecht zu werden, ist es notwendig, aufgrund der operativen sowie qualitativen Vielfalt der Nachhaltigkeitsbewertungen, die Eignung der kontextbezogenen Vorlagen für die weitere Verwendung mit dem LOFASA zu überprüfen und eine Auswahl zu treffen.

[52] Der Anspruch der Reproduzierbarkeit wird hier nur als mittelfristig bezeichnet, da ein Großteil der Literaturrecherche über das Internet ausgeführt wird und dort vorhandene Datensätze teilweise veränderlich sind.

Mit Hilfe weniger Qualitätsregeln ist eine einfache Beurteilung und Klassifikation der potenziellen Vorlagen schnell umsetzbar (Tab. 10):

Tab. 10: Qualitätsregeln für Vorlagen.

Nachhaltigkeitskonzept	1. In der Vorlage wird ein **mehrdimensionales Nachhaltigkeitskonzept** verfolgt (integrativ, oder individuell). 2. Es besteht eine Verbindung zwischen dem Wirkungsbereich der Vorlage und dem **Wirkungsbereich** des Bewertungsobjekts (BNK → Deutschland, EU)
Umsetzung/Darstellung	3. LOFASA wird **indikatorbasiert** umgesetzt. Die in der Vorlage enthaltenen Nachhaltigkeitsaspekte sollen deshalb **stringent ableitbar** sein. Das bedeutet, sie liegen in Form von Kriterien, Indikatoren, Themen, Zielen etc. vor.
Qualität/Legitimation	4. Es ist **nachvollziehbar** wie die **Vorlage entstanden** ist, auf welchem Nachhaltigkeitskonzept sie beruht, was dessen Grundlagen sind. 5. Der **Autor/Herausgeber ist identifizierbar** und nicht unseriös.

Eine vollständig systematische und rein objektive Auswahl von Vorlagen ist auch wegen der begrifflichen Unschärfe im Bereich Nachhaltigkeit nicht garantiert. Bei Grenzfällen kann die Entscheidung für oder gegen die Verwendung einer Vorlage nur vom Bewerter, also der ausführenden Person, getroffen werden. Sie sollte dann aber entsprechend dokumentiert werden. Die hier genannten Qualitätsregeln sind als Vorschläge zu verstehen. Sie können ggf. erweitert oder modifiziert werden, wenn es im Rahmen des Bewertungsvorhabens sinnvoll ist.

5.3. Inhaltsanalyse

Das Ziel der Inhaltsanalyse (3. operativer Schritt) ist es, die kontextbezogenen Nachhaltigkeitsaspekte strukturiert auf das Nachhaltigkeitskonzept des Bewertungsobjekts zu übertragen und es dabei mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsthemen des BNK zu verknüpfen.

Für die Übertragung müssen die Informationen über die Nachhaltigkeitsaspekte abstrahiert werden, indem sie zunächst dekontextualisiert und folgend auf ihre wesentlichen Kausalbeziehungen reduziert werden. Die Nachhaltigkeitsaspekte werden daher aus den Vorlagen gelöst und in reduzierter Form möglichst so wiedergegeben, dass ihr Inhalt klar zu Geltung kommt (vgl. Abstraktion konkreten Wissens nach Boisot 1998, zitiert aus Hasenmüller & Schaltegger 2013). Dies wird durch eine qualitative Inhaltsanalyse möglich.

Die Struktur des BNK wird durch die kontextbezogenen Vorlagen nicht verändert. Die Nachhaltigkeitsthemen des BNK werden durch die Nachhaltigkeitsaspekte aus dem Kontext des Bewertungsobjekts lediglich konkretisiert. Das Bewertungsobjekt wird durch die Inhaltsanalyse der kontextbezogenen Vorlagen inhaltlich in das BNK eingeordnet. Das Vorgehen ist vergleichbar mit dem Auftragen eines Farblayers auf ein weißes Grundlicht. Die Basis bleibt bestehen, das Element erhält jedoch einen anderen Farbton oder eine geschärftes Muster (Abb. 16).

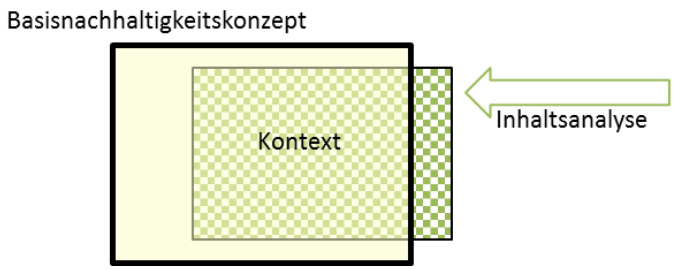


Abb. 16: Einordnung des Kontexts in das BNK mit Inhaltsanalyse.

Auf die inhaltsanalytische Behandlung der rahmengebenden Vorlagen des BNK wurde bereits in Kapitel 5.1 hingewiesen. Nähere Erläuterungen folgen in diesem Kapitel. Das in 5.1 beschriebene deduktive Kategoriensystem, das zunächst nur eine Gliederung von Überschriften ist, wird durch die inhaltsanalytische Auswertung der rahmengebenden Vorlagen nach und nach mit Inhalten gefüllt und iterativ angepasst. Das daraus entstandene BNK ist die Grundlage jeder Bewertung im gleichen Wirkungsbereich. Alle weiteren Inhaltsanalysen der kontextbezogenen Vorlagen werden nach den gleichen Auswertungsregeln durchgeführt. Dadurch wird eine überprüfbare und regelgeleitete Verbindung zwischen dem Kontext des Bewertungsobjekts und dem BNK hergestellt.

Die Inhaltsanalyse ist eine in der empirischen Sozialforschung häufig eingesetzte Methode. Sie ermöglicht die systematische Erhebung von Daten und deren Auswertung (Diekmann 1998). Besonders geeignet ist sie für formale und inhaltliche Untersuchungen großer qualitativer Datenmengen (vgl. Definition nach Früh in Brosius, Haas & Koschel 2012, S. 27). Genau das trifft auf die Vorlagen zu. Es handelt sich um große Mengen qualitativer Daten, die ohne weitere Untersuchung der formalen und inhaltlichen Eigenschaften nicht verwendet werden können.

Es existieren unterschiedliche methodische Ansätze und Definitionen der Inhaltsanalyse. Die hier vorgestellte Vorgehensweise orientiert sich an der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (z.B. Mayring 2010).

5.3.1. Qualitative Inhaltsanalyse im LOFASA

Die LOFASA Inhaltsanalyse wird nach dem Vorbild der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring durchgeführt. Dabei werden die in der sozialempirischen Forschung üblichen Spezifika der Methode für die Verwendung in LOFASA angepasst (siehe Mayring 2010, S. 12 f.).

Tab. 11 stellt unterschiedliche Eigenschaften und Gemeinsamkeiten der sozialempirischen Inhaltsanalyse der qualitativen Inhaltsanalyse im LOFASA gegenüber:

Tab. 11: Spezifika der Inhaltsanalysen: sozialempirisch vs. LOFASA (nach Mayring 2010, eigene Darstellung).

Inhaltsanalyse sozialwissenschaftlich	Inhaltsanalyse LOFASA
Gegenstand der Analyse ist Kommunikation.	Gegenstand der Analyse ist Kommunikation in Form von Berichten und Studien.
• Der Gegenstand der Analyse ist schriftlich festgehalten, also fixiert. • Inhaltsanalyse ist systematisch, freie Interpretation ist nicht gewollt. • Es ist kein hermeneutisches Verfahren. • Das systematische Vorgehen wird durch explizite Regeln erreicht. • Es generiert intersubjektive Nachprüfbarkeit.	
Das systematische Vorgehen zeigt sich auch darin, dass theoriegeleitet vorgegangen wird. Der Text wird unter einer **theoretisch ausgewiesenen Fragestellung** analysiert, Ergebnisse vor dem jeweiligen Theoriehintergrund interpretiert.	Die **Fragestellung ist durch das Bewertungsobjekt vorgegeben** und hat immer das gleiche Ziel: Das Verstehen und die Abbildung des Nachhaltigkeitskonzepts, das für das Bewertungsobjekt konsensfähig und relevant ist.
Inhaltsanalyse ist eine schlussfolgernde Methode. Durch Analyse des Materials, sollen Aussagen über Sender und Empfänger ableitbar werden.	Die Analyse ist eine strukturierende Methode, die den Kommunikationsprozess durch Transparenz und Nachvollziehbarkeit verbessert.

Nach Mayring (2010, S. 11) stellt das zu analysierende Material „irgendeine(r) Art von Kommunikation“ dar. Unter Kommunikation werden bei der sozialwissenschaftlichen Inhaltsanalyse in erster Linie qualitative Interviews oder Briefe verstanden, Medienbeiträge in Form von Werbung, Propaganda oder Berichterstattungen sind ebenfalls Formen der Kommunikation. Für die Inhaltsanalyse im LOFASA sind die verwendeten Vorlagen, also Berichte und Studien, die Quellen qualitativer Daten, die Nachhaltigkeitsaspekte kommunizieren und in einer der Öffentlichkeit zugänglichen Form vorliegen. Merten (1995) bezeichnet die Inhaltsanalyse als eine Methode um „soziale Wirklichkeit“ aus Inhalten „manifester“ Texte abzubilden und daraus auf „nicht-manifeste“ Kontexte zu schließen. Bezogen auf die LOFASA Inhaltsanalyse ist diese „soziale Wirklichkeit“ das gesellschaftliche Nachhaltigkeitsverständnis oder –konzept. Die Vorlagen können als „manifeste Texte“ angesehen werden und der „nicht-manifeste“ Kontext wird durch die regelgeleitetet systematische Analyse der kontextbezogenen Vorlagen ausgearbeitet.

5.3.2. Ablauf der Inhaltsanalyse

Die LOFASA Inhaltsanalyse wird als ein Prozess in neun aufeinanderfolgenden Schritten vorgestellt. Es ist ein iterativer Prozess, bei dem Wiederholungen und Anpassungen einzelner Schritte notwendig sein können. Grundsätzlich kann der Vorgang auch je nach Bedarf der Untersuchung angepasst werden, insofern den Ansprüchen an Transparenz und Nachvollziehbarkeit genüge getan wird. Die folgend beschriebene Vorgehensweise wurde im Rahmen der ersten Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie auf Grundlage der Mayringschen Inhaltsanalyse entwickelt und sowohl für die Analyse der rahmengebenden Vorlagen im BNK, als auch der kontextbezogenen angewandt.

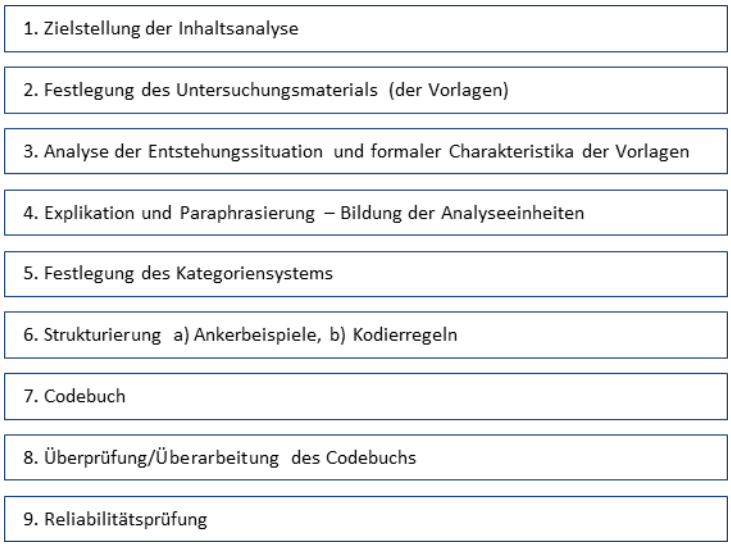


Abb. 17: Ablauf der an Mayring (2010) angelehnten LOFASA-Inhaltsanalyse.

1. Zielstellung der Inhaltsanalyse

   Zielstellung ist die Bestimmung eines gesellschaftlich legitimierten, normativen Rahmenkonzepts als Basis der Nachhaltigkeitsbewertung (BNK) UND die Anpassung des BNKs im Kontext des Bewertungsobjekts. Zu diesem Zweck sind die kontextbezogenen Nachhaltigkeitsaspekte aus den Vorlagen inhaltlich in das BNK einzuordnen.

2. Festlegung des Untersuchungsmaterials

   Das Untersuchungsmaterial sind die rahmengebenden und die kontextbezogenen Vorlagen, die als Form der Kommunikation von Nachhaltigkeit verstanden werden und in fixierter Form schriftlich vorliegen. Die Wahl der rahmengebenden Vorlagen und die Bestimmung der kontextbezogenen Vorlagen wurden bereits in den Kapiteln 5.1.1 und 5.2.2 erörtert.

3. Analyse der Entstehungssituation und formaler Charakteristika

   Die Analyse der Entstehungssituation sowie formaler Charakteristika dient zunächst der Transparenz der Untersuchung und bedingt die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Alle Vorlagen werden tabellarisch dokumentiert. Die genaue Dokumentation der formalen Charakteristika ist dabei Voraussetzung für spätere Auswertungen. Denn nur wenn bekannt ist, woher die Vorlage stammt, worauf sie basiert, zu welchen Schlagworten sie gefunden wurde etc., kann sie im Rahmen des LOFASA wiederverwendet werden (zum Beispiel in einer Datenbank). Es werden bibliografische Daten, ebenso wie strukturelle und inhaltliche Informationen zusammengetragen (Tab. 12).

Tab. 12: Dokumentation der Vorlagen.

Bibliografie	Struktur	Inhalt
• Titel • Autor, Hrsg., Jahr, Ed. • Sonstiges • Fundstelle • Schlagwortkombination (bei Kontext)	• Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, Thema etc.) • Zeitlicher Horizont (ex ante/ex post)	• Kurzbeschreibung • Ziel/Zweck • Zielgruppe • Bestimmtes Fachgebiet • Verbindungen zu anderen Konzepten

4. Explikation und Paraphrasierung – Bildung der Analyseeinheiten

Das Ziel der Explikation ist die Entflechtung von Textstellen, als Grundlage für die regelgeleitete Bearbeitung der Inhalte. Im LOFASA bedeutet das zunächst, dass die Textstellen isoliert werden, die als Nachhaltigkeitsaspekte verstanden werden. Da die Vorlagen i.d.R. bereits über eine strukturierte Grundform verfügen, die Nachhaltigkeitsaspekte also als Indikatoren, Kriterien, Themen, Ziele oder ähnliches vorliegen, ist die Explikation aus den Vorlagentexten problemlos möglich (vgl. 5.2.2.2).

Es werden die sogenannten **Analyseeinheiten** (AE, Box 6, S. 72) aus den Textstellen exzerpiert, indem zunächst ein Hauptschlagwort (in Tab. 13 Haupt SW) identifiziert wird, beispielsweise der Name eines Indikators, welches dann durch ein oder mehrere sekundäre Schlagwörter (in Tab. 13 Sekundär 1 und 2) charakterisiert und letztlich paraphrasiert wird (siehe Beispiel in Tab. 13). Sekundäre Schlagwörter können aus begleitenden Textpassagen, übergeordneten Kategorien oder Überschriften abgeleitet werden. Die Informationen aus den Vorlagen werden durch die Analyseeinheiten abstrahiert und auf wesentliche Informationen reduziert (vgl. Abstraktion von Wissen nach Boisot 1998 in Hasenmüller & Schaltegger 2013).

Aufgrund des heterogenen Vokabulars und unterschiedlicher Strukturen bei Nachhaltigkeitskonzepten und –bewertungen kann kein einheitliches Muster für die Explikation und Paraphrasierung von AE festgelegt werden.

AE sind semantische Einheiten. Ein gewisser Toleranzbereich bei der Paraphrasierung wird hier deshalb in Kauf genommen. Um Transparenz gewährleisten zu können, muss aber für jede verwendete Vorlage dokumentiert sein (z.B. im Anhang) wie für die Explikation und die Paraphrasierung konkret vorgegangen wurde, beispielsweise welche Textbausteine wie verwendet wurden.

Tab. 13: Beispiel Explikation und Paraphrasierung von Analyseeinheiten.

Laufende Nr. AE	*Vorlage (Code)*	*Haupt SW*	*Sekundär 1*	*Sekundär 2*	*Zitat Originalvorlage*
AE_0001	NHSTRAT (Nachhaltigkeits-strategie DE)	Energieproduktivität	Ressourcen-schonung	Generationen-gerechtigkeit	„Energieproduktivität = Bruttoinlandsprodukt / Primärenergieverbrauch im Inland. Die Energieproduktivität drückt aus, wie viel Bruttoinlandsprodukt (in Euro, preisbereinigt) je eingesetzter Einheit Primärenergie (in Petajoule) erwirtschaftet wird.“

Box 6: Analyseeinheiten

Die sogenannten **Analyseeinheiten (AE)** sind vereinheitlichte Textbausteine, die aus den in Vorlagen enthaltenen Nachhaltigkeitsaspekten konstruiert werden. Da die Nachhaltigkeitsaspekte in unterschiedlichen Formen in den Vorlagen enthalten sind (z.B. unterschiedlichen hierarchischen Ebenen, Detailtiefen oder semantischen Ausdrucksformen), ist es notwendig, eine gemeinsame Erscheinungsform zu erreichen. Die Form der AE ist geeignet, um sie in einer Datenbank zu verwenden. Des Weiteren sind die standardisierten AE die Grundlage für die an die Inhaltsanalyse angeschlossene Bewertungsanalyse.

Als AE werden quasi semantische Einheiten definiert. Die semantischen Analyseeinheiten sind (Schlag-)Wörter oder Wortfolgen, die die Bedeutung eines Materialbestandteils wiedergeben (=Dekontextualisierung). Materialbestandteile sind Nachhaltigkeitsaspekte aus den Vorlagen, wie beispielsweise Indikatoren oder Kriterien. Komplexe Aussagen werden so auf wenige relevante Merkmale reduziert.

Die Vorgehensweise zur Paraphrasierung und Explikation ist abhängig von der Struktur der Vorlage und muss deshalb für jede verwendete Vorlage (z.B. im Anhang) dokumentiert werden, um Transparenz zu gewährleisten.

AE sind Nachhaltigkeitsaspekte in standardisierter Form, die

- relevant für das Bewertungsobjekt sind.
- systematisch in das BNK strukturiert werden (holistisch und integrativ).
- Ausgangspunkte für die Bewertungsanalyse sind, wo sie im logischen Ausschlussverfahren reduziert werden (Überprüfung der Aussagefähigkeit).
- Ausgangspunkt für die Verifizierungsanalyse und Grundlage für die Indikatorbildung sind.
- aufgrund ihrer Form geeignet für den Aufbau einer Datenbank sind.

5. Festlegung des Kategoriensystems

Als Kategoriensystem dient das bereits festgelegte hierarchische Grundgerüst des BNKs. Die Erarbeitung der Nachhaltigkeitsthemen und –ausprägungen wurde in Kapitel 5.1.2 beschrieben. Alle AE werden im nächsten Schritt den übergeordneten Kategorien, den Nachhaltigkeitsthemen, systematisch zugeordnet und weiter mit den passenden Nachhaltigkeitsausprägungen in Verbindung gebracht.

6. Strukturierung

Die Strukturierung ist neben der Explikation und Paraphrasierung einer der entscheidendsten Schritte der Inhaltsanalyse. Die AE werden in den Kategorien des BNK –Nachhaltigkeitsthemen/-ausprägungen – strukturiert, d.h., sie werden den Kategorien zugeordnet, zu denen sie inhaltlich am besten passen. Dabei werden sukzessive Interpretationsregeln aufgestellt, die für die gesamte Auswertung, also alle Zuordnungen von AE zu Kategorien, zu befolgen sind. Das Aufstellen von Interpretationsregeln ist ein iterativer Prozess, der regelmäßige Überprüfung und Anpassung der Analyse erfordert.

Zu den allgemeinen Interpretationsregeln zählen auch die Ankerbeispiele (6.a) sowie die Kodierregeln (6.b) die im Codebuch (7.) festgehalten werden

Eine der allgemeinen Interpretationsregeln basiert beispielsweise darauf, dass aufgrund kausaler Wirkungsbeziehungen die Zuordnung einer AE zu mehr als einer Ausprägung logisch sein kann. Dies sei am Beispiel Bildung verdeutlicht: Bildung generiert gesellschaftlichen und persönlichen Wohlstand. Gleichzeitig sind Investitionen für Bildung, aus volkswirtschaftlicher wie aus betrieblicher Sicht auch Investitionen für zukünftigen wirtschaftlichen Erfolg. Eine AE, die eindeutig mehr als einer Ausprägung zuzuordnen ist, kann durch eine Querverbindung einer zweiten Ausprägung zugeordnet werden (im Beispiel Abb. 18 durch die gestrichelte Linie angezeigt). Aus Gründen der Praktikabilität wurde als ergänzende allgemeine Interpretationsregel festgelegt, dass maximal eine Querverbindung je Analyseeinheit hergestellt werden soll. Welche der Ausprägungen dabei prioritär ist (im Beispiel durch die durchgezogene Linie angezeigt), wird in Form von Kodierregeln im Codebuch festgehalten. Diese Regelung wird aufgrund der hohen Anzahl deskriptiver Daten als notwendig angesehen, um die Handhabbarkeit zu gewährleisten. Nach ersten Erfahrungen sind die zu erwartenden Einschränkungen in Bezug auf die Ergebnisse des Bewertungsansatzes gering. Der Grundsatz der Transparenz wird durch die klare Regel eingehalten.

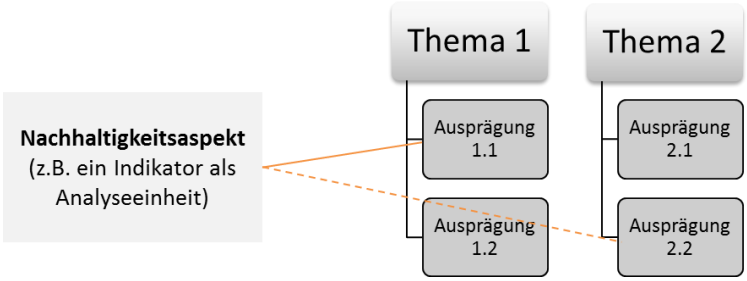


Abb. 18: Beispielstrukturierung AE.
Primäre Kategorie (durchgezogene Linie) und eine sekundäre Querverbindung (gestrichelte Linie).

6.a Ankerbeispiele

Eine weitere allgemeine Interpretationsregel wurde aufgestellt, um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen, konstantere Ergebnisse zu erhalten und letztlich die Auswertung langfristig zu erleichtern. Die Regel lautet: objektive Zuordnungsmerkmale verwenden. Solche Merkmale werden als sogenannte Ankerbeispiele dokumentiert. Die Ankerbeispiele dienen dazu, bestimmte Wörter, Wortfamilien oder Wortfolgen immer der gleichen Ausprägung zuzuordnen. Subjektive Einflüsse durch den Kodierer werden dadurch und durch die Kodierregeln (6.b) verringert. Des Weiteren kann die Zuordnung schneller erfolgen, als wenn über den Sinn jedes Nachhaltigkeitsaspekts neu entschieden werden müsste. Beispiel: Taucht das Wort Unfälle auf, ist die AE immer sofort dem NT Gesundheit zuzuordnen.

6.b Kodierregeln

Die vierte allgemeine Interpretationsregel besagt, dass Trennschärfe, also Eindeutigkeit und Ausschließlichkeit zwischen den Ausprägungen, wo nötig per Definition festgeschrieben werden muss (z.B. durch Positiv-/Negativauslesesätze, Festlegung der Reihenfolge für Querverbindungen). Deshalb werden für Unklarheiten, Sondersituationen und regelmäßige Entscheidungen explizite Kodierregeln formuliert. Beispiel: Die NA (allg.) Bevölkerung unter dem NT Gesundheit (siehe Abb. 15) umfasst alle Gesellschaftsteile, ohne weitere Differenzierung. Alle AE die im Zusammenhang mit Gesundheit stehen sind enthalten, außer sie sind einer der anderen Ausprägungen von Gesundheit zuzuordnen (z.B. Arbeitsunfälle würde der Ausprägung Arbeitnehmer zugeordnet).

7. Codebuch

Das Codebuch ist eine Art Handbuch und Nachschlagewerk der Inhaltsanalyse. Alle Nachhaltigkeitsthemen und Ausprägungen werden dort mit den dazugehörigen allgemeinen Interpretationsregeln, Ankerbeispielen und Kodierregeln dokumentiert.

Im Codebuch werden die Nachhaltigkeitsthemen und Ausprägungen durch die Analyseeinheiten beschrieben. Für jedes Bewertungsvorhaben wird ein Codebuch erstellt.

8. Überprüfung und Anpassung des Codebuchs

Die allgemeinen Interpretationsregeln samt Ankerbeispielen werden fortwährend überprüft und bei Bedarf angepasst. Wichtig ist dabei, die Gültigkeit für das gesamte analysierte Material zu gewährleisten. In der Regel ist es sinnvoll, das Codebuch auf Grundlage der rahmengebenden Vorlagen zu initiieren und anhand der kontextbezogenen Vorlagen zu konkretisieren, indem Ankerbeispiele und weiter Kodierregeln hinzugefügt und bestehende ggf. präzisiert werden. Alle Regeln und Ankerbeispiele werden als **Kodierschema** bezeichnet.

9. Reliabilitätsprüfung

Das Kodierschema sollte so funktionieren, dass alle AE den Nachhaltigkeitsthemen und –ausprägungen von jedem Kodierer gleich zugeordnet werden können. Um die Verlässlichkeit des Kodierschemas zu überprüfen, werden alle oder ein zuvor festgelegter Anteil der AE erneut, unter Verwendung des Codebuchs strukturiert. Wenn möglich sollte dies durch andere Kodierer geschehen. Die Reliabilität des Kodierschemas ergibt sich dann aus den Abweichungen. Eine Reliabilitätsgrenze sollte vorher festgelegt werden (z.B. 10 % Abweichungen der Testkodierung von der Erstkodierung). Bei Überschreiten der Reliabilitätsgrenzen muss das Codebuch entsprechend überarbeitet werden. Problemfälle, unkodierbare Einheiten und dergleichen werden dokumentiert und wenn nötig werden die vorhergehenden Schritte wiederholt.

Das Ergebnis der Inhaltsanalyse (3. operativer Schritt), sind als **Analyseeinheiten** aus den Vorlagen exzerpierte **Nachhaltigkeitsaspekte**, die regelgeleitet in das **hierarchische Kategoriensystem** strukturiert wurden.

5.4. Bewertungsanalyse

Das Ziel der Bewertungsanalyse (4. operativer Schritt) ist es, die Nachhaltigkeitsaspekte zu identifizieren, die nicht nur relevant, sondern auch aussagefähig für die Bewertung der Nachhaltigkeit des Bewertungsobjekts sind. Die AE werden zu diesem Zweck durch sogenannte Untersuchungsvariablen (5.4.2) in einem heuristischen Ausschlussverfahren (5.4.1) reduziert.

Das heuristische Verfahren basiert auf Alltagsheuristiken (Strübing 2013, S. 114). Das bedeutet im LOFASA, dass der Ausschluss einer AE aufgrund offensichtlicher mit logischem Menschenverstand sinnvoll begründbarer Faktoren beruht. Ein solcher, allgemein logischer Schluss wäre beispielsweise, dass eine AE gestrichen wird, die in einer ex ante konzipierten Bewertung den Anteil von Frauen in Führungspositionen bewerten wollen würde. Eine solche Aussage zu treffen, wäre begründbar unlogisch und die AE würde aus dem Bewertungsportfolio entfernt werden (Der Beispielsatz „Es *wird* 14 % weibliche Führungskräfte im Betrieb X geben." lässt sich zwar als Absichtserklärung ausdrücken, aber weder tatsächlich messen noch qualitativ beweisen oder argumentativ begründen).

Die Untersuchungsvariablen sind beschreibbare, auf struktureller oder auf inhaltlicher Ebene abgrenzbare Eigenschaften des Bewertungsobjekts (z.B. zeitlicher Bezug), auf die in dem heuristischen Verfahren Bezug genommen wird. Sie werden im Rahmen der Objektanalyse festgelegt und dokumentiert (5.2).

Jede AE wird für die Anwendung der Untersuchungsvariablen (5.4.2) kodiert. Das bedeutet, die entsprechenden ausschließenden oder charakterisierenden Eigenschaften werden für jede AE getestet und dokumentiert. Dann können sie mit den Eigenschaften des Bewertungsobjekts abgeglichen werden, wodurch nicht aussagefähige AE ausgeschlossen werden.

Nachdem die Gesamtzahl der AE mit Hilfe der Untersuchungsvariablen reduziert wurde, werden die verbleibenden AE in den Nachhaltigkeitsausprägungen gebündelt. Die gebündelten AE sind in diesem Stadium Vorstufen der Indikatoren, die in der Verifizierungsanalyse (5. operativer Schritt) durch Unterstützung von Experten festgelegt werden. Abb. 19 zeigt die aufeinanderfolgenden Schritte Inhalts-, Bewertungs- und Verifizierungsanalyse in einer Übersicht.

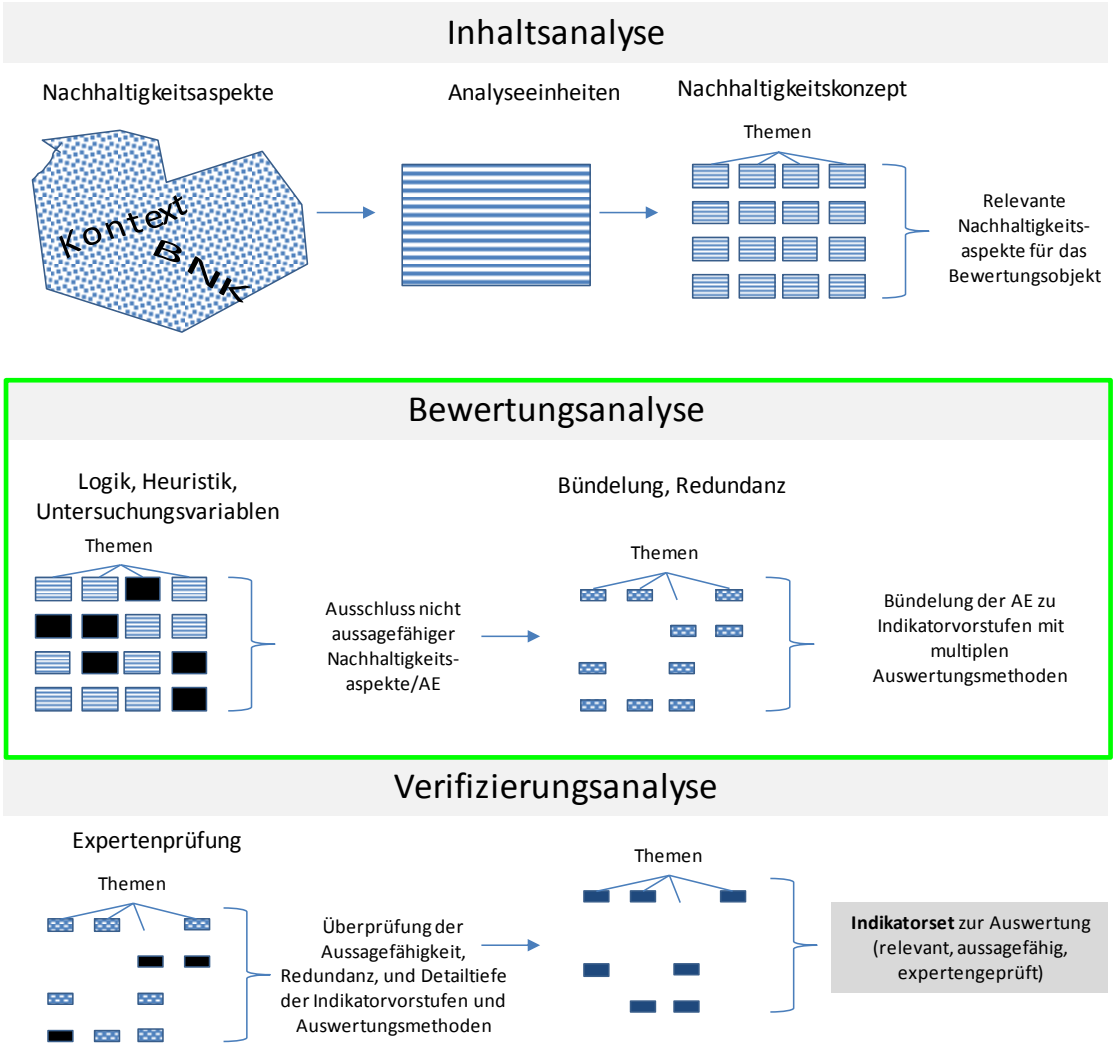


Abb. 19: Überblick LOFASA Schritt 3 bis 5.

5.4.1. Heuristisches Verfahren

Die heuristische Verarbeitung von Informationen erlaubt eine schnelle, einfache und automatische Verarbeitung von großen Informationsmengen. Heuristiken basieren auf einfachen Erklärungsmustern und sind transparent.

Das Ziel des heuristischen Verfahrens ist, die AE zu streichen, die keine **Aussage** über die Nachhaltigkeit des Bewertungsobjekts treffen, obschon sie im Kontext des Bewertungsobjekts **relevant** sind (siehe Box 7, S. 78).

Grünig und Kühn (2013, S. 47) bezeichnen eine Heuristik als eine *„Denkregel […]mit deren Hilfe sich der Aufwand zum Auffinden einer Lösung in komplexen Problemen reduzieren lässt“*. Heuristische Verfahren sind nicht geeignet, um die eine optimale Lösung oder das eine optimale Ergebnis zu erzielen. Aufgrund der Normativität der Bewertung von Nachhaltigkeit ist die Existenz einer optimalen Lösung ohnehin nicht möglich. Es wird aber eine Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen erreicht, die beispielsweise durch eine reine Expertenbefragung nicht erreicht werden kann.

Das im LOFASA angewandte heuristische Verfahren basiert auf simplen, logisch begründbaren Kausalzusammenhängen, die im Folgenden gemeinsam mit den Untersuchungsvariablen erläutert werden (siehe 5.4.2).

Beispiel für die Funktionsweise der LOFASA-Heuristik (Abb. 20):

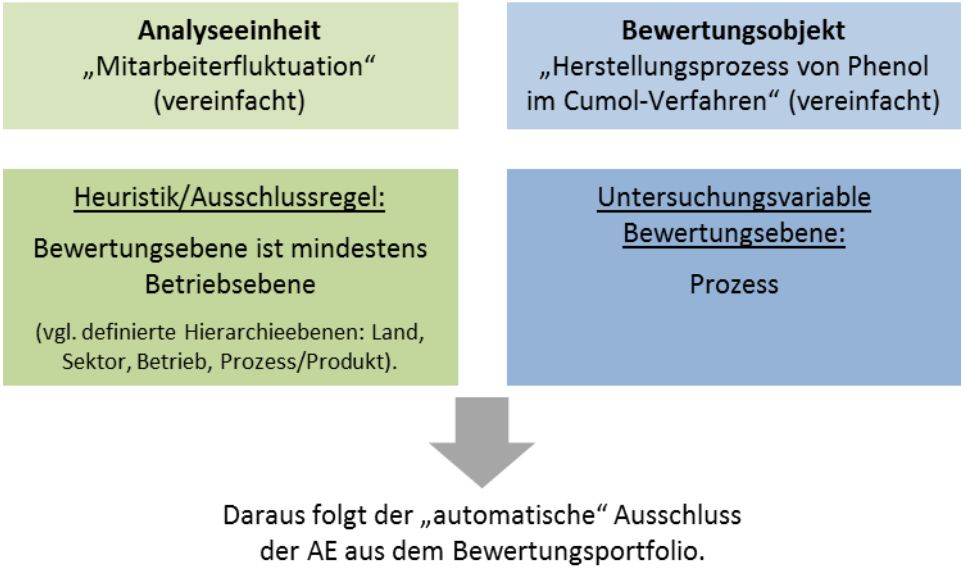


Abb. 20: LOFASA-Heuristik.

Die sogenannten Alltagsheuristiken sind nie zweifelsfrei. Die Untersuchungsvariablen werden deshalb möglichst detailliert in Form von Wenn-Dann-Kausalketten, Interventionslogiken und mit eindeutigen Regeln für Positiv- und Negativauslesen beschrieben. So wird die Nachvollziehbarkeit der Ausschlussentscheidungen gewährleistet und eine Diskussionsgrundlage bereitgestellt, mit der Verbesserungen und Anpassungen umgesetzt werden können. Entscheidungen, die außerhalb oder abweichend der Heuristik getroffen werden, müssen entsprechend dokumentiert werden (z.B. der logische Ausschluss einer AE aufgrund von Eigenschaften, die nicht durch die Untersuchungsvariablen erfasst werden).

Box 7: Relevanz vs. Aussage

Ein Nachhaltigkeitsaspekt ist **relevant** für das Bewertungsobjekt, wenn er sich aus dem Kontext des Bewertungsobjekts ableiten lässt. In diesem Fall wird der Aspekt zu einem Teil des Nachhaltigkeitskonzepts des betreffenden Objekts.

Vergleiche dazu Grundsatz 1 (S.54): Nachhaltigkeitskonzepte sind selbstreferenzielle Systeme. Sie sind abhängig *von der* und strukturierend *für die* abgrenzbare Umwelt.

Das Bewertungsobjekt wird durch das Bewertungsziel und dessen Systemgrenzen in eine bestimmte Bewertungssituation befördert (5.2.1.2). Davon abhängig ist, für welche Nachhaltigkeitsaspekte eine **Aussage** getroffen werden kann. Kann keine Aussage getroffen werden, kann das Objekt nicht auf Nachhaltigkeit hin bewertet werden.

„Positive Selektion kommt dadurch zustande, daß ein Ereignis für ein Anschlußereignis bedeutsam wird, also als Unterschied einen Unterschied produziert und somit einen Informationswert hervorbringt.“ (nach Bateson 1981, S. 488; zitiert aus Aderhold & Jutzi 2003, S. 147).

Folgende Grundannahmen gelten für das im LOFASA angewandte heuristische Verfahren, um die nicht aussagefähigen Analyseeinheiten zu reduzieren:

- Eine Analyseeinheit (AE) ist für das Bewertungsobjekt aussagefähig, wenn ein Wahrheitswert erzeugt werden kann. Ein Wahrheits- oder Informationswert ist eine Zahl oder Feststellung (durch Beobachten, Messen, Schätzen oder qualitativ).
- Wenn kein Wahrheitswert für den in der AE ausgedrückten Sachverhalt erzeugt werden kann, ist die AE nicht aussagefähig.

Beispiel:
Im Kontext einer Bioraffinerie ist Gleichberechtigung und damit beispielsweise der Anteil an Frauen in Führungspositionen ein *relevanter* Nachhaltigkeitsaspekt, weil eine Bioraffinerie, wie auch jedes andere Unternehmen, im Rahmen der normativen gesellschaftlichen Nachhaltigkeitskonzeption diesem Nachhaltigkeitsanspruch gerecht werden soll oder möchte. Ist eine Bioraffinerie als Betrieb bereits real existent, ist eine Bewertung dieses Aspekts z.B. in der zeitlichen Entwicklung sinnvoll und *aussagefähig.* Beispielaussage: Der Anteil an Frauen in Führungspositionen hat sich im Unternehmen in den letzten zwei Jahren um 20 % erhöht. Der Beispielsatz zeigt, dass in diesem Fall eine sinnvolle Aussage getroffen werden kann. Eine Aussage zu diesem Aspekt für eine noch nicht existente Bioraffinerie zu treffen ist wiederum nicht möglich. Der Aspekt bleibt *relevant*, ist aber *nicht aussagefähig* für dieses Bewertungsobjekt und wird deshalb nicht in die eigentliche Bewertung einbezogen.

5.4.2. Untersuchungsvariablen (UV)

Untersuchungsvariablen sind eindeutig beschreibbare und abgrenzbare strukturelle oder inhaltliche Eigenschaften eines Bewertungsobjekts. Durch die Untersuchungsvariablen werden Eigenschaften des Bewertungsobjekts mit den Voraussetzungen für die Aussagefähigkeit der Analyseeinheiten (AE)

in Beziehung gesetzt. AE können durch den Abgleich dieser Eigenschaften logisch und nachvollziehbar im heuristischen Verfahren von der Bewertung ausgeschlossen werden (vgl. 5.4.1).

Bei der Analyse von Nachhaltigkeitsbewertungen (siehe 3.2) wurden vier grundsätzliche Eigenschaften von Bewertungsobjekten identifiziert, die für den logischen Ausschluss in einem heuristischen Verfahren geeignet sind.

1. Auf welcher Ebene findet die Bewertung statt? Wer oder Was wird bewertet?
    - Ein Unternehmen, ein chemischer Prozess, ein Land, eine Strategie etc.
2. In welchem zeitlichen Rahmen findet die Bewertung statt?
    - Als Monitoring in Zeitreihen, mit Szenarien oder Referenzprozessen, Modellierungen oder Messungen etc., ex post und/oder ex ante.
3. In welchem geografischen Geltungsbereich findet die Bewertung statt?
    - Begrenzt auf ein Bundesland, Deutschland, Europa, global etc.
4. Mit welchem Ziel wird bewertet?
    - Prozessoptimierung, Zielerreichung testen, alternative Verwendungsmöglichkeiten prüfen etc.

Aus diesen vier Eigenschaften wurden zwei strukturelle (1+2) und zwei inhaltliche (3+4) Untersuchungsvariablen (UV) abgeleitet.

1. Bewertungsebene
2. Zeitfaktor
3. Geografie
4. Zweck und Detaillierungsgrad

Die strukturellen UV Bewertungsebene und Zeitfaktor (1+2) haben die wohl größten Auswirkungen auf die Aussagefähigkeit der AE.

Die vierte UV (UV 4) *Zweck und Detaillierungsgrad* ist im Vergleich zu den ersten drei genannten UV nicht so stringent abgrenzbar bzw. logisch zu erfassen. UV 4 wird deshalb erst im nächsten Schritt des LOFASA – der Verifizierungsanalyse – mit Unterstützung von Experten umgesetzt.

Die Definition weiterer UV ist darüber hinaus möglich. Zum Beispiel könnte die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Fachgebiet, eine weitere Differenzierung des Zeitfaktors, oder die Art der Untersuchung (Prozessvergleich, Szenarienvergleich, benchmarkorientiert etc.) das logische Ausschlussverfahren ergänzen. Im Rahmen der Arbeit soll die grundsätzliche Vorgehensweise demonstriert werden. Deshalb werden die UV eins bis vier als ausreichend erachtet. Weitere UV sowie Erweiterungen der erläuterten UV gehören zu den weiterführenden Forschungsmöglichkeiten.

5.4.2.1. UV 1 Bewertungsebene

Die Untersuchungsvariable Bewertungsebene (UV 1) zeigt an, in welchem geografischen, wirtschaftlichen oder funktionalen Bezugsrahmen eine Aussage durch die AE getroffen werden kann. Auf Grundlage der analysierten Nachhaltigkeitsbewertungen (vgl. 3.2) wurden vier unterscheidbare Ebenen identifiziert.

- **Land**

  Zur Ebene Land werden geografisch begrenzte Wirkungsbereiche gezählt. Darunter werden einzelne Nationen oder internationale Zusammenschlüsse, wie auch Regionen oder Kommunen verstanden.

- **Sektor**

  Die Ebene Sektor grenzt sich gegenüber Land dadurch ab, dass nicht eine geografische, sondern eine wirtschaftlich abgrenzbare Einheit gemeint ist. Auf Ebene des Sektors werden mehrere individuelle Wirtschaftseinheiten eines gemeinsamen Wirtschaftssystems zusammengefasst.

- **Betrieb**

  Die Ebene Betrieb ist synonym zu Unternehmen, Unternehmensteil, Produktionsstätte zu verstehen. Sie beschreibt individuelle technisch-wirtschaftliche Einheiten, die für sich ein geschlossenes System sind.

- **Prozess**

  Die Ebene Prozess dient als Überbegriff für Produktionsabläufe, Prozessketten und dergleichen, die Teile eines Unternehmens oder Produktsystems sind. Die Prozessebene beinhaltet sowohl gesamte Bereitstellungs- und Wertschöpfungsketten, als auch einzelne Produktionsschritte bis hin zu Reaktionsabläufen. Die Abgrenzung der Prozessebene ist technisch begründbar.

Die Interventionslogik wird in insgesamt acht Aussagen beschrieben, die für den Ausschluss der nicht aussagefähigen AE erarbeitet wurden. In Tab. 14 sind die acht Aussagen (H1-H8) zusammengefasst und gekennzeichnet (grüne Haken: Positivauslese; roter Strich: Negativauslese; schwarzer Haken: indifferent).

Tab. 14: Interventionslogische Aussagen (H1-8 = Heuristik 1-8).

Interventionslogik: Die AE ist aussagefähig/ nicht aussagefähig, wenn	***Beispiel AEn (gekürzt)***	**Land**	**Sektor**	**Betrieb**	**Prozess**	**Erläuterungen**
(H1)…es sich um eine "typische" nationale Kennzahl handelt, oder die AE auf eine geografische Einheiten bezogen ist. Die AE ist nicht von wirtschaftlichen technischen Aspekten abhängig.	*18 bis 24-jährige ohne Abschluss* oder *Analphabetenrate*	✓✓	-	-	-	Eine typische nationale Kennzahl ist dadurch gekennzeichnet, dass die durch sie getroffenen Aussagen immer auf eine große, geografisch begrenzte Einheit bezogen sind. Für die anderen drei Ebenen, die wirtschaftlich-technisch abgegrenzt sind, ist möglicherweise ein Wahrheitswert produzierbar, der dann jedoch weder innerhalb der Grenzen dieser Ebenen beeinflusst wird, noch einen Informationsgewinn generiert. Es ergeben sich dann inhaltslose Wahrheitswerte.
(H2)…die AE unmittelbar verursacher- oder anwenderbezogen ist und sich auf individuelle Entscheidungen oder Eigenschaften bezieht. Die AE bezieht sich rein auf technische Aspekte oder Auslegungen.	*Problematische Eigenschaften des Stoffes für die Umwelt* oder *Vergütungssystem, Leistungsorientierte Bezahlung*	-	-	✓	✓	Ist eine AE unmittelbar verursacher- oder anwenderbezogen, bedeutet das, dass die Aussage von individuellen Entscheidungen bzw. Eigenschaften abhängig ist. Das Beispiel „problematische Eigenschaften des Stoffes“ soll das verdeutlichen: die Eigenschaft des Stoffes ist auf nationaler oder sektoraler Ebene nicht beeinflussbar und der Stoff ist der gleiche in Deutschland wie in England. Es wird ein inhaltsloser Wahrheitswert erzeugt. Auf Prozessebene sind etwaige problematische Eigenschaften verwendeter Stoffe wichtige Hinweise für Qualität und Sicherheit. Es obliegt dem Anwender, welchen Stoff er im Prozess wie einsetzt. Ein weiteres Beispiel ist „Vergütungssystem, Leistungsorientierte Bezahlung“. In diesem Fall kann auf Betriebsebene ein aussagefähiger Wahrheitswert erzeugt werden. Das Vergütungssystem basiert auf einer innerbetrieblichen Entscheidung. Das „Vergütungssystem der Nation“ stellt dagegen keinen Informationswert dar, denn es ist nicht existent. Die aggregierte Darstellung der Informationen aus Einzelbetrieben ist zwar theoretisch möglich, wird aber durch diese AE nicht ausgedrückt.
(H3)…die AE einen direkten Bezug zu einer wirtschaftlichen Einheit hat, also wirtschaftlich abgegrenzt wird.	*Risikopotenzial am Arbeitsplatz* oder *Stabiles Marketing*	-	✓	✓	✓	Die AE sind im Rahmen der Produktion, bzw. des Wirtschaftens aussagefähig. Auf einer geografisch begrenzten Ebene ist kein Wahrheitswert zu den als Beispiel genannten AE abzuleiten.
(H4)…die AE sich eindeutig auf Aspekte eines Prozesses, einer Prozesskette beziehen. Die AE ist nur technisch begründet und unabhängig von strategischen Entscheidungen.	*Sicherer Anlauf der Anlage* oder *Stöchiometrischer Faktor*	-	-	-	✓✓	Diese Positivauslese in H4 bezieht sich auf AE, die sich eindeutig auf einen Prozess oder ein Produkt beziehen. Zum Beispiel Aussagen zu Reaktionsabläufen..

Fortsetzung von Tab. 14.

(H5)…die AE eindeutig auf betriebspolitische Entscheidungen bezogen, oder eine "typische" Betriebskennzahl ist. Die AE bezieht sich direkt auf die Einstellung des Betriebes und ist als (mehr oder weniger) bewusste Entscheidung interpretierbar.	*Verwendung legalen Saatguts* oder *Dokumentation von Arbeitsstunden*	-	-	✓✓	-	Eine typische Betriebskennzahl kann nur auf Betriebsebene erhoben werden (also ein Wahrheitswert erzeugt werden). Auf Prozessebene ist begründbar mit H8 keine Aussage möglich. Auf Sektor- oder Landesebene können diese Analyseeinheiten häufig hochgerechnet werden. Dann ist die Frage zu stellen, ob der erzeugte Wahrheitswert einen Informationsgewinn generiert.
(H6)…die AE eindeutig nur einem einzigen Sektor zuzuordnen ist, denn dann ist ein Wahrheitswert entweder geografisch oder betrieblich begründet.	*Selbstwerber weisen einen Motorsägenschein nach* oder *Menge landwirtschaftlicher Erzeugnisse*	✓	-	✓	✓	Ist eine AE eindeutig nur einem einzigen Sektor zuzuordnen, dann ist ein erzeugter Wahrheitswert geografisch oder betrieblich aussagefähig**.** Ein Beispiel: Die „Anzahl der Motorsägenscheininhaber“ ist auf sektoraler Ebene nicht aussagefähig, weil 100 % der Betroffenen dem gleichen Sektor angehören. Mit dieser AE kann eine Aussage über die Motorsägenscheininhaber im Zeitverlauf getroffen werden. Der Wahrheitswert ist dann aber auf eine geografische Einheit bezogen (z.B. Scheininhaber in Deutschland) oder auf eine betriebliche Einheit. Über den Sektor sagt diese AE nichts aus, da es keine Referenz gibt. Ein Gegenbeispiel wäre die AE Anzahl Auszubildende in einem Jahrgang. Mit dieser Kennzahl können verschiedene Sektoren miteinander verglichen werden.
(H7)…die AE eindeutig mindestens auf Ebene Sektor aggregiert sein muss, um einen Wahrheitswert zu erzeugen	*Beitrag des Forstsektors zum GDP*	✓	✓	-	-	Die Begründung von H7 bezieht sich auf Analyseeinheiten, die sich eindeutig mindestens auf Sektorebene aggregiert sein müssen, um aussagefähig zu sein (sehr seltene Ausschlussbegründung).
(H8)…die AE eindeutig mindestens auf Betriebsebene aggregiert sein muss, um einen Wahrheitswert zu erzeugen. Die AE beruht mindestens auf einer betriebspolitischen Entscheidung und wird durch die technischen Eigenschaften des Prozesses nicht beeinflusst.	*Mitarbeiterfluktuation* oder *Kinderarbeit*	✓	✓	✓	-	Ein Wahrheitswert für diese Analyseeinheit muss mindestens auf Betriebsebene aggregiert sein, weil es sich um (betriebs-)politische Handlungen, Entscheidungen oder deren Auswirkungen handelt. Ein Einzelprozess kann logisch betrachtet keinen Einfluss darauf ausüben und es ist auch kein Informationsgewinn auf Prozessebene generierbar. Beispielsweise kann Kinderarbeit durch ein Unternehmen oder ein Unternehmensteil gefördert oder ausgeschlossen werden. Die Entscheidung dazu wird auf Betriebsebene gefällt und ist unabhängig von technischen Eigenschaften eines Prozesses.

In Box 8 werden weitere Beispiele und ergänzende Informationen zu den angewandten Heuristiken vorgestellt.

Box 8: Heuristik zur Bewertungsebene (UV 1) - Beispiele

(1) Analyseeinheit *Personenbeförderung (nach Verkehrszweig)*, vereinfacht:

Auf der Ebene Land kann ein Wahrheitswert für die AE erzeugt werden. Der Wahrheitswert ist zweifelsohne von informationellem Wert. Im Gegensatz dazu kann auf der Ebene Prozess kein direkter, sinnvoller Wahrheitswert erzeugt werden. Würde dennoch, über Umwege ein Wert erzeugt werden, hätte dieser keinen informationellen Wert. Eine fiktive Beispielrechnung soll das zeigen: Von 3,8 Vollzeitäquivalenten, die für einen Beispielprozess X.123 berechnet werden, fahren 1,5 Personen mit öffentlichen Verkehrsmitteln, 0,7 Personen mit PKWs und 1,6 Vollzeitkräfte gehen zu Fuß oder fahren Fahrrad. Diese Verteilung wird auf keinen Fall durch Eigenschaften des Prozesses selber beeinflusst, noch ist eine informationelle Verwendung dieser Zahlen auf dieser Ebene sinnvoll. Es handelt sich um einen inhaltslosen Wahrheitswert, der keine Aussage über Nachhaltigkeit des Prozesses ermöglicht.

(2) Analyseeinheit *Arbeitslosenquote (von Menschen mit Behinderung)*, vereinfacht:

Das Bewertungsobjekt 1 (BO1) ist die Bundesrepublik Deutschland, die entsprechende Bewertungsebene ist Land. Bewertungsobjekt 2 (BO2) ist der Herstellungsprozess von Hackschnitzel am Waldrand, die entsprechende Bewertungsebene ist Prozess. Für das BO1 ist die Arbeitslosenquote von Menschen mit Behinderungen ein wichtiges Indiz für die Fortschritte der Inklusionsförderung. Auf der Bewertungsebene Land kann ein aussagefähiger Wahrheitswert für die AE erzeugt werden. Mit dieser AE wäre also eine Aussage zur Nachhaltigkeit des BO1 möglich. Für das BO2 kann kein logischer Wahrheitswert für die AE erzeugt werden. Die Herstellung von Hackschnitzel am Waldrand ist ein Arbeitsprozess und hat keinen Einfluss auf die Arbeitslosenquote, insbesondere nicht auf Inklusion. Diese AE und ein daraus resultierender Indikator würde nichts über die Nachhaltigkeit des BO2 aussagen.

5.4.2.2. UV 2 Zeitfaktor

Der Zeitpunkt der Untersuchung, in Relation zum Bewertungsobjekt, ist ausschlaggebend für die Untersuchungsvariable *Zeitfaktor*. Es gibt zwei Möglichkeiten der zeitlichen Betrachtung in der Nachhaltigkeitsbewertung:

- **Ex post („Rückschau“)**
  Das Bewertungsobjekt ist vergangen oder heute existent (Bsp. Nachhaltigkeitsberichterstattung eines Betriebes nach Abschluss des Betriebsjahres).
- **Ex ante („Vorhersage“)**
  Das Bewertungsobjekt ist nicht real existent, sondern maximal in Planung. Reale Daten sind nicht verfügbar.

Durch die Variante **ex ante** wird die Negativauslese derjenigen AE begründet, über die keine Zukunftsaussage getroffen werden kann. Betreffende AE können aus unterschiedlichen Gründen nur mit realen Zahlen oder Beobachtungen sinnvoll bewertet werden. Eine Prognose von Wahrheitswer-

ten ist für sie, zumindest nach derzeitigem Wissensstand, nicht praktikabel. Deshalb sind sie für ex ante Bewertungsobjekte nicht aussagefähig.

AE, für die Wahrheitswerte vorhergesagt werden können, können grundsätzlich auch rückblickend bestätigt bzw. bewertet werden. **Ex post** begründet deshalb **keinen Ausschluss** von AE.

Die folgenden Regeln wurden aufgestellt, um die Beurteilung der AE hinsichtlich ihrer zeitlichen Aussagekraft zu erleichtern. Die vier definierten Regeln basieren auf kausalen Wirkungszusammenhängen und haben sich als praktikabel erwiesen.

Für eine AE kann **ex ante kein** Wahrheitswert erzeugt werden, also keine Aussage getroffen werden, wenn einer oder mehrere der hier genannten Sätze zutreffen:

a) Die Aussage ist von einer persönlichen, aus subjektiven Gründen getroffenen Entscheidung abhängig (Beispiel: Mitarbeiterfluktuation).
b) Die äußeren Einflussfaktoren folgen keiner erkennbaren Regelmäßigkeit (Beispiel: Pro Kopf-Verbrauch bestimmter Lebensmittel).
c) Die Einflussfaktoren sind von nicht (vollständig) bekannten Wirkungszusammenhängen abhängig (Beispiel: Fruchtbarkeitsrate).
d) Die Ursachen für eine Aussage liegen in der Vergangenheit. Es wird also eine Aussage über geschehene Ereignisse getroffen (Beispiele: Anzahl tödlicher Arbeitsunfälle, Effizienz einer Maßnahme des Arbeitsamtes).

Weitere Begründungen sind ebenfalls möglich. Über die vier hier formulierten Begründungen hinaus kann folgender Entscheidungsbaum für die Festlegung der UV Zeit verwendet werden (Abb. 21):

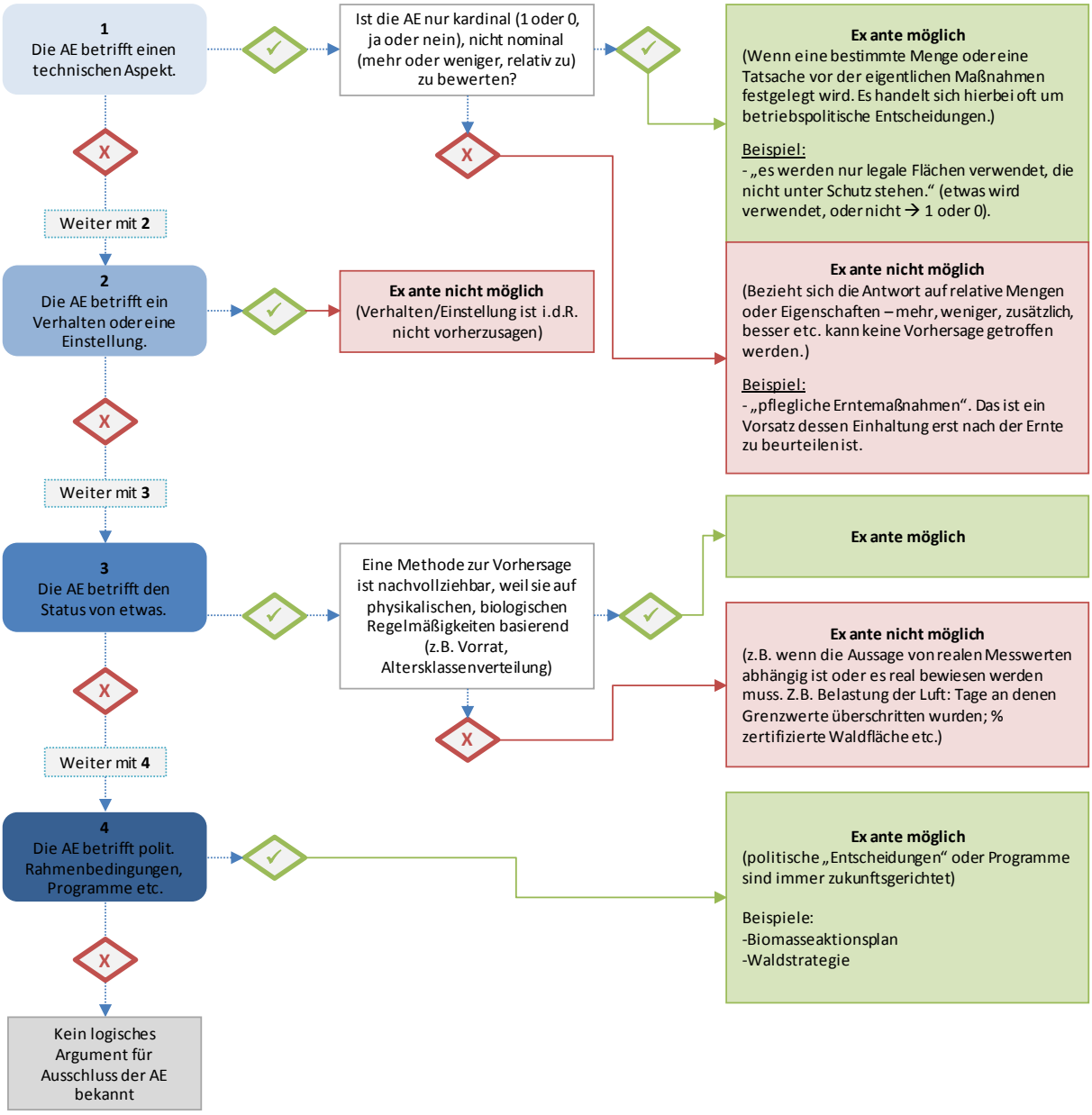


Abb. 21: Entscheidungsbaum UV Zeit.

5.4.2.3. UV 3 Geografie

Der geografische Wirkungsbereich des Bewertungsobjekts wurde bereits im Rahmen des BNK angesprochen. Als Untersuchungsvariable sagt der geografische Wirkungsbereich darüber hinaus etwas über die inhaltliche Aussagefähigkeit einer AE für ein bestimmtes Bewertungsobjekt aus.

Grundsätzlich soll durch die Variable berücksichtigt werden, dass in geografisch abgrenzbaren Gebieten, unterschiedliche Nachhaltigkeitsrisiken bestehen können, die je nach Wirkungsbereich bewertungsrelevant sind oder nicht. Beispielsweise wird Kinderarbeit in Deutschland durch den Gesetzgeber streng reguliert und kontrolliert (Jugendarbeitsschutzgesetz). Es ist zu erwarten, dass alle Aktivitäten innerhalb des begrenzten Geltungsbereichs Deutschland in diesem Punkt gleich bewertet werden würden. Die Bewertung der Nachhaltigkeit eines Unternehmens in Deutschland im Zeitverlauf, oder auch die Bewertung eines ausschließlich in Deutschland hergestellten Produkts durch den Indi-

kator Kinderarbeit wäre nicht aussagekräftig. Es könnte weder eine zeitliche Entwicklung dargestellt, noch ein Nachhaltigkeitsrisiko festgestellt werden. Die Bewertung eines Indikators wie Kinderarbeit wäre in Deutschland dieser Argumentation folgend nicht aussagekräftig, wohingegen anderswo ein großes Nachhaltigkeitsrisiko diesbezüglich besteht. Das heißt für das Beispiel der Kinderarbeit: der Indikator wird für das Unternehmen in Deutschland, oder das Produkt aus Deutschland in dem Moment nachhaltigkeitsrelevant, in dem es mit einer internationalen Referenz in den Vergleich tritt, bei der ein problematischer Umgang mit Kinderarbeit auftreten könnte. Ein weiteres Beispiel wäre der Indikator Rechte indigener Völker bei der Bewertung forstpolitischer Strategien. Im Wirkungsbereich Deutschland ist das nicht nachhaltigkeitsrelevant, in der internationalen Waldpolitik hingegen häufig sehr relevant.

Zum jetzigen Zeitpunkt wird lediglich unterschieden, ob die Systemgrenzen innerhalb oder außerhalb der EU liegen. Eine Erweiterung und größere Differenzierung der Variable ist für spätere Anwendungen sinnvoll.

Grundsätzlich ist die Berücksichtigung kultureller Prägungen im Rahmen von Nachhaltigkeitsbewertungen anzustreben (vgl. Herbes 2013).

5.4.3. Bündelung und Redundanzprüfung

Die Anzahl der AE im Nachhaltigkeitskonzept eines Bewertungsobjekts kann schnell mehr als 1000 Einheiten umfassen. Zusätzlich kann jede Einheit in bis zu zwei Nachhaltigkeitsausprägungen strukturiert sein (siehe S. 72 f). Wie in dem später vorgestellten Fallbeispiel der Bioraffinerie zu sehen sein wird, entsteht bei der Durchführung des LOFASA deshalb eine große Sammlung einzelner deskriptiver Werte (in der Anwendungsstudie Bioraffinerie: 1350 AE die insgesamt ca. 1650-mal in einer Nachhaltigkeitsausprägung strukturiert sind).

In der hier beschriebenen Bewertungsanalyse (4. operativer Schritt) wird die Gesamtzahl der AE zunächst im heuristischen Verfahren (5.4.1) um die nicht aussagefähigen AE reduziert.

Nach der Reduktion der AE werden die verbleibenden in jeder Nachhaltigkeitsausprägung zu Indikatorvorstufen zusammengefasst.

Bündelung

Die Zusammenfassung erfolgt indem zunächst eine Übersicht aller AE in den einzelnen Ausprägungen erstellt wird. Anschließend können bedeutungsgleiche, wirkungsgleiche, oder zu einer Sinnfamilie gehörende AE zusammengefasst werden. Bedeutungsgleich meint dabei, wenn unterschiedliche Bezeichnungen oder Formulierungen das gleiche bedeuten z.B. Smogformation und photochemische Oxidation. Wirkungsgleich bezieht sich auf unterschiedliche Kennzahlen, die die gleiche Auswirkung haben. So kann Erhöhung der Qualifikation der Mitarbeiter durch *Ausgaben für Weiterbildung der Mitarbeiter* und *Zahl der Weiterbildungstage je Mitarbeiter* bewertet werden. Als Sinnfamilie können AE zu Indikatoren zusammengefasst werden, die auf unterschiedliche Weise gleiche Aspekte zum Inhalt haben. Beispielsweise *Produktion von Abfällen*, *Produktion von giftigen Abfällen*, *Produktion von flüssigen Abfällen*.

Aus den gebündelten AE entstehen auf diese Weise vorläufige Indikatoren. Ein vorläufiger Indikator kann dabei über mehrere Auswertungsmethoden beschrieben werden.

Redundanzprüfung

Die vorläufigen Indikatoren und die dazugehörigen Auswertungsmethoden werden erneut überprüft, um redundante Indikatoren zu identifizieren. Hierbei kann es sinnvoll sein, gezielt Fachexperten zu Rate zu ziehen. Durch die Redundanzprüfung sollen Wiederholungen und Überschneidungen minimiert werden und damit die Über- oder Fehlbewertung eines Aspekts vermieden werden (Treyse et al. 2008).

5.5. Verifizierungsanalyse

Das Ziel der Verifizierungsanalyse (5. operativer Schritt) ist die Transformation der Analyseeinheiten (AE) zu einem Set bewertungsrelevanter Nachhaltigkeitsindikatoren. Die Verwendung von Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbewertung zeigte sich bei der Literaturanalyse als eine praktikable und weitverbreitete Umsetzungsmöglichkeit.

In den vorhergehenden Schritten wurden die für das Bewertungsobjekt relevanten AE in das Basisnachhaltigkeitskonzept eingeordnet (Inhaltsanalyse) und in einem heuristischen Verfahren um nicht aussagefähige AE reduziert. Darauf folgte die Bündelung der AE zu Indikatorvorstufen mit einer oder mehreren Auswertungsmöglichkeiten (Bewertungsanalyse).

In der nun folgenden Verifizierungsanalyse werden die gebündelten AE durch Experten erneut geprüft, ggf. angepasst und letztlich als Indikatoren mit geeigneten Auswertungsmethoden festgelegt (siehe Abb. 22).

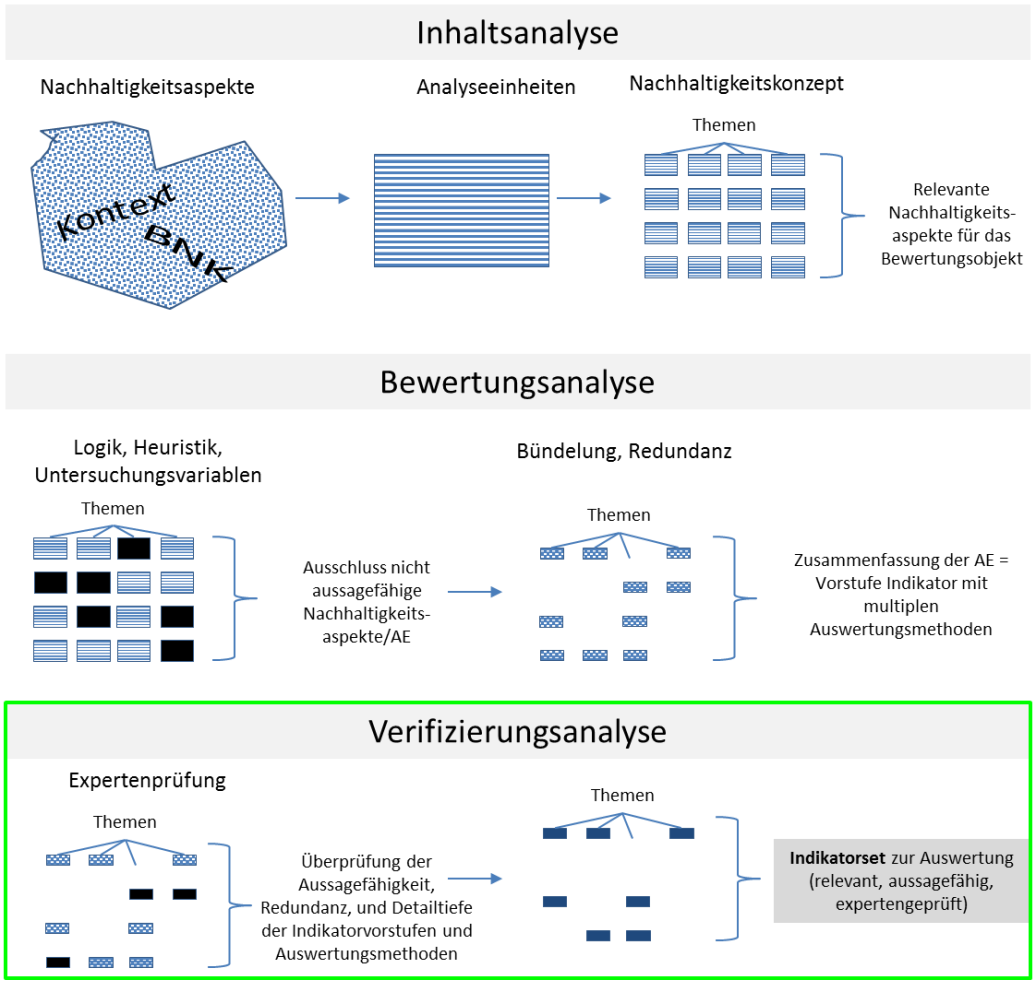


Abb. 22: Überblick LOFASA Schritte 3 bis 5 (2).

Die Experten werden zielgerichtet zu einzelnen oder zu dem gesamten vorläufigen Indikatorset befragt. Ausschlaggebend für die endgültige Festlegung der Indikatoren und Parameter ist die fachliche Meinung der Experten, wobei die UV 4 *Zweck und Detaillierungsgrad* ein Hilfsmittel zur Identifizierung des bewertungsrelevanten Indikatorsets ist. Die Experten unterstützen den Bewerter hinsichtlich der Fragen:

- Sind noch redundante Indikatoren im vorläufigen Set enthalten?
- Sind die vorläufigen Indikatoren aussagefähig unter gegebenen Rahmenbedingungen (Zweck)?
- Welche Methoden zur Ermittlung von Indikatorwerten (auch: Auswertungsmethoden) sind geeignet (Detailtiefe)?

Die Beteiligung von Experten ist aufgrund des interdisziplinären Charakters von Nachhaltigkeitsbewertungen in der Regel unumgänglich. Beispielsweise kann der Bewerter nicht über Auswertungsmethoden aller Fachrichtungen Kenntnis haben. Unter Umständen bedarf es daher der Aussage eines Experten, um Redundanzen zu entdecken und die geeignete Auswertungsmethoden festzulegen. Wie sehr das Ergebnis einer Bewertung von den gewählten Auswertungsmethoden abhängt wurde am Beispiel verschiedener Methoden zur Beurteilung von Gefahren bei chemischen Prozessen gezeigt (Koller, Fischer & Hungerbühler 2001). Koller et al. (2001) stellten je zwei alternative Prozesse gegenüber und schätzen das Gefährdungspotenzial mit zwei verschiedenen Auswertungsmethoden ein. In

75 % der Fälle kamen sie zu übereinstimmenden Ergebnissen. In 25 % der Fälle jedoch, wurden die Prozessalternativen mit den zwei unterschiedlichen Methoden gegensätzlich eingeschätzt.

An dieser Stelle wird nochmals deutlich, dass Nachhaltigkeit auch im LOFASA ein normatives Konzept bleibt, welches in letzter Konsequenz von der Meinung, bzw. dem Wissen der Experten abhängig ist. Der Unterschied zwischen dem LOFASA und anderen Bewertungssystemen liegt darin, dass diese Tatsache explizit benannt wird und die Subjektivität der Nachhaltigkeitsbewertung einerseits durch das systematische Vorgehen eingeschränkt wird und andererseits durch die Dokumentation der Analyseschritte transparent gemacht wird.

5.5.1. UV 4 Zweck und Detaillierungsgrad

Die UV *Zweck und Detaillierungsgrad* (4) ist weniger stringent vom Ausgangsmaterial ableitbar als die bereits beschriebenen UV 1-3 (5.4.2). Die UV 4 repräsentiert dennoch wichtige Merkmale für die Identifizierung aussagefähiger AE.

Für UV 4 ist die Anwendung einer Heuristik nicht geeignet. Stattdessen ist es erforderlich, die Rahmenbedingungen der Untersuchung und die Indikatoren bzw. deren Auswertungsmethoden abzuwägen und zu speziellen Fragestellungen Expertenmeinungen einzuholen.

Rahmenbedingungen der Untersuchung sind in diesem Zusammenhang:

- Ziel der Untersuchung
- Systemgrenzen
- Form der Referenzen bzw. Szenarien
- Zielgruppe
- Detailtiefe der Indikatoren bzw. der Auswertungsmethoden

Diese Rahmenbedingungen sind eng miteinander verknüpft. Die Hintergrundinformationen können aus der Objektanalyse abgelesen werden (5.2).

Wird ein vorläufiger Indikator von den Experten als nicht aussagefähig innerhalb der Systemgrenzen oder in Anbetracht des Bewertungsziels beurteilt, wird dieser gestrichen. Eine Streichung muss begründet und dokumentiert werden.

Der geeignete Detaillierungsgrad ist für die Bestimmung der Auswertungsmethoden für einen Indikator relevant. Die Detailtiefe ist abhängig von den genannten Rahmenbedingungen, insbesondere vom Ziel der Untersuchung und von den designierten Informationsempfängern. Beispielsweise können Verbraucherinformation relativ stark aggregiert sein, wobei für Optimierungsansätze im Management eine deutlich höhere Detailschärfe erreicht werden muss (vgl. z.B. Wahmhoff 2003).

Beispiel für die Abstufung des Detaillierungsgrades in Abhängigkeit der Detailtiefe zeigt Abb. 23:

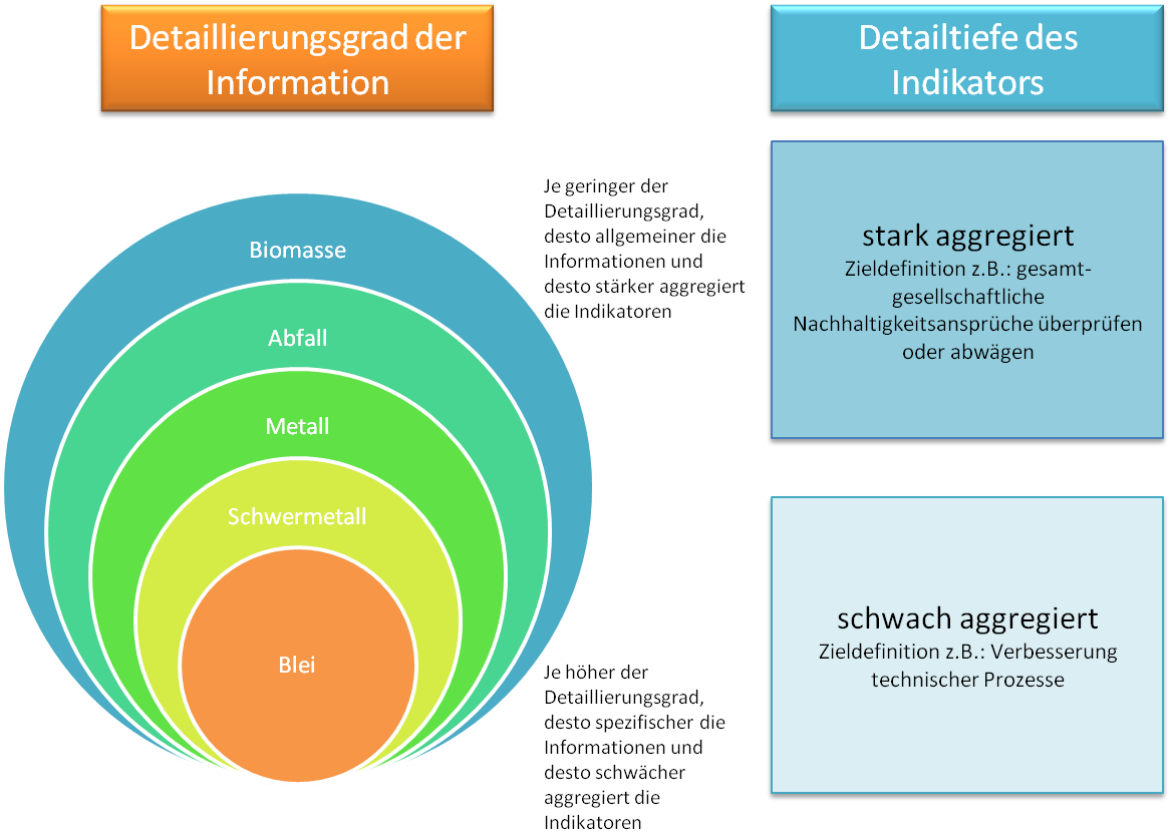


Abb. 23: Detaillierungsgrad und Detailtiefe.

Die Auslese der AE anhand der UV *Zweck und Detaillierungsgrad* ist interpretativ und situationsabhängig. Die Begründungen müssen daher explizit, logisch nachvollziehbar und gut dokumentiert sein. Da es sich bei der Variablen um einen interpretativen Prozess handelt, ist dieser nicht wertfrei.

Eine ergänzende Untersuchungsvariable zur Systematisierung des Untersuchungszwecks könnte zukünftig eingeführt werden.

5.5.2. Indikatoren

Das Ziel der Verifizierungsanalyse ist ein Set an Indikatoren zu generieren, das sich einerseits aus den systematisch-logischen operativen Schritten 1-4 ergibt und andererseits an Akteure und den Nutzungszweck der Untersuchung angepasst ist.

Indikatoren werden im Allgemeinen eingesetzt, um Informationen zu generieren, zu aggregieren und bedarfsgerecht zu nutzen. Sie bilden eine Informationsbasis für politische Entscheidungsträger und die Öffentlichkeit oder unterstützen auf betrieblicher Ebene die Optimierung von Managementprozessen, indem sie komplexe Zusammenhänge und Systeme greifbar machen.

Für Indikatoren im LOFASA wird folgende allgemeine Definition zugrunde gelegt:

> *Indikatoren sind Kenngrößen zur Beschreibung des Zustandes eines Systems, die direkt oder indirekt gemessen, geschätzt oder abgeleitet werden können* (vgl. u.a. Wahmhoff 2003, S. 13).

Die mit dem LOFASA identifizierten Indikatoren sind für das Bewertungsobjekt relevant und aussagefähig. Das bedeutet, sie sagen etwas über die Nachhaltigkeit des Objekts in der gegebenen Bewertungssituation aus (Zeitrahmen, Systemgrenzen, Referenzsysteme, Zielgruppe etc.).

Allgemeine Anforderungen an Indikatoren sind Vollständigkeit, Abbildungsgüte und Praktikabilität (nach Sieler 1994, zitiert aus Baumgartner 2004, S. 73 ff.). Sie sollen objektiv und wertneutral sein. Die Verwendung eines Indikatorframeworks (siehe unten) ist optional. Ohne die Anwendung eines Indikatorframeworks werden die Indikatoren direkt aus dem LOFASA-Prozess abgeleitet. Das bedeutet, ein Indikator ist das Ergebnis der heuristisch ausgewählten, gebündelten und durch Experten überprüften Analyseeinheiten:

- Name des Indikator; Beschreibung des Indikators; Methode zur Ermittlung des Indikatorwertes (Auswertungsmethode) (Tab. 15)

Tab. 15: Beispiel Indikatordokumentation.

Nr.	*Indikatorname*	*Beschreibung*	*Auswertung/Berechnung*
14	**Versauerung**	Versauerung von Böden und Gewässern wirkt sich auf Pflanzenwachstum und aus. Natürliche Kreisläufe in Ökosystemen können langfristig unterbrochen werden.	LCA Versauerungspotenzial (AP, SO2 eq., CML)

Sind die Indikatoren entsprechend zusammengestellt und formuliert, beginnt die Datenaufnahme und die Ermittlung der Indikatorwerte.

Indikatorframeworks

Die oben beschriebene Vorgehensweise generiert ein Set von wertneutralen[53] und gegenseitig unabhängigen Indikatoren. In Indikatorframeworks werden Indikatoren stärker differenziert bzw. ausführlicher klassifiziert und dadurch in gewisser Weise in Beziehung gesetzt. Ein häufig verwendeter Framework, unter anderem von der OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), ist der Pressure-State-Response Framework (PSR) oder dessen Erweiterung Driving force-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR). Der PSR basiert auf dem Kausalitätsprinzip: Menschliches Handeln übt Druck (pressure) auf die Umwelt und ihre natürlichen Ressourcen aus, was Veränderung der Qualität und Quantität der Umwelt induziert (state). Die Antwort (response) der Gesellschaft auf diese Veränderungen sind ökonomische, ökologische und soziale bzw. politische Regelungen (Buchholz et al. 2009a). Hier werden demnach Aktions- oder Verursachungsindikatoren, Zustandsindikatoren und Reaktions- oder Handlungsindikatoren unterschieden.

Weitere bekannte Frameworks (Auswahl nach Buchholz et al. 2009a):

- Social, economic, environmental (SEE)
- Benefits, opportunities, costs, risks (BOCR)
- Strengths, weakness, opportunities, threats (SWOT)
- Greenhouse gas balance, competition for land, biodiversity, economic prosperity, social well-being, environment (Cramer 2007)

[53] Wertneutral bedeutet im Wesentlichen, dass ein Indikator nicht richtungsgebend sein soll, also keine positive oder negative Implikation beinhaltet. Beispielsweise würde ein wertneutraler Indikator die Arbeitsplatzentwicklung und nicht die Arbeitsplatzverschlechterung messen.

Bei einer Expertenbefragung (Buchholz et al. (2009a) wurde der SEE-Framework am stärksten präferiert. Die geringste Zustimmung erfuhr der DPSIR-Framework. Das ist insofern bemerkenswert, als dass der DPSIR (neben SEE) besonders häufig angewendet wird (z.B. EEA, UNEP, SENSOR) (vergleiche hierzu auch Bond & Morrison-Saunders 2009).

Die Eignung von Indikatorframeworks für die Verwendung im LOFASA sollte im Einzelfall geprüft werden. Beispielsweise könnte der LOFASA eingesetzt werden, um eine unternehmensweite Nachhaltigkeitsbewertung zu etablieren. In diesem Fall könnte die Anwendung eines Frameworks, wie SWOT oder DPSIR dazu genutzt werden die identifizierten Indikatoren zu klassifizieren.

In Abb. 24 ist eine schematische Zusammenfassung der einzelnen Arbeitsschritte nach der Objektanalyse (5.2) bis zum endgültigen Indikatorset dargestellt. Zunächst werden die Vorlagen in Analyseeinheiten umgewandelt und nach Nachhaltigkeitsausprägungen (NA) kategorisiert (Inhaltsanalyse 5.3). Es folgt das heuristische Ausschlussverfahren, durch welches die Analyseeinheiten (AE) aus der Sammlung gestrichen werden, die für die Bewertungssituation nicht aussagefähig sind. Das ist abhängig von den Untersuchungsvariablen (UV). Danach werden die bedeutungsgleichen AE je NA gebündelt (5.4). Die AE werden durch diesen Schritt zu (IV) Indikatorvorstufen, die einen vorläufigen Namen tragen und für die unter Umständen mehrere Möglichkeiten zur Auswertung bestehen. Mit der Hilfe von Experten werden diese Indikatorvorstufen überprüft. Dabei entscheiden die Experten erneut über Redundanzen, Aussage und Detailtiefe (5.5). Nach der Prüfung werden die endgültigen Indikatoren als bewertungsrelevantes Set mit Auswertungsmethoden festgelegt.

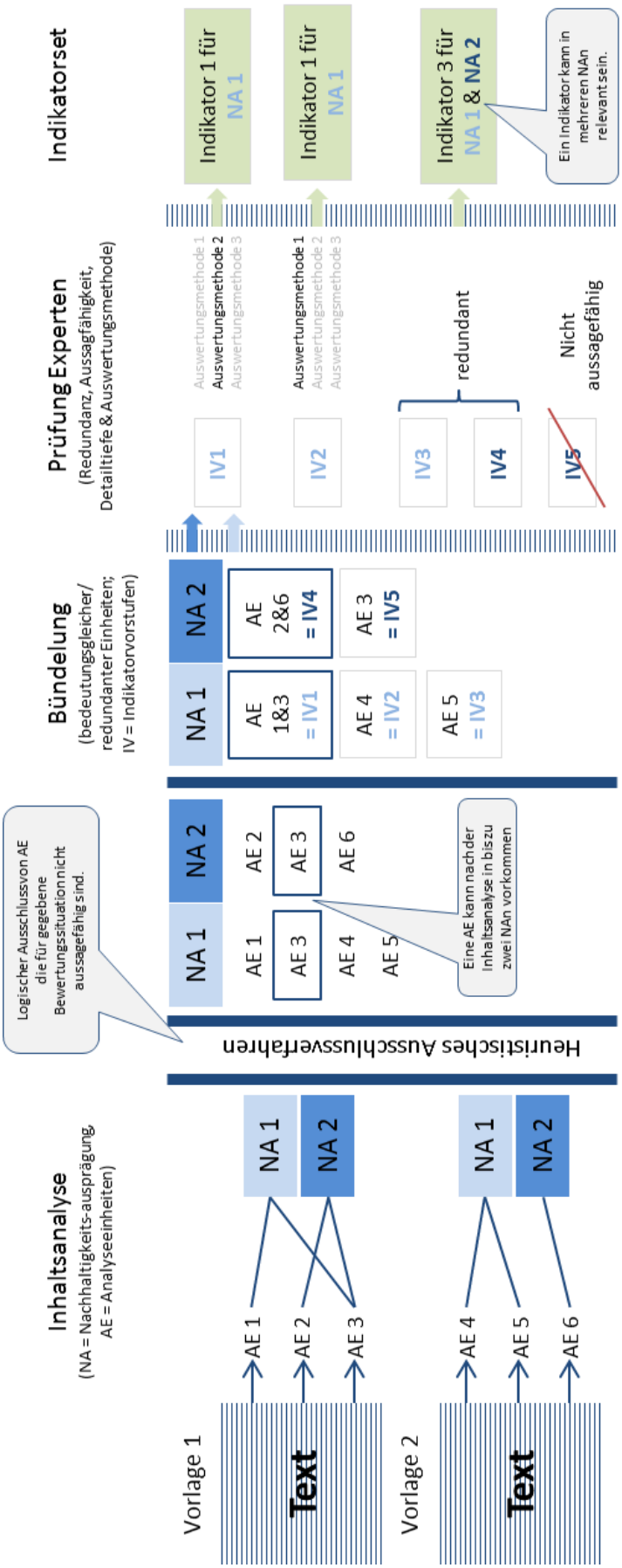


Abb. 24: Zusammenfassende Darstellung der Indikatorbildung.

5.6. Multikriterienanalyse

Das Ziel der Multikriterienanalyse (6. operativer Schritt) ist es, die in unterschiedlichen Einheiten vorliegenden qualitativen und quantitativen Indikatorwerte gegenüberzustellen und durch eine interne Priorisierung in Relation zu setzen.

Multikriterienanalyse (MKA) ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von Methoden und Techniken, die es unter Berücksichtigung multipler Einflussfaktoren ermöglichen, die Vergleichbarkeit zwischen Alternativen herzustellen und Entscheidungen zu treffen. MKA können eingesetzt werden, um die geeignetste Alternative zu identifizieren, Alternativen nach ihrer Eignung in Reihenfolge zu bringen, unmögliche Varianten auszuschließen und dergleichen (Crown 2009). MKA nutzen dazu bspw. Präferenzen der Anspruchsgruppen.

In der Regel beinhaltet eine MKA eine Phase der numerischen Wertung und eine Phase der Wichtung (Crown 2009). Die Kriterien werden dann beispielsweise normiert und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Entscheidungsfindung gewichtet.

Die MKA-Verfahren unterscheiden sich im Wesentlichen in drei Aspekten (in Anlehnung an Lundie 1999):

- Wie viele Alternativen werden betrachtet (feste Anzahl oder offen)?
- Wie viele Einflussfaktoren werden betrachtet (feste Anzahl oder offen)?
- Wie werden die Alternativen verglichen (paarweise, skaliert, absolut oder relativ etc.)?

Es gibt verschiedene Formen der Klassifizierungen von MKA-Verfahren (vgl. Crown 2009; Lundie 1999). Eine gängige Unterscheidung ist die zwischen attributiven und zielgerichteten Verfahren (Lundie 1999). Multiattributive[54] Verfahren können angewendet werden, wenn aus einer festgelegten Anzahl von Alternativen anhand einer bestimmten Auswahl von Attributen eine Entscheidung getroffen werden soll. Multiobjektive Verfahren[55] werden ohne Vorgabe von Alternativen zum Zweck der Optimierung durchgeführt (Lundie 1999). Beispielsweise können verschiedene Parameter eines Harvesters unter Verwendung multiobjektiver Verfahren abgewogen werden, um vor dem Erwerb die optimale Konfiguration von Motorleistung, Geländegängigkeit, Aufarbeitungsgrenze, Bordcomputer, Energieverbrauch etc. zu ermitteln.

Welches Verfahren für die Nachhaltigkeitsbewertung mit dem LOFASA geeignet ist, ist wiederum abhängig von der jeweiligen Bewertungssituation, der Datenverfügbarkeit, von zeitlichen Ressourcen und sonstigen Rahmenbedingungen. Es muss also situativ geprüft werden welches der vielfältigen Verfahren für das konkrete Bewertungsprojekt anwendbar und geeignet ist. Diese Fragestellung ist nicht Teil der Dissertation. Auf eine detaillierte Darstellung wird deshalb verzichtet und auf weiterführende Literatur zum Thema multikriterielle Verfahren verwiesen (Belton und Stewart (2003); Buchholz et al. (2009b); Giampietro, Mayumi, und Munda (2006); Munda und Saisana (2011); Mysiak (2006); Sutter (2003)).

Einige der häufig verwendeten MKA-Methoden sind:

[54] Häufig abgekürzt als MADM, englisch für multiple attributive decision making.
[55] Häufig abgekürzt als MODM, englisch für multiple objective decision making.

- Simple linear additive model, Simple additive weighting model (SAW) oder Nutzwertanalyse (NWA) (Baumgartner 2004; Bechmann 1978; Crwon 2009; Lundie 1999)
    - Einsetzbar bei unabhängigen Kriterien; Bildung von Zielerfüllungsgraden; Erzeugung eines Gesamtwerts
- Analytical Hierarchy Process (AHP) (Crown 2009; Obermaier & Saliger 2013)
    - Gewichtung der Kriterien i.d.R. im paarweisen Vergleich

Für die Nachhaltigkeitsbewertung mit dem LOFASA ist die MKA der letzte konsequente Schritt für eine integrative, multidimensionale Bewertung. Zum einen, weil die Bewertung von Nachhaltigkeit immer mehrdimensional ist und Nachhaltigkeitsaspekte verschiedener Dimensionen mit der MKA in Relation gesetzt werden. Zum anderen, weil gesellschaftliche Werthaltungen mit diesem Schritt für die Interpretation der Indikatorergebnisse integriert werden, was in Anbetracht der Normativität von Nachhaltigkeit eine Notwendigkeit ist (siehe Kapitel 2 und 3). Ist beispielsweise die Alternative vorteilhafter, die weniger Treibhausgase verursacht, aber dafür mehr Giftmüll? Oder soll ein Unternehmen zu Gunsten der Treibhausgasbilanz wirtschaftliche Verluste in Kauf nehmen? Diese Fragen sind nur unter Berücksichtigung von gesellschaftlichen Werthaltungen, bspw. in einer MKA, zu beantworten.

5.7. LOFASA vs. LFA: Klarstellung der Konzepte

Der Logical Framework Approach (LFA) ist eine etablierte Methode, die seit Jahrzehnten Anwendung findet. Im Laufe ihrer Existenz wurde sie bereits mehrfach für unterschiedlichste Anwendungszwecke modifiziert (EuropeAid 2004; Sartorius 1991). Der LOFASA wurde durch den LFA inspiriert, in der Umsetzung sind die beiden jedoch kaum vergleichbar.

Im folgenden Abschnitt werden kurz einige charakteristische Merkmale des LFA vorgestellt und Gemeinsamkeiten und Unterschiede zum LOFASA erörtert.

5.7.1. Ziel und Zweck von LFA und LOFASA

Der LFA wurde in den 1960er Jahren als Planungs- und Bewertungsinstrument von der US-amerikanischen Behörde für internationale Entwicklung (USAID) erarbeitet und eingeführt (EuropeAid 2004; Sartorius 1991). Das Instrument sollte es Projektplanern ermöglichen, die Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit ihrer Arbeit zu verbessern, indem die Übersichtlichkeit und Transparenz ihrer Aktivitäten erhöht wurden. Die durch den LFA adressierten, als wesentlich erachtete Probleme des Projektmanagements (vgl. EuropeAid 2004) werden in Tab. 16 einigen Problem- oder Gestaltungsfeldern der Nachhaltigkeitsbewertung (siehe 3.3.3) gegenübergestellt. Die Gegenüberstellung zeigt, dass der LFA und der LOFASA zur Lösung vergleichbarer Probleme entwickelt wurden.

Tab. 16: Problemfelder der Projektplanung vs. Nachhaltigkeitsbewertung

Problemfelder Projektmanagement (EuropeAid, 2004)	**Problemfelder Nachhaltigkeitsbewertung**
In Abwesenheit klarer Zieldefinitionen, ist die Projektplanung zu ungenau um später Erfolg oder Misserfolg bewerten zu können.	In Abwesenheit einer Definition von Nachhaltigkeit und daraus abgeleiteten Zielen ist eine Bewertung willkürlich und subjektiv.
Die Verpflichtungen, die eingegangen wurden und die Aufgaben, die zu erfüllen waren bleiben oft unklar.	Für die Operationalisierung eines Nachhaltigkeitsaspekts existieren keine Standards. Die Auswahl von geeigneten Indikatoren und Bewertungsrahmen ist eine Schlüsselaufgabe.
Die Bewertung von Projekten ist häufig nicht einstimmig, da es keine allgemeine Übereinstimmung darüber gibt, was mit dem Projekt tatsächlich erreicht werden soll.	Die Bewertung von Nachhaltigkeit ist nicht allgemeingültig. Nachhaltigkeit ist nur innerhalb eines definierten Nachhaltigkeitsrahmens, für eine definierte Bewertungssituation zu operationalisieren („Nachhaltigkeit liegt im Auge des Betrachters“).

Die Zielsetzung des LFA ergibt sich aus den Aufgaben des Projektmanagements, wohingegen der LOFASA aus einer weniger expliziten Aufgabenstellung heraus entwickelt wurde. Das Ziel des Projektmanagements ist kurz gesagt: das Projektziel möglichst stringent, kontrollierbar, mit geringen Kosten erfolgreich umzusetzen. Das Ziel der Nachhaltigkeitsbewertung ist so kurz nicht erfassbar. Stellvertretend kann hier auf Kapitel 2 und 3 verwiesen werden.

5.7.2. Phasen und Ablauf von LFA und LOFASA im Vergleich

Der LFA wurde bereits mehrfach modifiziert und durch verschiedene Anwender an deren Bedürfnisse angepasst. Auch die Europäische Kommission hat einen eigenen LFA für Projekte der Entwicklungshilfe eingeführt. Alle nachfolgenden LFA-bezogenen Angaben entsprechen dem LFA der Europäischen Kommission (EuropeAid 2004). In Abb. 25 wird ein Überblick über die Phasen und Analyseschritte des LFA gegeben.

Der LFA ist in zwei Phasen unterteilt, in denen mehrere Analysemethoden angewendet werden:

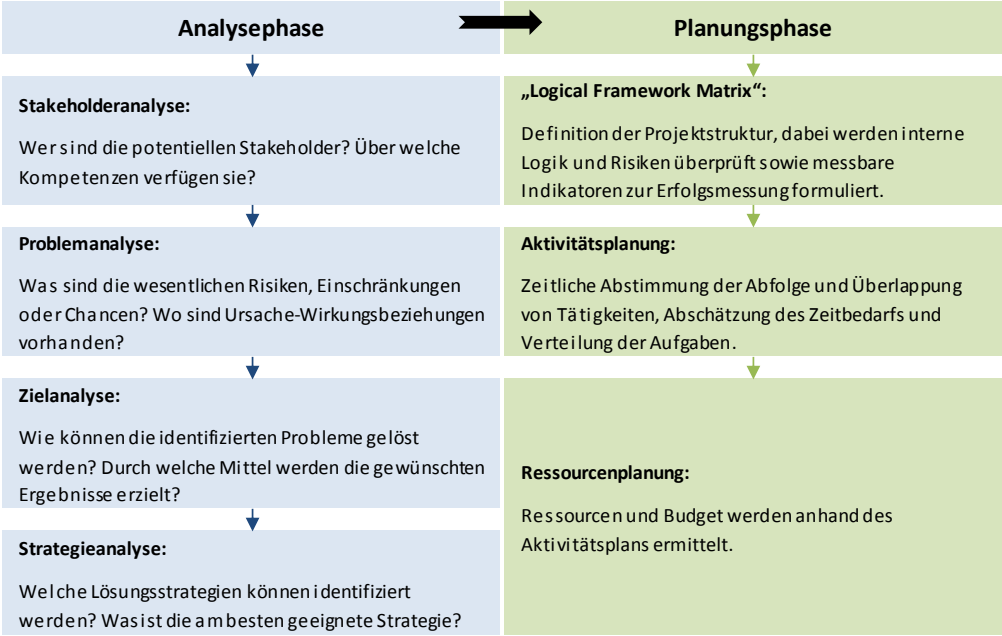


Abb. 25: Phasen des LFA (nach EuropeAid 2004, eigene Darstellung).

Der LOFASA wird in sechs operativen Schritten beschrieben (vgl. Abb. 13), die sich ebenfalls in zwei Phasen unterteilen lassen. Phase 1 dient dazu, herauszufinden was bewertet werden soll, also was für das Bewertungsobjekt nachhaltigkeitsrelevant ist (Schritte 1-3). In Phase 2 (Schritte 4-6) wird eruiert wie die Nachhaltigkeitsaspekte operationalisiert werden (Trennung von Feststellung und Wertung).

Die Darstellungsmatrix hat im LFA eine zentrale Rolle. Durch sie werden Informationen strukturiert und Entscheidungen transparent gemacht. Die Matrix des LFA wird standardmäßig in vier mal vier Blöcken dargestellt und fasst die Schlüsselelemente des Projekts zusammen (EuropeAid 2004):

a) Die Zielhierarchie des Projektes.
b) Etwaige externe Schlüsselfaktoren und/oder Annahmen.
c) Maßnahmen zur Zielerreichung und Evaluierung (Indikatoren und Verifikation).

Im LOFASA ist die Verwendung einer ähnlichen Matrix getestet worden, erwies sich aber nicht als geeignet. Die im klassischen LFA verwendete Matrix ist ein geeignetes Instrument, um schnell einen Überblick über wichtige Eckpunkte und Erfolgsfaktoren des Projekts sowie Ergebnisse des Projektfortschritts zu erlangen. Daraus ergibt sich für das Projektmanagement ein wichtiges Steuerungsinstrument. Die operativen Schritte im LOFASA können auf einer so allgemeingehaltenen Ebene nicht mit genügend Informationen hinterlegt werden. Sie müssten entweder detaillierter ausgeführt werden, oder die Matrix hätte aufgrund der geringen Informationsdichte nur rein darstellerische Vorteile ohne Steuerungsfunktion. Daraus folgt, dass die Matrix im Fall des LOFASA ihren Mehrwert, die Übersicht wichtiger Eckpunkt als Steuerungsgrundlage und damit letztlich ihre ursprüngliche Funktion, nicht einhalten würde.

5.7.3. Zusammenfassung LFA vs. LOFASA

Die Erläuterungen zu LFA und deren Gegenüberstellung mit Eigenschaften des LOFASA zeigen, dass es sich um eigenständige Ansätze mit Überschneidungen handelt. Beide Ansätze sind analytische Prozesse, die einen strukturierten Umgang mit Informationen ermöglichen. Mit beiden Ansätzen soll die Transparenz und die Glaubwürdigkeit der jeweiligen Vorhaben erhöht werden. Mit dem LFA wird das Projektdesign durchgeplant, umgesetzt und evaluiert. Mit dem LOFASA wird das Nachhaltigkeitskonzept eines Bewertungsobjekts identifiziert, in einen gesellschaftlichen Rahmen eingeordnet und operationalisiert. Strukturell unterscheiden sich die Ansätze zum einen im Ablauf der operativen Schritte und zum anderen in der Dokumentations- bzw. Präsentationsform. Mit Hilfe des LFA werden der Projektfortschritt und die Erreichung von Zielen kontinuierlich überprüft, sodass der Managementkurs ggf. korrigiert werden kann. Die LFA-Matrix ist dabei eine gute Unterstützung. Der LOFASA ist kein Planungs- sondern ein Bewertungsansatz. Das bedeutet nicht, dass der LOFASA nicht an neue Situationen angepasst werden kann sondern, dass das Ziel des LOFASA eine Beurteilungsleistung ist.

Die Motive für die Entwicklung der Ansätze sind sehr ähnlich, die operativen Zielsetzungen hingegen sind nicht vergleichbar. Aufgrund dessen sind die Abläufe, geprägt durch das Streben nach Transparenz und Nachvollziehbarkeit, auf den ersten Blick zwar ähnlich, in der Umsetzung jedoch sehr unterschiedlich. Aufgrund der vielfältigen Formen des LFA ist ein direkter Vergleich einzelner Analyseschritte nicht zielführend. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die LFA-Schritte sich immer stark auf den Projektablauf beziehen, deshalb zeitlich entzerrt sein können und außerdem von Beginn an durch die Einbindung von Stakeholdern geprägt sind. Der LOFASA hingegen ist kein Planungs- und Managementtool, sondern soll eine objektbezogene Bewertung von Nachhaltigkeitseffekten erzielen. Stakeholder werden erst eingebunden, wenn regelgeleitete Verfahren nicht mehr sinnvoll einsetzbar sind.

Teil C Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie (LCB)

6. Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie

Nachdem im ersten Teil der Dissertation die Grundlagen des Nachhaltigkeitsbegriffs und der Nachhaltigkeitsbewertung dargestellt wurden (Kapitel 2 und 3), wurde in Teil B der neu entwickelte LOFASA Bewertungsansatz vorgestellt und erläutert (Kapitel 4 und 5). Im folgenden Teil wird die Anwendbarkeit des LOFASA in einer Anwendungsstudie überprüft (Kapitel 6). Die Ergebnisse der Studie werden im Anschluss diskutiert.

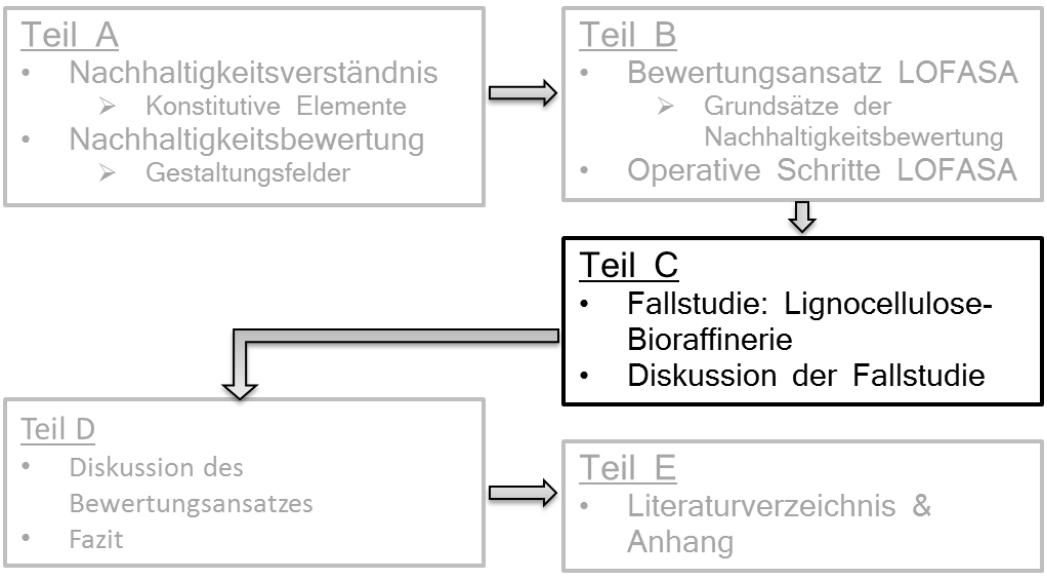


Abb. 26: Schematische Übersicht der Arbeit (Teil C).

Die Anwendungsstudie wurde im Rahmen des Verbundprojekts „Lignocellulose-Bioraffinerie; Aufschluss lignocellulosehaltiger Rohstoffe und vollständige stoffliche Nutzung der Komponenten (Phase 2)“ durchgeführt. Das Ziel des Verbundprojektes war es, einen Prozess zu entwickeln und zu etablieren, der die Bereitstellung biobasierter Produkte durch eine vollständige stoffliche Nutzung aller Rohstoffkomponenten von zum Beispiel Holz ermöglicht (Michels 2014).

Die Nachhaltigkeitsbewertung stellt ein Teil-Arbeitspaket des Verbundprojektes dar. Der im Rahmen des Verbundprojektes entwickelte und durchgeführte Bioraffinerieprozess sollte hinsichtlich seiner Nachhaltigkeit bewertet und mit auf fossilen Rohstoffen basierenden Referenzprozessen verglichen werden (siehe Michels 2014).

Um die Nachhaltigkeit der Lignocellulose-Bioraffinerie Prozesskette (fortan mit LCB abgekürzt) und der Referenzprozesse zu bewerten, wurden innerhalb der Projektlaufzeit 26 quantitative und qualitative Indikatoren mit Hilfe des LOFASA definiert und ausgewertet. Fünf weitere Indikatoren wurden nach Abschluss der Projektlaufzeit ergänzt.

Die Umsetzung der sechs operativen Schritte des LOFASA im Rahmen der Anwendungsstudie sowie die Auswertung der Indikatoren werden folgend beschrieben.

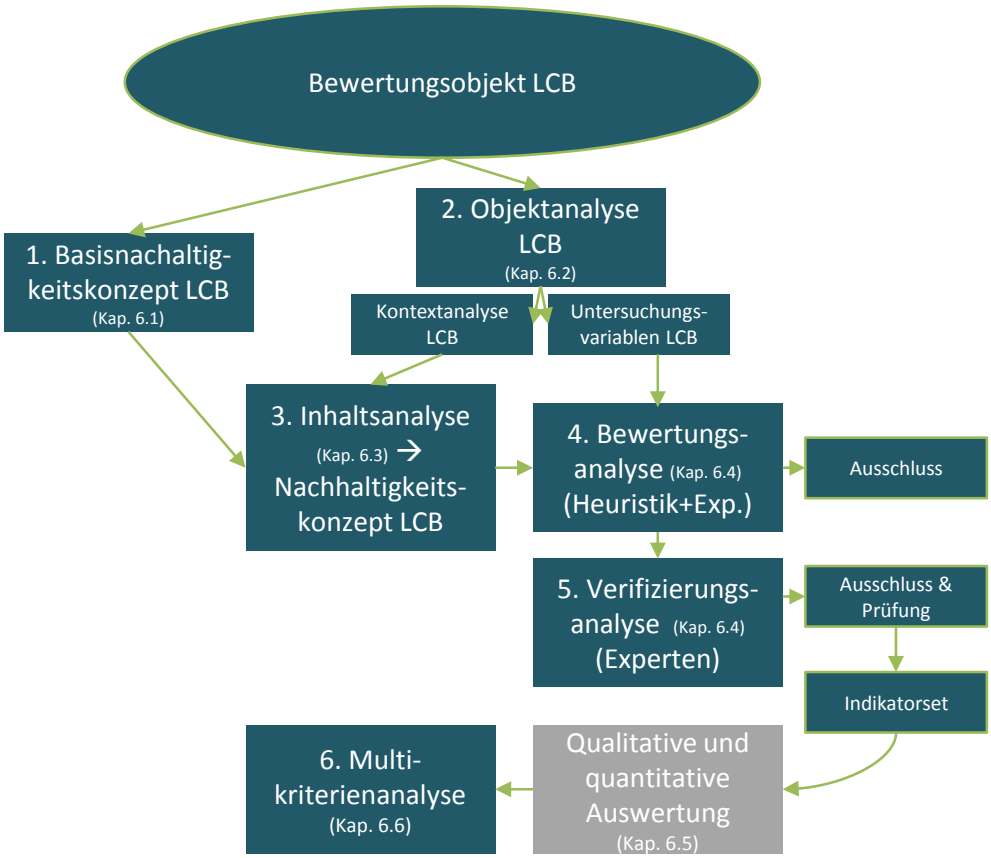


Abb. 27: Übersicht LOFSA-LCB.

6.1. Basisnachhaltigkeitskonzept LCB

Das Ziel des Basisnachhaltigkeitskonzepts (1. operativer Schritt) ist es, die Nachhaltigkeitsaspekte, die in dem gesellschaftlichen Referenzrahmen des Bewertungsobjekts relevant sind, als Bewertungsgrundlage festzulegen. Das Basisnachhaltigkeitskonzept (BNK) ist das normative Fundament der Nachhaltigkeitsbewertung (siehe Kapitel 5.1, S. 59 ff.). Es wird als hierarchisches Kategoriensystem, auf Grundlage gesellschaftlich legitimierter Vorlagen inhaltsanalytisch abgeleitet (vgl. 5.3).

6.1.1. Rahmengebende Vorlagen LCB

Für die Ableitung des BNKs der LCB wurden vier Vorlagen bestimmt, die als relevant und gesellschaftlich legitimiert innerhalb des Wirkungsbereichs (siehe 6.2) angesehen wurden (vgl. 5.1.1). Im Einklang mit den Grundsätzen 2 und 3 der Nachhaltigkeitsbewertung (vgl. S. 54 f.) muss diese Auswahl getroffen und begründet werden.

Die rahmengebenden Vorlagen für das Basisnachhaltigkeitskonzept der LCB sind:

a) Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung Deutschland (Bundesregierung 2002)
b) Die Nachhaltigkeitsstrategie der Europäischen Union (u.a. European Commission 2009)
c) Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex (Rat für Nachhaltige Entwicklung 2012)
d) Die VDI-Richtlinie 4070 Anleitung zum nachhaltigen Wirtschaften (VDI 2006)

Die Nachhaltigkeitsstrategien der Bundesregierung und der Europäischen Union repräsentieren das nationale und europäische Nachhaltigkeitskonzept auf gesamtgesellschaftlicher Ebene. Beide Strategien sind aus den Folgeprozessen des Brundtland-Berichts (vgl. 2.2) heraus entstanden und werden seither fortwährend überprüft, evaluiert und aktualisiert. Auf nationaler bzw. europäischer Ebene dienen sie als Benchmark und Zielsetzungen für die politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung und sind deshalb auch im Wirkungsbereich der LCB nachhaltigkeitsrelevant. Die beiden Vorlagen sind Ergebnisse gesellschaftspolitischer Prozesse (vgl. Bundesregierung 2002, 54 ff. - Abschnitt C. Strategie als gesellschaftlicher Prozess) und werden aufgrund dessen als demokratisch legitimierte Konzepte der Nachhaltigkeit erachtet. Sie entsprechen inhaltlich und formal den in 5.1 gestellten Anforderungen an legitimierte rahmengebende Vorlagen.

Die zwei weiteren rahmengebenden Vorlagen sind Nachhaltigkeitskonzepte, die auf Unternehmensebene Anwendung finden. Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex[56] (DNK) wurde 2011 vom Rat für Nachhaltige Entwicklung einstimmig beschlossen. Der Rat[57] wurde 2001 von der Bundesregierung ins Leben gerufen, um die nationale Nachhaltigkeitsstrategie in Projekten und Beiträgen im öffentlichen Leben umzusetzen. Die Begründung der Legitimität schließt sich der Begründung der Legitimität der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie an. Darüber hinaus wurden bei der Entwicklung des DNK im Rahmen eines umfangreichen Dialogprozesses Stakeholder beteiligt, was die gesellschaftliche Legitimation auf einer weiteren Ebene darstellt (Rat für Nachhaltige Entwicklung 2012). Des Weiteren stützt sich der DNK in weiten Teilen auf das Zertifizierungssystem der Global Reporting Initiative (GRI), dem führenden Zertifizierungssystem für Unternehmen. Eine weitere Form der gesellschaftlichen Legitimität ist damit gegeben. Der DNK kann von Unternehmen jeder Größe angewandt werden. Er basiert auf etablierten Leitsätzen bzw. Zertifizierungssystemen für nachhaltige Unternehmen (Global Compact, ISO 26000, OECD Leitsätze und besonders GRI) und führt diese zu einer vergleichbaren Systematik zusammen. Es ist ein Instrument zur freiwilligen Selbstauskunft für Unternehmen welches gleichermaßen auch von NGOs, wissenschaftlichen Einrichtungen und sonstigen Organisationen eingesetzt werden kann. Ergänzend zum DNK wurde die VDI Richtlinie 4070 als rahmengebende Vorlage für das BNK bestimmt. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) ist die älteste Vereinigung dieser Art in Deutschland[58]. Der VDI verfasst mit Fachleuten Richtlinien zu verschiedenen technischen und wirtschaftlichen Bereichen. Die VDI-Richtlinie für Nachhaltiges Wirtschaften (4070) soll in erster Linie kleine und mittelständische Unternehmen dabei unterstützen, ein Nachhaltigkeitsmanagement im Betrieb zu implementieren und zu evaluieren[59]. Die VDI-Richtlinien sind gemeinhin anerkannte Leitlinien mit Normcharakter. Als rahmengebende Vorlage wird die VDI-Richtlinie 4070 aufgrund dessen als legitim erachtet.

Alle vier Vorlagen sind objektunspezifisch. Sie beziehen sich auf allgemeine Nachhaltigkeitskonzepte bzw. Nachhaltigkeitsstrategien und sind unabhängig von Wirtschaftszweigen, Branchen oder dergleichen. Sie sind innerhalb des Wirkungsbereichs des Bewertungsobjekts relevant.

Es wurden 273 Nachhaltigkeitsaspekte aus den rahmengebenden Vorlagen exzerpiert und im Rahmen der Inhaltsanalyse zu Analyseeinheiten (AE) paraphrasiert (siehe 5.3). AE ermöglichen eine stan-

[56] http://www.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/ [letzter Zugriff 09.07.2014]
[57] http://www.nachhaltigkeitsrat.de/der-rat/?size=%27%3Fres%3D6 [letzter Zugriff 09.07.2014]
[58] http://www.vdi.de/ueber-uns/ [letzter Zugriff 13.08.2014]
[59] http://www.vdi.de/technik/fachthemen/energie-und-umwelt/fachbereiche/ressourcenmanagement/themen/nachhaltiges-wirtschaften-vdi-4070/ [letzter Zugriff 09.07.2014]

dardisierte, tabellarische Erfassung der Nachhaltigkeitsaspekte aus den Vorlagen. Eine ausführliche Beschreibung der Konstruktion und Form von AE wurde in Kapitel 5.3.2 (S. 71 f.) gegeben.

6.1.2. Ableitung des Basisnachhaltigkeitskonzepts LCB

Das BNK wurde in einem iterativen Prozess aus den rahmengebenden Vorlagen abgeleitet. Eine erste deduktive Bestimmung von Nachhaltigkeitsthemen (NT) wurde im Rahmen der Inhaltsanalyse überprüft, ergänzt und angepasst (vgl. Abb. 14, S. 62), bis die Struktur des Kategoriensystems für die Einbindung aller AE geeignet war.

Es wurden sechs übergeordnete NT formuliert und durch siebzehn Nachhaltigkeitsausprägungen (NA) weiter differenziert (siehe Abb. 28).

Die 273 AE aus den Vorlagen wurden 341-mal in den NA kodiert. Das heißt, 68 Einheiten waren jeweils in zwei Ausprägungen relevant.

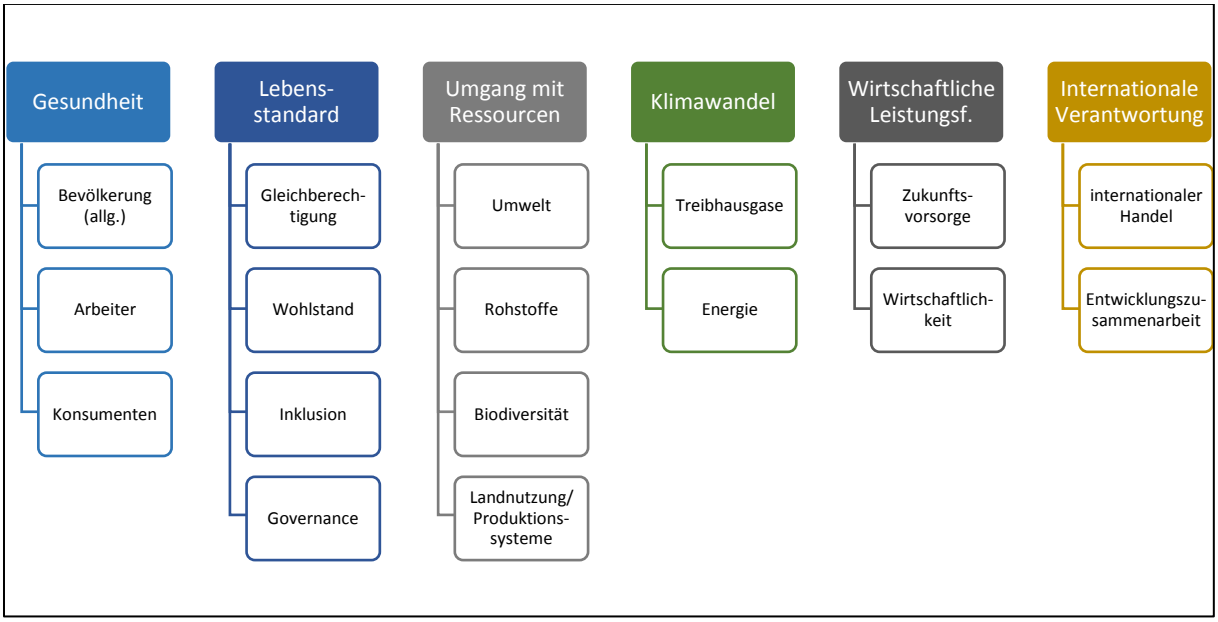


Abb. 28: Basisnachhaltigkeitskonzept der Anwendungsstudie LCB.

6.1.3. Nachhaltigkeitsthemen und -ausprägungen LCB

Die sechs NT - Gesundheit, Lebensstandard, Umgang mit Ressourcen, Klimawandel, Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und Internationale Verantwortung sowie die dazugehörigen NA - spiegeln übergeordnete Ansprüche der Gesellschaft an Nachhaltigkeit wider, die aus den rahmengebenden Vorlagen exzerpiert wurden. Sie sind a priori für alle Bewertungsobjekte im gleichen Wirkungsbereich relevant (vgl. 5.1 BNK).

Folgend werden die NT beschrieben und mit verkürzten Beispielen aus der AE-Sammlung hinterlegt. Es wurde angestrebt, dass die NT voneinander abgrenzbar sind, wohingegen die Ausprägungen aufgrund der Typisierung nicht immer trennscharf sein können (vgl. 5.1.2).

Die Themen wie auch die Ausprägungen wurden im sogenannten Codebuch, welches im Rahmen der Inhaltsanalyse entstanden ist (vgl. 5.3, S. 74), durch Kodierregeln und Ankerbeispiele konkret beschrieben und gegeneinander abgegrenzt (Codebuch im Anhang 9.1).

Nachhaltigkeitsthema 1: Menschliche Gesundheit

Das NT ***Gesundheit*** basiert auf dem Anspruch gesellschaftlicher Nachhaltigkeitsstrategien, die Gesundheit der Bevölkerung zu fördern und den Schutz vor Gesundheitsrisiken zu verbessern (vgl. z.B. European Commission 2009). Nachhaltigkeitsrelevant ist in dem Zusammenhang alles, was die Gesundheit von Menschen beeinflusst.
Die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Gesundheit sind physische und psychische Belastungen des menschlichen Organismus. Alle damit unmittelbar in Zusammenhang stehenden Aktivitäten werden bei der Nachhaltigkeitsbewertung in dieser Dimension erfasst.

Gesundheit wird in drei NA betrachtet. Diese Ausprägungen stehen für gesellschaftliche Gruppen, die auf unterschiedliche Art oder aus unterschiedlichen Gründen gesundheitlich beeinflusst werden: allgemeine Bevölkerung, Arbeiter, Konsumenten (siehe Abb. 28). Eine stärkere Differenzierung bspw. in Kinder und Erwachsene wäre grundsätzlich möglich, würde aber an dieser Stelle der Auswertung und aufgrund der Datengrundlage keinen Mehrwert generieren.

Auszug aus den Analyseeinheiten[60] des BNK: NT Gesundheit (alle NA)	
AE_0024	Schadstoffbelastung der Luft
AE_0060	Schwefeloxidemissionen (SOx), nach Sektor
AE_0026	Vorzeitige Sterblichkeit (Frauen)
AE_0096	Lebenserwartung mit 65 Jahren, nach Geschlecht
AE_0110	Selbstmordrate nach Altersgruppe - Insgesamt
AE_0118	Schwere Arbeitsunfälle
AE_0270	Lärmbelastung am Arbeitsplatz

Nachhaltigkeitsthema 2: Lebensstandard

Lebensstandard als NT beinhaltet Aspekte des gesellschaftlichen Lebens, die neben Gesundheit, die Lebensqualität heute und zukünftig beeinflussen. Essentielle wie nicht-essentielle, ethische, rechtliche, finanzielle, strukturelle und materielle Aspekte sind dabei bedeutsam.

Die Ausprägungen *Gleichberechtigung* und *Inklusion* beziehen sich auf ethisch-moralische Merkmale eines Bewertungsobjekts.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Lebensstandard, NA Inklusion/Gleichberechtigung	
AE_0035	Verdienstabstand zwischen Frauen und Männern
AE_0264	Frauenanteil in Führungspositionen
AE_0053	Arbeitslosenquote, nach Geschlecht
AE_0075	Von Armut oder sozialer Ausgrenzung bedrohte Personen
AE_0036	Ausländische Schulabsolventen
AE_0098	Migrationsrate
AE_0032	Erwerbstätigenquote älterer Erwerbstätiger

[60] Analyseeinheiten (AE) wurde als Begriff im Kapitel 5.3.2 eingeführt. Es handelt sich dabei um wörtliche oder gekürzte Zitate aus den Vorlagen (teilweise auch übersetzt), die zur Inhaltsanalyse und Indikatorsammlung verwendet werden.

Die Ausprägung *Wohlstand* beinhaltet finanzielle sowie materielle und immaterielle Aspekte, die den Lebensstandard in einer Gesellschaft beeinflussen. Dazu gehören unter anderem auch Bildung und Beschäftigung sowie der Zugang zu Gütern und Mobilität.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Lebensstandard, NA Wohlstand	
AE_0049	Erwerbstätigenquote insgesamt
AE_0067	Motorisierungsquote
AE_0066	Pro Kopf Verbrauch bestimmter Lebensmittel
AE_0262	Personalentwicklungsquote
AE_0258	Anteil an Auszubildenden

In der Ausprägung *Governance* sind besonders rechtliche, strukturelle und organisatorische Rahmenbedingungen zusammengefasst.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Lebensstandard, NA Governance	
AE_0269	Mitarbeiterbeteiligungsindex
AE_0185	Arbeitnehmerrechte
AE_0030	Straftaten (Wohnungseinbruchsdiebstahl)
AE_0228	Anteil zertifizierter Lieferanten
AE_0181	Innovationsmanagement

Nachhaltigkeitsthema 3: Umgang mit Ressourcen

Es ist von gesellschaftlichem Interesse, die zur Verfügung stehenden Ressourcen verantwortungsvoll in einer Weise zu nutzen, in der sie für künftige Generationen erhalten und in gleichem Maß nutzbar bleiben.

Das NT ***Umgang mit Ressourcen*** umfasst alle Teile der belebten und unbelebten Umwelt, die als Produktionsfaktor im weitesten Sinn betrachtet werden. Der Mensch wird als Teil der belebten Umwelt allerdings ausgegrenzt. Ebenfalls ausgegliedert ist die energetische Nutzung von Ressourcen.

Die Ausprägung *Umwelt* fast Aspekte zusammen, die generell Auswirkungen auf Ökosysteme haben, wie z.B. Emissionen und Schutzmaßnahmen.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Ressourcen, NA Umwelt	
AE_0024	Schadstoffbelastung der Luft
AE_0022	Stickstoffüberschuss
AE_0114	Produktion von toxischen Chemikalien, nach Giftigkeitsklasse
AE_0251	Anteil der Umweltschutzinvestitionen
AE_0059	Aufkommen und Behandlung kommunaler Abfälle

Die zweite Ausprägung im NT Ressourcen betrifft den Umgang mit oder die Verwendung von *Rohstoff*en. Material, Produktionsmittel und Rohstoffe werden darin gemeinsam betrachtet. Nachhaltigkeitsrelevant sind in erster Linie der mengenmäßige Verbrauch, die Art des Verbrauchs sowie Fragen der Effizienz und Wiederverwertbarkeit.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Ressourcen, NA Rohstoffe	
AE_0202	Materialverbrauch
AE_0003	Rohstoffproduktivität
AE_0249	Anteil Mehrwegverpackungen
AE_0238	Wasserverbrauch
AE_0057	Komponenten des inländischen Materialverbrauchs

Biodiversität ist aufgrund des hohen gesellschaftlichen Interesses als eine eigenständige Nachhaltigkeitsausprägung definiert.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Ressourcen, NA Biodiversität	
AE_0141	Vogelindex
AE_0008	Artenvielfalt und Landschaftsqualität

Die Ausprägung *Landnutzung & Produktionssystem* beinhaltet Aspekte, die flächen- und zustandsbezogen sind und etwas über die Umsetzung von Produktionssystemen aussagen.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Ressourcen, NA Umwelt	
AE_0069	Europäische Ecolabel Lizenzen
AE_0072	Viehbestandsdichteindex
AE_0149	Waldzuwachs und Holzeinschlag
AE_0245	Anzahl genehmigungspflichtiger Anlagen
AE_0147	Fischereiflotte, Gesamtmaschinenleistung

Nachhaltigkeitsthema 4: Klimawandel oder Klimaschutz

Aspekte des Klimaschutzes haben einen derart hohen gesellschaftlichen Stellenwert, dass mitunter Treibhausgasbilanzen als einzige Parameter herangezogen werden, um die Nachhaltigkeit zu bewerten. Aufgrund dessen wurde Klima als ein eigenständiges NT definiert. Die NA *Treibhausgase* und *Energie* haben sich als Merkmale zur Differenzierung angeboten, obgleich sie ein gewisses Überschneidungspotenzial aufweisen.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Klimawandel	
AE_0130	Personenbeförderung nach Verkehrszweig
AE_0139	Durchs. CO2-Ausstoß pro km von neuen Personenkraftwagen
AE_0064	Stromverbrauch der Privathaushalte
AE_0004	Treibhausgasemissionen
AE_0120	Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch

Nachhaltigkeitsthema 5: Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit

Wirtschaftlichkeit ist ein Aspekt, der in ökozentrischen Ansätzen zuweilen unterrepräsentiert wird. In den rahmengebenden Vorlagen des BNK ist die ökonomische Säule eine fester Bestandteil und ein Kernelement der Nachhaltigkeit. Die Sicherung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit ist eine Grundlage für Lebensqualität und Beschäftigung heutiger und zukünftiger Generationen.

Zukünftige ökonomische Sicherheit wird durch Bildung, Innovation, Investitionen und verantwortungsvolles betriebswirtschaftliches Handeln bedingt - Aspekte, die unter wirtschaftlicher Zukunftsvorsorge zusammengefasst sind.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, NA Zukunftsvorsorge	
AE_0181	Innovationsmanagement
AE_0009	Staatsdefizit
AE_0230	Marktanteil des Produkts
AE_0016	Studienanfängerquote
AE_0232	Entwicklung des Anlagevermögens

Die NA Wirtschaftlichkeit beurteilt den wirtschaftlichen Erfolg oder Status des Bewertungsobjekts, als Grundlage aller zukünftiger Entscheidungsoption.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, NA Wirtschaftlichkeit	
AE_0224	Netto-Wertschöpfung
AE_0017	BIP je Einwohner
AE_0031	Erwerbstätigenquote (insgesamt)
AE_0220	Eigenkapitalquote
AE_0234	Produktivität

Nachhaltigkeitsthema 6: Internationale Verantwortung

Das NT 6 Internationale Verantwortung wird durch die Ausprägungen internationale Handelsbeziehungen und Entwicklungszusammenarbeit konkretisiert.

Auszug aus den Analyseeinheiten des BNK: NT Internationale Verantwortung (alle NA)	
AE_0037	Anteil öffentlicher Entwicklungsausgaben am Bruttonationaleinkommen
AE_0038	Deutsche Einfuhren aus Entwicklungsländern
AE_0151	Öffentliche Entwicklungshilfe als Anteil des Bruttoinlandseinkommen
AE_0152	EU Einfuhren aus Entwicklungsländern, nach Einkommensklasse
AE_0153	EU Einfuhren aus Entwicklungsländern, nach Produktgruppe

6.1.4. Überblick über die Verteilung von Analyseeinheiten in drei Säulen

Es wurde bewusst eine integrative Betrachtungsweise von Nachhaltigkeitsaspekten gewählt (vgl. 3.3.1.3). Abb. 29 gibt einen alternativen Überblick über die mögliche Verteilung der AE auf die klassischen drei Säulen. Die Nummern auf der y-Achse stehen für die Nachhaltigkeitsthemen 1-6. Zu sehen

ist eine vergleichbare Anzahl AE in den Dimensionen Ökologie und Ökonomie, wohingegen fast die Hälfte aller Einheiten von sozialer Relevanz ist. Dies zeigt, dass eine rein ökologische oder ökonomisch-ökologische Bewertung von Nachhaltigkeit nicht im Sinne eines gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsverständnisses ist.

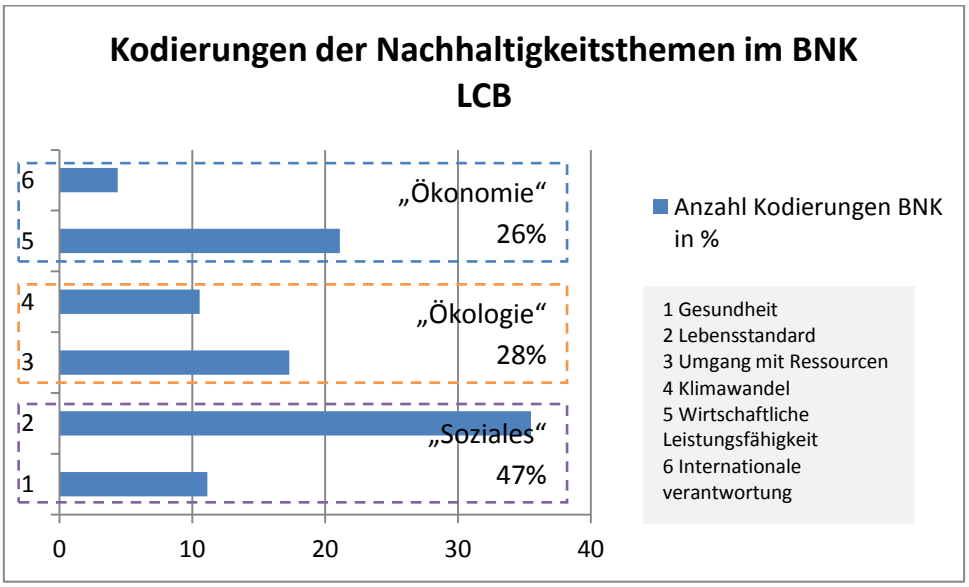


Abb. 29: Anzahl der Kodierungen (N=253) nach Nachhaltigkeitsthemen und "drei Säulen".

6.2. Objektanalyse LCB

Das Ziel der Objektanalyse (2. operativer Schritt) ist es, alle als wichtig erachteten Eigenschaften des Bewertungsobjekts möglichst genau zu definieren und detailliert zu beschreiben: die Prozesskette der Lignocellulose-Bioraffinerie (LCB). Dabei wurden Ziele der Bewertung festgehalten und Systemgrenzen sowie Referenzen definiert. Im zweiten Teil der Objektanalyse wurde der Kontext des Bewertungsobjekts systematisch als Grundlage für die Auswahl kontextbezogener Vorlagen erarbeitet (vgl. 5.2.2).

6.2.1. Narrative Beschreibung des Bewertungsobjekts LCB

Das Bewertungsvorhaben umfasst die Nachhaltigkeitsbewertung der Prozesskette einer LCB, von Rohstoffbereitstellung bis zum Werkstor der Bioraffinerie sowie konventioneller Herstellungspfade für nutzengleiche Referenzprodukte.

Das Bewertungsobjekt basiert auf Ergebnissen eines Verbundprojektes zur Erforschung und Erprobung eines Holzaufschlussverfahrens und anschließender stofflicher Nutzung der Holzkomponenten zur Herstellung biobasierter Grundstoffe für die chemische Industrie.

Es handelt sich dabei um ein Pilotprojekt, in dem nach einer ersten Projektphase (Michels 2009), bei der eine Aufschlussmethode für Holz bzw. Lignocellulosepflanzen entwickelt und verschiedene Verarbeitungswege im Labormaßstab getestet wurden, in einer zweiten Projektphase die großtechnische Umsetzung in einer Pilotanlage am Chemiestandort Leuna erprobt wurde (Michels 2014). Nach Haase (2012) gibt es noch keine vergleichbare Anlage im industriellen Maßstab, die fermentierbare Zucker sowie stofflich verwertbares Lignin aus Holz herstellt.

Der Aufschluss von lignocellulosehaltigen Pflanzen zur Herstellung monomerer Kohlenhydrate und Lignin gelingt durch verschiedene mechanische, chemische und enzymatische Methoden (Kamm & Kamm 2007). Die Gruppe der Lignocellulosepflanzen besteht im Wesentlichen aus drei Fraktionen:

- Hemicellulosen/Polyosen (Zuckerpolymer, vorwiegend Pentosen)
- Cellulosen (Glukose-Polymer)
- Lignin (Polymer mit Phenolbaustein)

Im Fall der zu bewertenden LCB wurde für den Holzaufschluss das Organosolv-Verfahren angewandt. Mit dem Verfahren werden neben Cellulose und Hemicellulose auch besonders reine Zuckerfraktionen und hochwertiges Lignin erzeugt.

Als Rohstoff wurden verschiedene Holzarten und Stroh getestet. Das Organosolv-Verfahren erschien besonders für den Aufschluss von Laubholz geeignet. Für die Nachhaltigkeitsbewertung wurde der Einsatz von Buchenholz aus Deutschland (als Hackschnitzel) daher als Standardvariante betrachtet.

Nachdem das Holz unter Zugabe von Wasser und Ethanol als Lösungsmittel sowie unter spezifischen Temperatur- und Druckverhältnissen aufgeschlossen wurde, erfolgt die Trennung in die einzelnen Komponenten (Cellulose, Hemicellulose und Lignin). Nach der Komponententrennung durch Fällung, Filtration und Zentrifugation wird durch Destillation eine Lösemittelrückgewinnung erreicht. Anschließend wird die Cellulose enzymatisch zu Glukose hydrolysiert und das Lignin bei Bedarf getrocknet (siehe Haase 2012; Michels 2009, 2014).
Die wesentlichen Prozessschritte sind schematisch in Abb. 30 dargestellt.

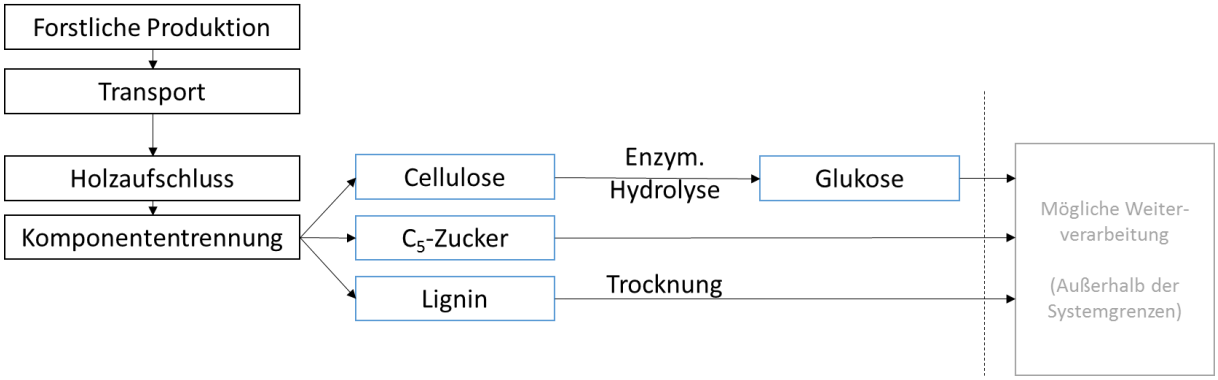


Abb. 30: Die LCB Prozesskette (schematisch, nach KIT-IIP in Michels 2014, S. 336, geändert).

Die Weiterverarbeitung der Produkte der Bioraffinerie war nicht Teil der Nachhaltigkeitsbewertung. Mögliche Verwendungen des Organosolv-Lignins wären z.B. in Bindemittel (Phenolersatz), in Phenol-Formaldehydharzen oder für duroplastische Anwendungen (Haase 2012). Die Zuckerfraktionen können weiter zu chemischen Grundstoffen fermentiert werden.

Mit den Produkten der Bioraffinerie können auf dieser Grundlage zukünftig nicht nur fossile und konventionelle biogene Rohstoffe in der chemischen Industrie ersetzt werden, sondern auch neue Materialien entwickelt werden.

6.2.2. Zieldefinition und Systemgrenzen

Die Ziele der Nachhaltigkeitsbewertung, das Erkenntnisinteresse sowie die Zielgruppe und die Systemgrenzen sind tabellarische zusammengefasst (Tab. 17):

Tab. 17: Ziel & Systemgrenzen LCB.

Ziel	Bewertung der relativen Nachhaltigkeitseffekte der im Rahmen eines Pilotprojekts (Michels 2009, 2014) entwickelten **Lignocellulose-Bioraffinerie Prozesskette**, von der Rohstoffbereitstellung bis zum Werkstor der Bioraffinerie, im Vergleich **zu konventionellen Herstellungswegen** für nutzengleiche Referenzprodukte auf **fossiler und biologischer**[61] **Rohstoffbasis**. Die Bewertung erfolgt ausgehend von den Produkten der Bioraffinerie **Glukose, C_5-Zucker und Lignin** (getrocknet). Die potenziellen relativen Nachhaltigkeitseffekte werden für das Bewertungsobjekt **ex ante** erhoben, da es sich um eine noch nicht etablierte Prozesskette handelt und Realdaten nicht zur Verfügung stehen.
Erkenntnisinteresse	Die Frage der Nachhaltigkeit betrifft das gesamte Prozesssystem als Einheit. Im Fokus der Nachhaltigkeitsbewertung stehen die relativen Nachhaltigkeitseffekte der Prozesskette aus gesellschaftlicher Sicht. Zu diesem Zweck sollen einzelne Schritte der Prozesskette betrachtet werden, die Darstellung chemischer Reaktionen und einzelner technischer Komponenten ist dafür nicht notwendig und zielführend. Die Bewertung erfolgt deshalb auf einer Aggregationsebene, die als Grey-Box bezeichnet wird (vgl. Haase 2012). Das bedeutet, dass obschon Einzelprozesse für die Erkenntnisgewinnung (bspw. bei der Modellierung der Stoffströme) relevant sind, erfolgt die Bewertung danach was in das System eingeht und daraus entlassen wird.
Adressaten	Die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung dienen der projektinternen Information sowie der Kommunikation der Ergebnisse. Adressaten sind somit wissenschaftliche Experten, Unternehmen unterschiedlichster Fachrichtungen und zum anderen eine interessierte Öffentlichkeit.
Systemgrenzen[62]	Die Systemgrenzen werden in Anlehnung an die Stoffflussmodellierung der ökologischen Bewertung im Rahmen des Verbundprojekts definiert (vgl. Haase 2012; Michels 2014). Dafür werden drei Module festgelegt, die für das sogenannte Zielsystem, die LCB, sowie für das Referenzsystem einsetzbar sind:
Modul Rohstoff	Als Rohstoff werden Buchenhackschnitzel aus Deutschland in der LCB eingesetzt. Das Modul Rohstoff beinhaltet die groben forstlichen Arbeitsschritte (Pflanzung, Pflege und Ernte). Die Buchenhackschnitzel werden aus Industrie- oder Waldrestholz hergestellt. Sie werden nach der Erntemaßnahme am Waldrand gehackt und von dort zur Weiterverarbeitung in der Bioraffinerie per LKW transportiert. Eine Trocknung des Hackgutes ist nicht notwendig.
Modul Raffinerie	Das Modul Raffinerie basiert auf der Modellierung der verfahrenstechnischen Anlage (vgl. Haase 2012; Michels 2009; Michels 2014) und wird für die Nachhaltigkeitsbewertung als Grey-Box betrachtet. Das bedeutet, einzelne Anlagenkomponenten oder chemische Abläufe werden nicht im Detail untersucht. Es wird angenommen, dass die Anlage in einen Chemiepark integriert ist und die dortige Infrastruktur nutzbar ist (Anmerkung: die echte Pilotanlage, die im Rahmen des Verbundprojekts in Betrieb genommen wurde, befindet sich am Chemiestandort Leuna. Aus dieser Anlage standen zum Zeitpunkt der Nachhaltigkeitsbewertung keine Daten zur Verfügung.).
Modul Produkt	Die Systemgrenzen enden am Werkstor der Bioraffinerie. Die Endprodukte sind fermentierbare Zucker in Lösung sowie Lignin.

[61] Insbesondere Rohstoffe die eine höhere Importabhängigkeit aufweisen können und deren stoffliche Verwendung in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion steht.

[62] Ergänzung zu den Systemgrenzen: Da sich die Nachhaltigkeitsbewertung an der Modellierung der Stoff- und Energiebilanzen (vgl. Haase 2012; Michels 2009; Michels 2014) zur ökologischen Bewertung orientiert, ist die Bereitstellung von Infrastruktur, Energie und Betriebsstoffen integriert (siehe Haase 2012). Wichtig: es kann notwendig sein, die Systemgrenzen für qualitative Indikatoren zu erweitern. In diesen Fällen wird die Erweiterung begründet und dokumentiert.

6.2.3. Identifizierung der Referenzprozesse

Das Ziel des Verbundprojekts war die Etablierung einer Prozesskette zur vollständigen stofflichen Nutzung von Holz und die Bereitstellung von Rohstoffalternativen für die fossilen und biologischen (siehe Fußnote 61) Rohstoffe der chemischen Industrie. Aufgrund dessen wurde eine Bewertung der Nachhaltigkeit im Vergleich zu konventionellen Herstellungsprozessen auf Basis fossiler und anderer biogener Rohstoffe bezweckt.

Für die Festlegung der Referenzprozesse bzw. der Prozessketten für eine vergleichende Betrachtung waren folgende Merkmale entscheidend:

(1) Welche Produkte sind Nutzengleich?
(2) Welche fossilen Alternativen werden verglichen?
(3) Welche biogenen Alternativen werden verglichen?
(4) Was ist eine geeignete Bezugsgröße?

Nutzenäquivalente Referenzprodukte:

Die Festlegung von Nutzenäquivalenten ist notwendig, um realistische Referenzen zu identifizieren.

Lignin kann aufgrund seiner phenolischen Eigenschaften in Phenol-Formaldehyd-Harzen als Substitut eingesetzt werden (vgl. Haase 2012; Michels 2009; Michels 2014). Diese Anwendung wurde im Rahmen des Verbundprojekts getestet und als Möglichkeit bestätigt. Das Organosolv-Lignin hat demnach vergleichbaren Nutzen wie Phenol.

- ➔ **Die fossile Referenz für Lignin war erdölbasiertes Phenol (1), hergestellt aus Cumol (2, Hock-Prozess).**
- ➔ **Zuckerrohsaft (1) aus Zuckerrübe (3) wurde als Referenz für die fermentierbaren Glukose und C5-Zucker festgelegt.**

Um die Vergleichbarkeit auf Ebene des Produktsystems zu erhöhen wurden die Referenzen in Anlehnung an die sogenannte Warenkorbmethode mit dem Zielproduktsystem verglichen.

Fleischer (1994) hält fest, dass bei einem Vergleich von zwei oder mehr Untersuchungsgegenständen oder Alternativen eines Untersuchungsgegenstandes, der Nutzen (N) der verglichenen Gegenstände oder Alternativen gleich sein muss ($N_1 = N_2$). Da der Nutzen eines Gegenstandes auf subjektiven Werteinschätzungen beruht (vgl. ebd. Nach Brockhaus-Enzyklopädie 1991), muss dieser klar definiert werden. Diese Vorgehensweise ist vergleichbar mit der Bestimmung der funktionalen Einheit bei einer Ökobilanz. Fleischer drückt die Nutzengleichheit in der Summengleichheit der zu vergleichenden Güter aus. Wobei eine Summengleichheit nur erreicht wird, wenn auch die Eigenschaften der Produkte oder Güter äquivalent sind. Daraus ergibt sich der abzubildende Warenkorb.

Diese Methode ist für die integrative Bewertung der Bioraffinerieprodukte gut geeignet, da die Referenzprodukte in unabhängigen Alternativprozessen hergestellt werden müssen.

Bezugsgröße (4): 1 Einheit Buchenhackschnitzel. Über diese Einheit wurde die Produktmenge des Warenkorbs festgelegt. Davon ausgehend konnte der benötigte Input für die Referenzprozesse berechnet werden.

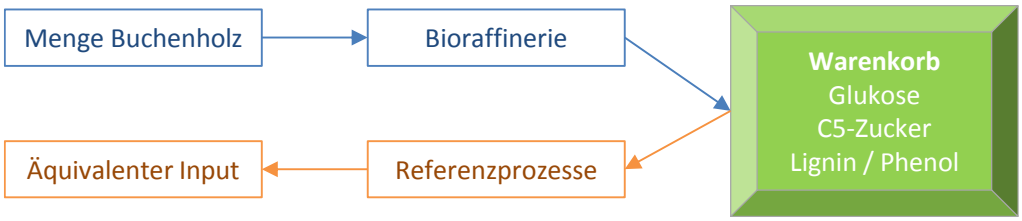


Abb. 31: Skizze des Warenkorbs.

6.2.4. Zusammenfassung der Objektanalyse und Festlegung der Untersuchungsvariablen

Es folgt eine Zusammenfassung wichtiger Eigenschaften des Bewertungsobjekts sowie einiger Eingangsdaten für die quantitative Bewertung. Die Daten waren Grundlage der Modellierung von Haase (2012) bzw. in Michels (2009, 2014).

Zu untersuchendes Produktsystem:

Lignocellulose-Bioraffinerie auf Holzrohstoffbasis (Laubholz), stoffliche Nutzung der Hauptkomponenten

Module zur Bewertung* (vgl. Abb. 32)*:

- <u>Rohstoffbereitstellung</u>
  - Holzbereitstellung (Buchen-Industrieholz, Produktion DE; Holzfeuchte 50 %)
  - Bereitstellung Zuckerpflanze (Zuckerrübe, Produktion DE)
  - Petrochemische Rohstoffförderung (Erdgas/Erdöl, Produktion RUS)
- <u>Raffinerie (Konversion)</u>
  - Bioraffinerie[63]
  - Zuckerraffinerie
  - Erdölraffinerie (inklusive Cumol-Prozess)
- <u>Produkt</u>
  - Lignin bzw. Phenol
  - Glukose (C6), C5-Zucker (fermentierbar in Lösung) bzw. Zuckerrohsaft aus Zuckerrübe

[63] Produktion: 400.000 t atro Holz pro Jahr, Auslastung 8.000 h/a, Holzdurchsatz 50 t atro/h (vgl. Michels 2014), Aufschluss mit Lösemittel Ethanol+Wasser, 18 bar Druck, 180°C (Organosolv-Aufschluss vgl. Haase S.79), Trennung der Komponenten, Enzymatische Hydrolyse der Cellulose (zu Glukose).

	Rohstoffbereitstellung	Raffinerie	Produkt
Ziel-Produktsystem	Buchen-Industrieholz	Lignocellulose -Bioraffinerie	Lignin C5 & C6 (Wärme)
Referenz-Produktsystem	Erdöl/Erdgas Zuckerrübe	Fossile & Zucker-raffinerie	Phenol C5 & C6 (Wärme)

Abb. 32: Vergleich von Ziel- und Referenz-Produktsystem.

Untersuchungsvariablen (vgl. 5.4.2)

Die Untersuchungsvariablen sind Grundlage des in 6.4 folgendem heuristischen Ausschlussverfahrens und somit für die Identifizierung der Nachhaltigkeitsindikatoren.

Tab. 18: Untersuchungsvariablen LCB.

Untersuchungsvariable	Anwendungsstudie	Begründung/Erläuterung
1. Bewertungsebene	Prozessebene	Die Betrachtungsebene ist durch den Projektrahmen vorgegeben.
2. Zeitfaktor	Ex ante	Es handelt sich um ein Pilotprojekt. Die Ergebnisse der Pilotanlage rechtfertigen keine ex post Bewertung, da es sich um eine Anlage im experimentellen Stadium handelt. Eine vergleichbare Anlage existiert nicht (vgl. Haase 2012).
3. Geografie	Der Wirkungsbereich ist innerhalb der EU bzw. DE festzulegen	Die Buchenhackschnitzel- sowie die Zuckerrübenproduktion finden innerhalb Deutschlands statt. Die in Deutschland bereitgestellten fossilen Rohstoffe stammen bekanntermaßen nicht nur aus europäischen Quellen. Dennoch rechtfertigen die betrachteten Kernprozesse die Festlegung der Systemgrenzen innerhalb Europas.
4. Zweck und Detaillierungsgrad	-Vergleich relativer Nachhaltigkeitsaspekte der Bioraffinerie mit biogener und fossiler Referenz -Aggregationsebene Grey-Box	Es werden gesellschaftlich relevante Nachhaltigkeitsaspekte bewertet, die sich auf die gesamte Prozesskette oder einzelne Module beziehen. Einzelne technische Komponenten oder chemische Prozesse werden nicht gesondert bewertet.

6.2.5. Kontextanalyse LCB

Mit Hilfe der Kontextanalyse wurden kontextspezifische Vorlagen zur Ableitung von Nachhaltigkeitsaspekten für das Bewertungsobjekt identifiziert. Ein standardisiertes Verfahren zur Festlegung eines Kontextes ist derzeit nicht bekannt. Für ein dennoch reproduzierbares Ergebnis wurde eine systematische Vorgehensweise zur Bestimmung der kontextbezogenen Vorlagen verwendet (vgl. Kapitel 5.2.2): schlagwortgestützte, regelgeleitete Literaturrecherche. Deren Umsetzung in der Anwendungsstudie LCB wird im Folgenden beschrieben.

6.2.5.1. Schlagwortgenese

Der Kontext ergab sich aus den Modulen der Prozesskette und den Prozesskettenalternativen der Anwendungsstudie (siehe 6.2.4).

Die Schlagwörter wurden in drei Schritten konstruiert:

I. Benennung des Sektors, der den Kern des Moduls am besten wiederspiegelt (Mehrfachnennung möglich, siehe Tab. 19).

II. Benennung der Produkte (Rohstoffe), die in dem Modul verwendet und ersetzt werden sowie ggf. die Art der Prozesse (siehe Tab. 19).

III. Herstellung des Bezugs zu Nachhaltigkeit (in einer Datenbankabfrage werden die Schlagwörter aus I+II kombiniert mit [ODER] Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitsbewertung, -kriterien, -indikatoren. Siehe Abb. 33).

Tab. 19: Konstruktion Schlagwörter LCB.

Modul Rohstoffbereitstellung		**Modul Raffinerie**		**Modul Produkt**	
Sektor	*Produkt*	*Sektor*	*Prozess*	*Sektor*	*Produkt*
Forstwirtschaft	Holz	Chemie	Bioraffinerie	Holzwerkstoffind.	Bindemittel
Landwirtschaft	Biomasse		Raffinerie		Phenol
	Zucker				Lignin
	Wertschöpfungskette				
				Chemie	Zucker
Öl/Erdgas	Rohöl				Plattformchemikalien
					1,3 PDO

Die Schlagwörter wurden in englischer und deutscher Sprache verwendet. Auf diese Weise entstanden insgesamt 122 Schlagwortkombinationen. Die Schlagwörter werden aus zwei Teilen zusammengesetzt (Abb. 33): ein Schlagwort um den Bezug zu Nachhaltigkeitskonzepten herzustellen und ein zweites, welches sich aus dem Kontext des Bewertungsobjekts ableiten ließ (vgl. Tab. 19). Eine vollständige Liste der Schlagwörter ist im Anhang 9.1.3.

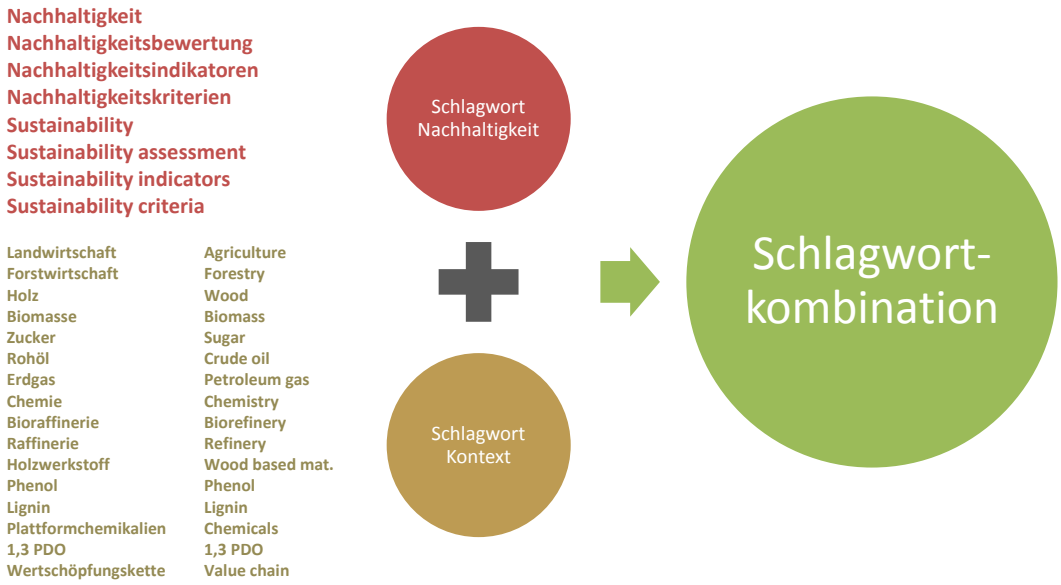


Abb. 33: Schlagwortkombination.

6.2.5.2. Schlagwortgestützte Literaturrecherche

Die in 6.2.5.1 festgelegten Schlagwortkombinationen wurden für die Literatur- bzw. Vorlagensuche im Internet sowie Literaturdatenbanken verwendet.

Ablauf der Internetsuche:

- Internetsuchmaschine Google.
- Eingabe der Schlagwortkombinationen (Bsp. Nachhaltigkeit Holz oder sustainability assessment wood).
- Die ersten 30 Treffer wurden hinsichtlich ihrer Eignung geprüft (vgl. 5.2.2.2).
- Die zur Verwendung bestimmten und geeigneten Vorlagen wurden für die Inhaltsanalyse in 6.3 gesammelt.

Ablauf der Suche in Literaturdatenbanken:

- Literaturdatenbanken Scopus und Web of knowledge.
- Ausschließlich Schlagwörter in englischer Sprache.
- Eingegrenzte Verwendung der Schlagwörter. Begründung: Einerseits zeigten die Erfahrungen aus der Internetrecherche, dass einige Schlagwortkombination keine Zusatzinformationen generieren, andererseits ist die Eingrenzung notwendig, um eine Auswertung mit den zur Verfügung stehenden zeitlichen Mitteln zu ermöglichen.
- Verschlagwortung und Eingrenzung:
    - Web of Knowledge: 2003-2013, [Topic] „sustainability assessment“ AND wood OR biomass OR chemi* OR sugar OR petro* OR refinery AND criteria OR indicators
    - Scopus: 2003-present (letzte Aktualisierung 27.03.2013), in Article, [keywords]“sustainability assessment” AND wood OR biomass OR chemi* OR sugar OR petro* OR refinery AND criteria OR indicators
- Die mit den Suchkriterien übereinstimmenden Artikel wurden hinsichtlich Ihrer Eignung überprüft (vgl. 5.2.2.2) und ggf. als Vorlage für die Inhaltsanalyse gesammelt.

Anhand der Literatur- und Internetrecherche und der Eignungsprüfung wurden 24 kontextbezogene Vorlagen identifiziert, die inhaltsanalytisch ausgewertet werden konnten. Im Rahmen der Inhaltsanalyse wurden zu allen ausgewählten kontextbezogenen Vorlagen wesentliche Informationen dokumentiert, darunter bibliografische und inhaltliche Informationen über den Verfasser oder Herausgeber, die Fundstelle, das Fachgebiet, das Ziel der Vorlage und dergleichen. Darüber hinaus wurde dokumentiert, unter welchen Schlagwortkombinationen die Vorlagen vorkamen. Auf diese Weise können die Ergebnisse für andere Untersuchungsobjekte mit thematischen Überschneidungen zur Anwendungsstudie wiederverwendet werden (siehe 9.1.1). Tab. 20 zeigt die Liste der kontextbezogenen Vorlagen der Anwendungsstudie LCB mit Kurztitel.

Tab. 20: Kontextvorlagen LCB.

Nr.	Kurztitel	Nr.	Kurztitel	Nr.	Kurztitel
1	FSC	9	GBEP	17	ProEthanol
2	PEFC	10	AgBalance	18	Schaidle
3	SOEF/MCPFE	11	SENSOR	19	IChem
4	EFORWOOD	12	Dürr, M.	20	Othman
5	DLG	13	SEEBALANCE	21	Sala
6	ISCC	14	ITA	22	Gnanapragasam
7	UBA_LFNC	15	Cramer	23	Tugnoli
8	FAO	16	Ruiz	24	Zheng

6.3. Inhaltsanalyse LCB

Das Ziel der Inhaltsanalyse (3. operativer Schritt) ist es, die kontextbezogenen Nachhaltigkeitsaspekte strukturiert auf das Nachhaltigkeitskonzept des Bewertungsobjekts zu übertragen und es dabei mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsthemen des BNK zu verknüpfen. Die Inhaltsanalyse der kontextbezogenen Vorlagen der Anwendungsstudie wurde nach der in Kapitel 5.3 beschriebenen Vorgehensweise ausgeführt. Da die vorgestellte Verfahrensweise der LOFASA-Inhaltsanalyse anhand der Anwendungsstudie LCB entwickelt wurde, sind die Schritte der fallbezogenen Inhaltsanalyse identisch mit der methodischen Beschreibung in Kapitel 5.3.2. Daher genügt an dieser Stelle eine zusammengefasste Beschreibung der Inhaltsanalyse der Anwendungsstudie.

Tab. 21: Schrittweise Inhaltsanalyse LCB.

1. Zielstellung der Inhaltsanalyse
2. Festlegung des Untersuchungsmaterials (der Vorlagen)
3. Analyse der Entstehungssituation und formaler Charakteristika der Vorlagen
4. Explikation und Paraphrasierung – Bildung der Analyseeinheiten
5. Festlegung des Kategoriensystems
6. Strukturierung a) Ankerbeispiele, b) Kodierregeln
7. Codebuch
8. Überprüfung/Überarbeitung des Codebuchs
9. Reliabilitätsprüfung

Die Zielstellung (Schritt 1) der LOFASA-Inhaltsanalyse wurde bereits in 5.3.2 (S. 70) festgelegt: Bestimmung des gesellschaftlich legitimierten, normativen UND kontextspezifisch angepassten Nachhaltigkeitskonzepts des Bewertungsobjekts.

Die Festlegung des Untersuchungsmaterials (Schritt 2) wurde in 6.1.1 für die rahmengebenden und im Rahmen der Kontextanalyse in 6.2.5 für die kontextbezogenen Vorlagen beschrieben. Es wurden vier rahmengebende und 24 kontextbezogene Vorlagen für die inhaltsanalytische Bearbeitung bestimmt.

Die ausgewählten Vorlagen wurden gemäß Schritt 3 der Inhaltsanalyse dokumentiert (Verweis Anhang 9.1.1).

Insgesamt wurden 1350 Analyseeinheiten (AE) aus den Vorlagen exzerpiert (Schritt 4: 273 AE aus rahmengebenden Vorlagen, 1077 AE aus kontextbezogenen Vorlagen). Die Vorgehensweise der Explikation und Paraphrasierung ist in 5.3.2 (S. 71) ausführlich und mit einem Beispiel beschrieben. Aufgrund der heterogenen Terminologie und Struktur der Vorlagen war eine einheitliche Explikation und Paraphrasierung nicht möglich. Für jede Vorlage wurde daher ein angepasstes Vorgehen im Codebuch dokumentiert (siehe Anhang Codebuch 9.1.1).

In Schritt 5 wurde das BNK als Kategoriensystem erarbeitet.

Es folgte die Strukturierung (Schritt 6) und die inhaltliche Einordnung der AE in das hierarchische Kategoriensystem. Die dabei aufgestellten Interpretationsregeln, Ankerbeispiele und Kodierregeln wurden im Codebuch Teil 2 dokumentiert (Schritt 7; Anhang 9.1.2).

Das Codebuch (Anhang 9.1) wurde im Laufe der Analyse mehrfach angepasst und überprüft und beinhaltet neben dem festgelegten Kodierschema auch Beschreibungen der NT und NA (Schritt 8).

Abschließend wurde eine Reliabilitätsprüfung durchgeführt (Schritt 9). Bei der Überprüfung des Kodierschemas durch eine Testperson, die die Strukturierung der AE in das Kategoriensystem auf Grundlage des im Codebuch festgelegten Kodierschemas wiederholte, konnte dessen Reliabilität bestätigt werden (siehe Reliabilitätsprüfung Anhang 9.1.2).

6.3.1. Ergebnisse der Inhaltsanalyse

Insgesamt wurden 1350 Nachhaltigkeitsaspekte als AE aus 28 Vorlagen exzerpiert. Aufgrund des integrativen Systems wurden 319 AE in zwei NA kodiert (siehe 5.3.2, S. 72 f.), sodass sich die Anzahl der AE in allen Kategorien des Nachhaltigkeitskonzepts auf 1669 beläuft.

In Abb. 34 sind die Häufigkeitsverteilungen der AE aus den rahmengebenden (die blaue Säulen, BNK) sowie die aus den kontextspezifischen (die orangen Säulen) Vorlagen dargestellt (alle Säulen einer Farbe ergeben 100 %).

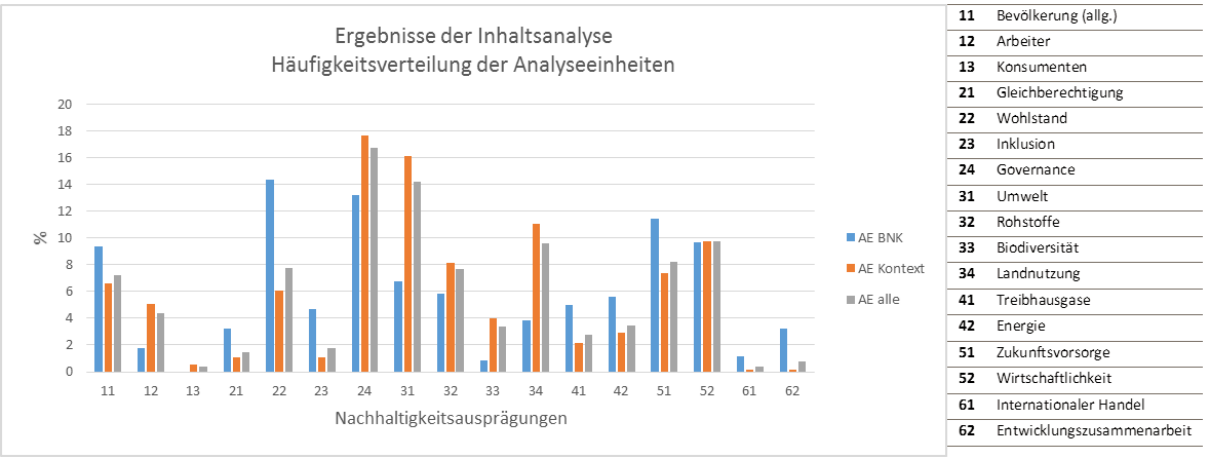


Abb. 34: Nachhaltigkeitsausprägungen - Häufigkeitsverteilung der Analyseeinheiten (AE).

Es wird deutlich, dass sich die Verteilung der AE im BNK von der Verteilung im Kontext unterscheidet. Es findet eine Verschiebung in Richtung des Themas Umgang mit Ressourcen statt (31, 32, 33, 34). Die Ausprägungen der Themen Internationale Verantwortung, Wirtschaftlichkeit und Lebensstandard treten mit den kontextbezogenen AE unterschiedlich stark in den Hintergrund (siehe dazu Abb. 35).

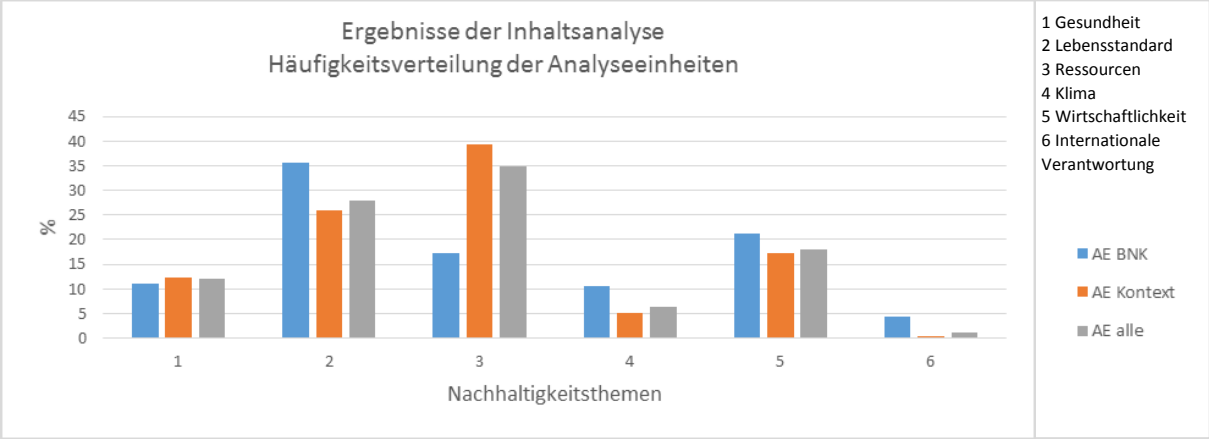


Abb. 35: Nachhaltigkeitsthemen - Häufigkeitsverteilung der Analyseeinheiten.

Die Darstellungen geben einen Überblick über die Verteilung der Nachhaltigkeitsaspekte auf die Kategorien des Nachhaltigkeitskonzepts. Es ist kein Maß für die Relevanz der NT bzw. NA. Damit würde unterstellt, dass die Wichtigkeit oder Relevanz höher ist, je häufiger ein NT oder NA in den Vorlagen vertreten ist. Inwieweit die Häufigkeit von anderen Faktoren beeinflusst wird, wie zum Beispiel der Verfügbarkeit realer Kennwerte, ist derzeit nicht messbar.

Dennoch wird wie bereits in 6.1.4 nochmal deutlich, dass eine Bewertung der Nachhaltigkeit, allein auf Grundlage ökonomischer und ökologischer Aspekte, auch unter kontextspezifischen Umständen nicht umfassend erfolgen kann.

6.4. Bewertungs- und Verifizierungsanalyse LCB

Das Ziel der Bewertungsanalyse (4. operativer Schritt) ist es, die Nachhaltigkeitsaspekte zu identifizieren, die nicht nur relevant, sondern auch aussagefähig für die Bewertung der Nachhaltigkeit des Bewertungsobjekts sind. Das Ziel der Verifizierungsanalyse (5. operativer Schritt) ist die Transformation der Analyseeinheiten (AE) zu einem Set bewertungsrelevanter Nachhaltigkeitsindikatoren.

In der Bewertungsanalyse wurden die AE-Sammlung um die Einheiten reduziert, die aufgrund struktureller und inhaltlicher Eigenschaften der Bewertung (siehe 5.4.2 Untersuchungsvariablen) keine Aussage über das Bewertungsobjekt treffen. Zudem wurden bedeutungsgleiche bzw. redundante AE gestrichen (vgl. 5.4.3).

Wie in Kapitel 5.1.2 bereits dargelegt wurde, handelt es sich beim LOFASA um einen iterativen Prozess, bei dem mehrere operative Schritte gleichzeitig ablaufen. Die Bewertungs- und die Verifizierungsanalyse wurde teilweise parallel durchgeführt. Aus diesem Grund werden sie für die Anwendungsstudie in einem gemeinsamen Kapitel zusammengefasst.

Der einfachste Grund für die Durchführung der Bewertungs- und Verifizierungsanalyse ist, dass die hohe Anzahl an AE (N=1350) systematisch und regelgeleitet reduziert werden muss, um daraus ein

aussagefähiges Indikatorset zu entwickeln. Die Vorgehensweise kann in vier Hauptphasen unterteilt werden:

1. Logischer Ausschluss der AE mit Hilfe des heuristischen Verfahrens und den Untersuchungsvariablen:

   Alle 1350 AE wurden mit Hilfe des heuristischen Verfahrens hinsichtlich der definierten Untersuchungsvariablen (UV) 1 und 2 geprüft und ggf. ausgeschlossen (siehe 5.4.2): Für welchen zeitlichen Rahmen und auf welcher Betrachtungsebene können die AE (k)eine Aussage treffen (Positiv-/Negativauslese)? Die Heuristik wurde in 5.4.1 und 5.4.2 vorgestellt. Die UV 3 *Geografie* hatte keinen Einfluss auf das Ausschlussverfahren. Die Ausschlüsse durch das heuristische Verfahren sind im Anhang 9.2.2 dokumentiert.

2. Bündelung bedeutungsgleicher Einheiten und Streichung redundanter Einheiten:
   - (2a) Bedeutungsgleiche Einheiten wurden je NA gebündelt und als sogenannte Indikatorvorstufen zusammengefasst. Eine Indikatorvorstufe erhielt einen Namen und fasste unter diesem Namen alle AE und die dazugehörigen Auswertungsmethoden zusammen.
   - (2b) Die in den Indikatorvorstufen gesammelten Auswertungsmethoden wurden überprüft und redundante Einheiten wurden gestrichen (Dokumentation in Anhang 9.2.3).

3. Spezielle Redundanz- und Eignungsprüfung mit Hilfe von Experten:

   Indikatorvorstufen, zu deren Beurteilung besondere Fachkenntnisse erforderlich waren, wurden von ausgewählten disziplinären Spezialisten überprüft. Redundante Einheiten wurden gestrichen. Bei den Spezialisten handelte es sich um Fachleute aus dem Projektkonsortium des Verbundprojekts (Michels 2014). Sie wurden persönlich, telefonisch oder schriftlich befragt.

4. Erweiterte Redundanz- und Aussageprüfung mit Hilfe von Experten (Verifizierung):

   Für die erweiterte Prüfung von Redundanz und Aussagefähigkeit wurde ein größeres Expertenpanel aus dem Projektkonsortium befragt. Alle in der Sammlung verbliebenen Indikatorvorstufen und Auswertungsmethoden wurden den Experten zur Begutachtung vorgelegt. Dabei konnten von den Experten weitere Redundanzen identifiziert und die Aussagefähigkeit unter Berücksichtigung der UV 4 (Zweck und Detailtiefe) sowie der Systemgrenzen überprüft werden (Dokumentation in Anhang 9.2.4).

Als Ergebnis dieser Bewertungs- und Verifizierungsanalyse wurde das endgültige Indikatorset von 31 Indikatoren zur Bewertung der relativen Nachhaltigkeitseffekte der LCB Prozesskette und der Referenzen festgelegt. Die Bewertungs- und Verifizierungsanalyse sind in den Anhängen 9.2.2, 9.2.3 und 9.2.4 dokumentiert.

6.4.1. Ablauf und Ergebnis der Bewertungs- und Verifizierungsanalyse LCB

Abb. 36 zeigt den Ablauf und die Zwischenergebnisse der Bewertungs- und Verifizierungsanalyse. Blaue Felder stellen die oben genannten Phasen eins bis vier dar. In den grünen Kästen ist die Entwicklung der Anzahl von AE und Indikatorvorstufen (IV) im Verlauf dokumentiert. In den roten Feldern werden die jeweiligen Ausschlüsse kommentiert.

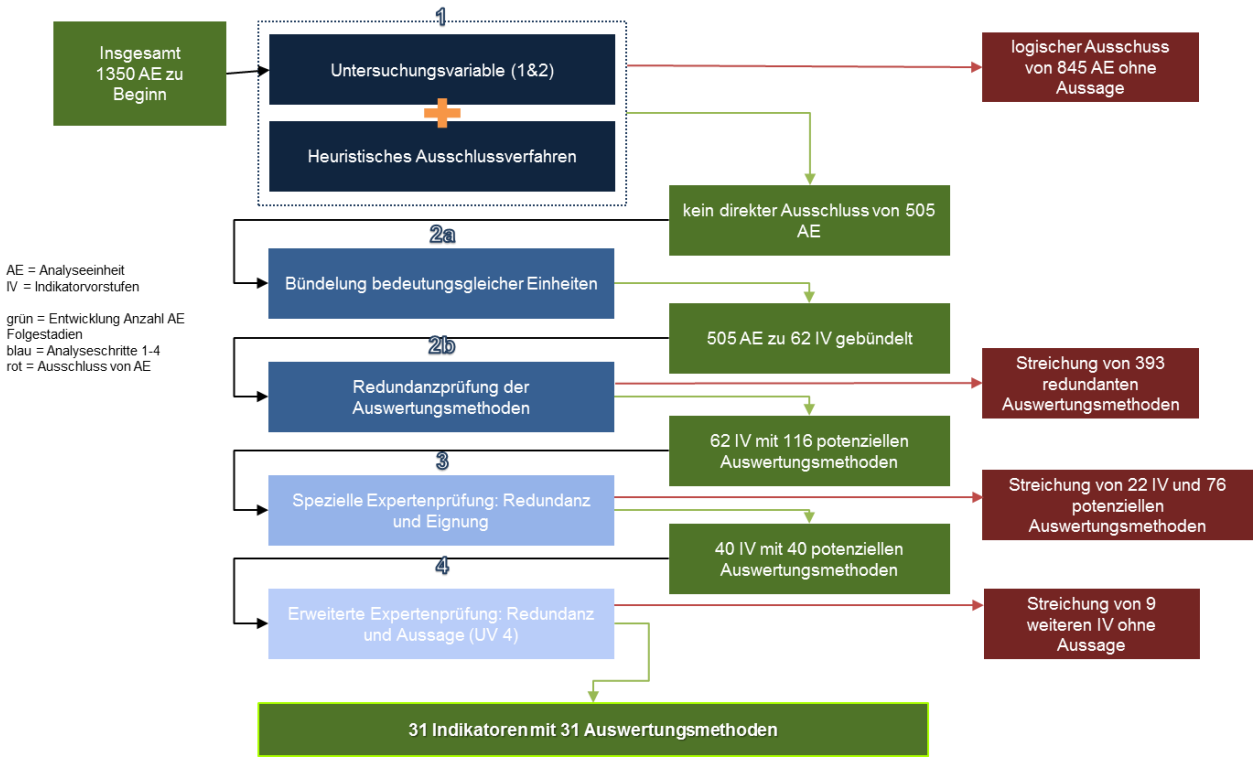


Abb. 36: Ablauf der Bewertungs- und Verifizierungsanalyse, stufenweise Reduktion.

Die stufenweise Reduktion der Einheiten wirkte sich geringfügig auf die Häufigkeitsverteilungen in den Nachhaltigkeitsausprägungen aus. Abb. 37 zeigt die Entwicklung der Indikatorvorstufen nach der Bündelung (dunkel-blaue Säule), also nachdem bereits 841 Einheiten im heuristischen Ausschlussverfahren gestrichen wurden. Sie kann mit Abb. 34 vergleichen werden, um zu zeigen, dass sich durch das heuristische Ausschlussverfahren und die Bündelung keine signifikanten Veränderungen in der Verteilungsverhältnissen ergeben haben.

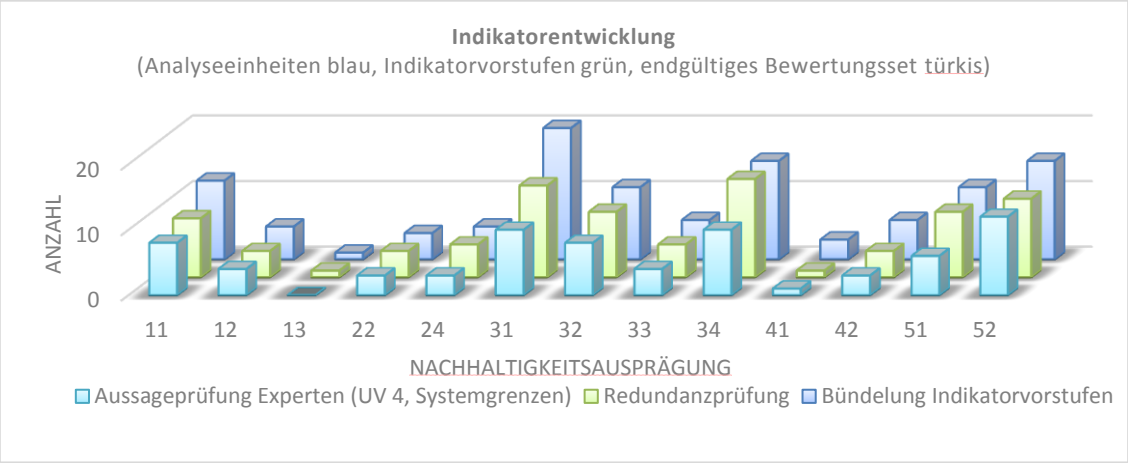


Abb. 37: Indikatorentwicklung.

Die vordere Säule (türkis) in Abb. 37 zeigt das endgültige Bewertungsset. Insgesamt wurden mit dem LOFASA 31 Indikatoren und Auswertungsmethoden zur Bewertung der LCB Prozesskette und der Referenzen bestimmt (vgl. Tab. 23). Nach der Bündelung, Streichung und Verifizierung des Indikatorsets durch die befragten Experten verblieben für folgende Nachhaltigkeitsausprägungen: Gesundheit der Konsumenten (13), Gleichberechtigung (21), Inklusion (23) und beide Ausprägungen des Nachhaltig-

keitsthemas Internationale Verantwortung (6) keine Indikatoren im Set. Über diese fünf Ausprägungen kann nach derzeitigem Wissensstand keine Aussage über das Bewertungsobjekt in der definierten Bewertungssituation getroffen werden (vgl. Box 7, S. 78: Relevanz und Aussagefähigkeit). An einem konkreten Beispiel ist das nachvollziehbar: Das Bewertungsobjekt LCB hat innerhalb der in der Objektbeschreibung definierten Systemgrenzen (Werkstor) keine Auswirkungen auf die Gesundheit von Konsumenten, da diese nicht mit den Produkten der Bioraffinerie in Kontakt kommen. Daher kann über Effekte der LCB auf diese NA nichts ausgesagt werden.

Die Verteilung der Indikatoren auf NA und NT wird in Tab. 22 angezeigt. Nach der Bündelung der AE und Indikatorvorstufen zu dem endgültigen Indikatorset waren diese in bis zu fünf NA relevant und aussagefähig. Eine kurze Beschreibung der 31 Indikatoren folgt in Tab. 23 .

Tab. 22: Verknüpfung der Indikatoren zu NT und NA (Nr. der NT & NA wie auf S. 116).

	Nachhaltigkeitsthema	***1***			***2***				***3***				***4***		***5***		***6***	
	Nachhaltigkeitsausprägung	***11***	***12***	***13***	***21***	***22***	***23***	***24***	***31***	***32***	***33***	***34***	***41***	***42***	***51***	***52***	***61***	***62***
	Anzahl	*6*	*4*	*0*	*0*	*3*	*0*	*3*	*7*	*5*	*4*	*9*	*1*	*1*	*5*	*10*	*0*	*0*
Nr.	**Indikator**																	
1	Humantoxizität	•	•															
2	Karzinogenität	•	•															
3	Feststoffemissionen	•																
4	Versauerungspotenzial								•									
5	Eutrophierungspotenzial								•		•					•		
6	Ökotoxizität	•							•		•	•				•		
7	Ozonabbaupotenzial	•							•									
8	Fotochem. Ozonbildung	•							•									
9	Erneuerbarkeit der Ressourcen									•		•						
10	Flächennutzung (Konkurrenz)											•						
11	Treibhausgaspotenzial											•	•			•		
12	Energieaufwand									•				•		•		
18	Investitionen														•	•		
19	Wirtschaftliches Ergebnis					•									•	•		
21	Sicherheit am Arbeitsplatz		•															
22	Grundversorgung					•						•						
23	Soziale Akzeptanz							•								•		
24	Institutionelle Strukturen							•		•	•	•				•		
25	Ressourcenverfügbarkeit									•					•			
26	Biodiversitätsschutz		•						•		•	•				•		
27	Kohlenstoffsenken											•						
28	Vorteilhaftigkeit des Produkts							•	•	•					•			
29	Infrastruktur und Logistik											•						
30	Absatzstrukturen														•			
31	Volkswirtschaftliche Effekte					•										•		

Tab. 23: Indikatoren der Nachhaltigkeitsbewertung LCB.

Nr.	Indikator	Beschreibung	Ermittlung der Indikatorwerte
1	Humantoxizität	Emission oder Freisetzung gesundheitsschädlicher Substanzen.	LCA HTTP (1,4 DCP eq., CML)
2	Karzinogenität	Produktion/Emission potenzielle krebserregender Substanzen.	LCA Benzen eq. (Human toxicity, carcinogenic; USEtox 2010)
3	Feststoffemissionen	Emission von Staub- und Rußpartikeln die lungengängig und deshalb gesundheitsschädigend sind.	LCA Feststoffemissionen (PM10, PM2,5)
4	Versauerungspotenzial	Versauerung von Böden und Gewässern wirkt sich auf Pflanzenwachstum und aus. Natürliche Kreisläufe in Ökosystemen können langfristig unterbrochen werden.	LCA Versauerungspotenzial (AP, SO2 eq., CML)
5	Eutrophierungspotenzial	Eutrophierung durch Nährstoffeintrag beeinflusst das Pflanzenwachstum und die Artenzusammensetzung, besonders aquatischer Ökosysteme aber auch terrestrischer.	LCA Eutrophierungspotenzial (EP, Nox eq., CML)
6	Ökotoxizität	Einfluss toxischer Substanzen auf aquatische und terrestrische Ökosysteme (Guinée 2002).	LCA Ökotoxizität (1,4 DCB eq., CML)
7	Ozonabbaupotenzial	Emission ozonabbauender Substanzen. Abbau des stratosphärischen Ozons führt zu verstärkter UV-B Strahlung an der Erdoberfläche mit potenziell negativen Folgen für menschliche Gesundheit (z.B. Erhöhung des Hautkrebsrisikos), Gesundheit von Pflanzen und Tieren sowie gesamten Ökosystemen.	LCA ODP (CFC-11 eq., CML)
8	fotochem. Ozonbildung	"Sommersmog". Potenziell gesundheitsgefährdendes bodennahes Ozon. Ebenfalls schädigend für Ökosysteme und landwirtschaftliche Kulturen.	LCA PCOP (Etylene eq., Emissionen VOC, CML)
9	Erneuerbarkeit der Ressourcen	Verwendung erneuerbarer Ressourcen.	LCA ADP (abiotic depletion potential, Sb eq.)
10	Flächennutzung	Steht die genutzte/verbrauchte Fläche in Konkurrenz zu anderen Nutzungsformen und ist sie reversibel (in welchen Zeiträumen)?	LCA land competition
11	Treibhausgaspotenzial	Emission von klimarelevanten Gasen.	LCA GWP (CO2 eq., CML)
12	Energieaufwand	Energieverbrauch (insgesamt).	LCA KEA (nach Art und Menge, MWh)
13	Biochemischer Sauerstoffbedarf	Verschmutzung des Abwassers.	LCA BOD oder TOC (CML)
14	Verwendung Gefahr-/Problemstoffe	Substanzen die ein potenzielles chemisches Gefährdungspotenzial aufweisen.	Verwendung nach Art und Menge (REACH, 67/548/EWG)
15	Wasserverbrauch	Ressourcenverbrauch Wasser.	Art und Mengen
16	Ressourceneffizienz	Effiziente Nutzung von Rohstoffen.	Ressourcenverbrauch nach Art und Menge/ Produzierte Menge
17	Abfallproduktion	Menge der zu entsorgenden Reststoffe (Abfälle), die als gefährlich eingestuft werden. "Gefährliche Abfälle" stellen eine Gefahr für Mensch und/oder Umwelt dar und müssen über spezielle Entsorgungswege behandelt werden. (Quelle: UBA)	Produktion probl. Abfälle nach Art und Menge
18	Investitionen	Investitionen in Gebäude und technische Anlagen.	Nettoinvestitionen
19	Wirtschaftliches Ergebnis	Z.B. Wertschöpfung.	Hier stellvertretend die Herstellkosten

20	Produktivität	Verhältnis von Produkt zu Produktionsfaktoren.	Nettowertschöpfung/gewählte Einheit
21	Sicherheit am Arbeitsplatz	Direkte potenzielle Gefährdungen der Mitarbeiter durch Maschinen, Drücke, Temperaturen oder sonstige Umstände am Arbeitsplatz.	qualitativ
22	Grundversorgung	Beeinflussung der Grundversorgung mit oder des Zugangs der Bevölkerung zu essentiellen Gütern (Lebensmittel, Unterkunft, Wasser).	qualitativ
23	Soziale Akzeptanz	Wird eine neue Technologie bzw. Verwendungspfad in der Öffentlichkeit angenommen, ist sie bekannt? Partizipationsmöglichkeiten.	qualitativ
24	Institutionelle Strukturen	Institutionelle Rahmenbedingungen beeinflussen die Möglichkeiten und die Qualität des strategischen Management bzw. der nachhaltigen Unternehmensführung.	qualitativ
25	Ressourcenverfügbarkeit	Ist die Verfügbarkeit der Ressource zeitlich oder räumlich begrenzt?	qualitativ
26	Biodiversitätsschutz	Erhalt und Förderung der Artenvielfalt in der Landschaft.	qualitativ
27	Kohlenstoffsenken	Kohlenstoffsenken sind Speicher die Kohlenstoff mittel- bis langfristig binden (z.B. Wälder und Moore).	qualitativ
28	Vorteilhaftigkeit des Produkts	Vergleich wichtiger Produkteigenschaften des Zielprodukts mit der Referenz.	qualitativ
29	Infrastruktur und Logistik	Vergleich der infrastrukturellen und logistischen Begebenheiten, Bedarf an Ausbau, Instandhaltung, ggf. Fahrzeugflotte, Transportwege etc.	qualitativ
30	Absatzstrukturen	Abnehmerstruktur/-verhalten, Nachfrage.	qualitativ
31	Volkswirtschaftliche Effekte	Auswirkung auf Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte.	qualitativ

6.5. Ermittlung der Indikatorwerte

Nachdem die 31 Indikatoren (Tab. 23) anhand der operativen Schritte 1-5 des LOFASA identifiziert wurden, erfolgte die quantitative bzw. qualitative Ermittlung von Indikatorwerten.

Die Berechnung der quantitativen Indikatoren erfolgte auf Grundlage von Energie- und Stoffflussmodellierungen. Da zum Ende der Projektlaufzeit des BMEL-Pilotprojekts einige verfahrenstechnische Fragen offen geblieben waren, konnten nicht alle quantitativen Indikatoren ausgewertet werden.

Die qualitativen Indikatoren wurden auf Grundlage von Literaturrecherchen und Experteninterviews aus dem Kreis der Projektpartner des Verbundprojekts bearbeitet.

6.5.1. Quantitative Indikatoren

Die Werte der quantitativen Indikatoren basieren auf Energie- und Stoffflussmodellierungen von Haase, die im Rahmen des Vorgängerprojekts (Haase 2012; Michels 2009) erstellt wurden. Die verwendeten Massenbilanzen wurden in der zweiten Projektphase von den Partnern Karlsruher Institut für Technologie, Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (KIT-IIP) sowie Bayer Technology Services (BTS) aktualisiert (Michels 2014). Die Modellierungen lagen sowohl der Berechnung von Indikatorwerten in einer Ökobilanz, als auch den Schätzungen von Kosten und Erlösen zu Grunde (Haase 2012; Michels 2014).

6.5.1.1. Grundlage der quantitativen Auswertungen

Die Systemgrenzen der Ökobilanz waren identisch mit den in 6.2 definierten Systemgrenzen: von der Rohstoffbereitstellung bis zum Werkstor der Bioraffinerie (Cradle-to-Gate) (vgl. Haase 2012). Die Modellierung umfasste die Produktionsanlage sowie vorgelagerter forstwirtschaftliche Prozesse. Die Details der verfahrenstechnischen Modellierungen wurden in Haase (2012, S. 29 ff.) sowie in Michels (2009, 2014) ausführlich beschrieben. In Abb. 38 wird eine Übersicht über die modellierten Hauptprozessschritte der Bioraffinerie gezeigt.

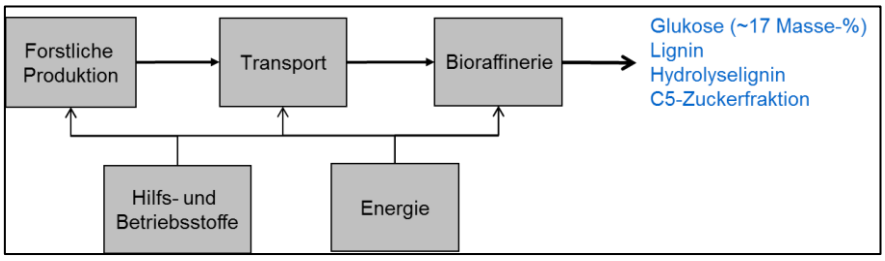


Abb. 38: Hauptprozessschritte der Bioraffinerie (Quelle: KIT-IIP in Michels 2014, S. 362).

Die Berechnungen basieren auf aktuellen Ergebnissen aus Versuchen im Labormaßstab (Michels 2014) sowie der Datenbank ecoinvent 2.2 (Ecoinvent centre 2010). Erste Ergebnisse der Pilotanalage, die im Rahmen des BMEL-Verbundvorhabens „Pilotprojekt Lignocellulose-Bioraffinerie – Phase 2“ errichtet wurde, standen zu Projektende (September 2013) nicht zur Verfügung.

Ein Überblick über die Eingangsdaten bzw. Annahmen für die Prozessfahrweise wird in Anhang 9.3.1 dargestellt (siehe dazu auch Michels 2014, S. 336 ff.).

Die Ergebnisse der Indikatoren, die quantitativ auf Grundlage der Stoff- und Energiebilanzen berechnet wurden, werden in Tab. 25 dargestellt. Die Bezugsgröße für die Berechnungen ist eine festgelegte Holzmenge von 400.000 Tonnen Trockenmasse (TM) pro Jahr (8.000 Stunden Laufzeit), die in der Anlage zu vier Endprodukten Glukose und C_5-Zucker (in Lösung) sowie Organosolv-Lignin und dem weniger hochwertigen Hydrolyse-Lignin umgewandelt werden. Die Referenzprozesse beziehen sich auf die äquivalent eingesetzte Rohstoffmenge (siehe Abb. 39).

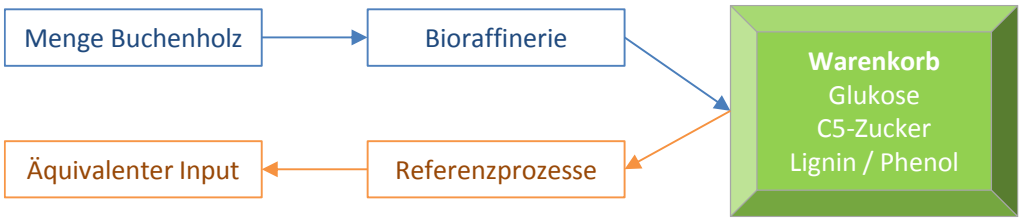


Abb. 39: Skizze des Warenkorbs.

Es wurden zwei Verfahrensalternativen betrachtet (Holzaufschluss mit und ohne Schwefelsäure [H_2SO_4]) sowie die bereits beschriebenen Referenzen.

Tab. 24: Referenzprozesse für Produkte der Bioraffinerie (Quelle: KIT-IIP in Michels 2014, S. 364).

Produkte Bioraffinerie	**Referenzprozesse**
Organosolv-Lignin	Phenol aus Cumol (Hock-Prozess)
Glukose	Zuckerrohsaft aus Zuckerrübe
C_5-Zucker	Zuckerrohsaft aus Zuckerrübe
Hydrolyse-Lignin	Wärme von Holz-Wärmekraftkopplung, Allokation Wärme

6.5.1.2. Ökobilanzielle Auswertung von Indikatoren

Die Indikatoren 1 bis 12 (siehe Tab. 23) werden folgend tabellarisch zusammengefasst (Tab. 25).

Die Indikatoren 4 Versauerung, 5 Eutrophierung, 10 Landnutzung, 11 Treibhausgaspotenzial sowie 12 Energieaufwand wurden im Rahmen des Verbundprojekts bereits für die ökologische Bewertung der Lignocellulose-Bioraffinerie und der Referenzen vom KIT-IIP berechnet (Michels 2014, S. 361 ff.). Die Indikatoren 1, 2, 3, 6, 7, 8 und 9 wurden im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung analog[64] auf gleicher Grundlage selbst berechnet.

[64] Nicht enthalten sind Werte für Enzyme, da dazu keine Daten verfügbar waren. Aufgrund der geringen Mengen eingesetzter Enzyme und damit verbundenen minimalen Auswirkungen ist diese Vernachlässigung vertretbar.

Tab. 25: Ergebnisse Indikatoren 1-12 (Ökobilanz).

Nr.	Indikator	Einheit	Variante ohne H2SO4	Variante mit H2SO4	Referenz-prozesse
1	Humantoxizität	Mio. kg 1,4 DCB-Äq./a	47,26	47,18	726,32
2	Karzinogenität	Mio. CTU/a	0,000007	0,000007	0,000010
3	Feststoffemissionen	Mio. kg/a	0,008	0,008	0,032
4	Versauerungspotenzial	Mio. kg SO2-Äq./a	0,289	0,344	1,269
5	Eutrophierungspotenzial	Mio. kg PO4-Äq./a	0,238	0,238	0,726
6	Ökotoxizität	Mio. kg 1,4 DCB-Äq./a	157,49	157,56	202,70
7	Ozonabbaupotenzial	Mio. kg CFC-11-Äq./a	0,00002	0,00002	0,00001
8	Fotochem. Ozonbildung	Mio. kg Ethylen-Äq./a	0,012	0,014	0,203
9	Erneuerbarkeit der Ressourcen	Mio. kg Sb-Äq./a	1,055	1,004	3,154
10	Flächennutzung	Mio. m2	438,83	438,89	167,40
11	Treibhausgaspotenzial	Mio. kg CO2-Äq./a	135,62	129,70	288,58
12	Energieaufwand	Mio. MJ/a	2015,98	1912,64	6655,31

Die Wirkungskategorien der Ökobilanz sind identisch mit den Indikatoren. Die Ergebnisse der ökobilanziellen Ermittlung von Indikatorwerten sind im Anhang 9.3.2 näher erläutert.

In den Wirkungskategorien Humantoxizität und fotochemische Ozonbildung werden von der Bioraffinerie[65] weniger als 10 % der Emissionsäquivalente der Referenz emittiert. In den Wirkungskategorien Versauerung, Feststoffemissionen, Eutrophierung und Treibhausgaspotenzial liegen die Werte der Bioraffinerie bei unter 50 % der Emissionen der Referenz. Die Erneuerbarkeit der eingesetzten Ressourcen ist ebenfalls deutlich höher als die der Referenz. Der Energieaufwand der Bioraffinerie liegt bei nur etwa 30 % der Referenz. Die Emissionsäquivalente der Wirkungskategorien Karzinogenität und Ökotoxizität liegen noch unter 80 % der Werte der Referenz.

Einen deutlichen Sprung über die 100 % der Referenz machen die Werte der Wirkungskategorien Ozonabbaupotenzial (ODP) und Flächennutzung. Die Emissionen ozonabbauender Substanzen sind sowohl im Fall der Bioraffinerie, als auch der Referenz allerdings gering. Etwas über 75 % der CFC-11-Äquivalente sind auf den Aufschluss bzw. den dafür verwendeten Heizdampf zurückzuführen (Abb. 40). Aufgrund dessen ist das ODP der Aufschlussvariante mit H_2SO_4 und kürzeren Verweilzeiten etwas geringer als das der Variante ohne H_2SO_4.

Der Indikator Flächennutzung (als Wirkungskategorie häufig auch Landnutzung oder land use) entspricht etwa dem zweieinhalb, fast dreifachen Wert der Referenz (Michels 2014). Begründet wird dieser Wert durch die Umstände der forstlichen Produktion. Da diese auf der Fläche stattfindet, ist die relative Flächennutzung der Produkte der Bioraffinerie deutlich höher als die erdölbasierter Referenzen wie dem Phenol und auch landwirtschaftlicher Intensivkulturen wie Zuckerrübe. Der direkte Vergleich von Holzhackschnitzeln und Erdöl zeigt das deutlich: Für die Produktion von einer Tonne

[65] Um die Lesbarkeit des Textes zu verbessern wird „Bioraffinerie“ stellvertretend für die gesamte Prozesskette inklusive forstlicher und sonstiger vorgelagerter Prozesse verwendet.

Rohöl (Offshore) werden eine Landinanspruchnahme von 0,26 m^2a angegeben[66]. Der Flächenverbrauch für eine Tonne Holzhackschnitzel dagegen beträgt laut Datenbank über 200 m^2a[67] (Swiss Centre for LCI 2010). Nicht betrachtet wird dabei beispielsweise die Qualität der Landnutzung oder Umwandlungen. Die Berechnungsweise dieser Wirkungskategorie ist umstritten. Generell sind die wissenschaftlichen Diskussionen über mögliche Umsetzungen der Bewertung von Landnutzungen bei weitem nicht abgeschlossen (z.B. in Fritsche, Hennenberg, & Hünecke 2010; Walter et al. 2011). Aus Ermangelung alternativer Auswertungsmethoden und aus Gründen der Konsistenz mit den Ergebnissen des BMEL-Projekts, wurde die Bewertung der Flächennutzung mit der Wirkungskategorie trotz der Kritikpunkte beibehalten.

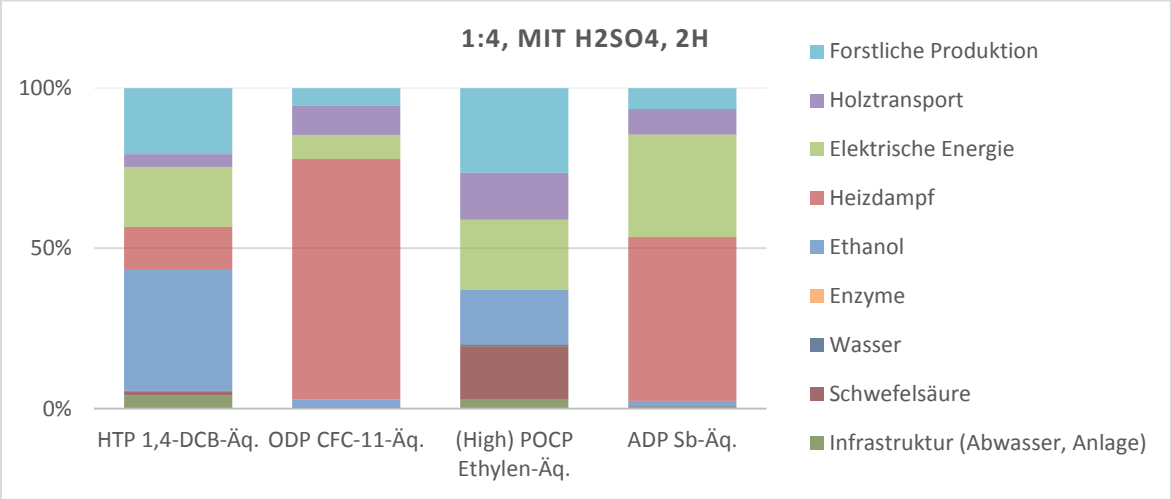


Abb. 40: Anteil der Verfahrensschritte an HTP, ODP, POCP und ADP; mit H2SO4.

Über alle 12 quantitativen Indikatoren betrachtet, erscheint die Aufschlussvariante mit H_2SO_4, 2 Stunden Verweilzeit (h) insgesamt vorteilhaft. Die Abweichungen sind allerdings mitunter marginal und können innerhalb einer Toleranzgrenze von +/- 5 % (im Mittel) als gleichwertig interpretiert werden.

6.5.1.3. Weitere quantitative Indikatoren

Quantitative aber nicht ökobilanziell erfasste Werte wurden für die Indikatoren 18 Investitionen sowie 19 Wirtschaftliches Ergebnis ermittelt.

[66] Datenbank ecoinvent 2.2 Prozess #1636: crude oil, at production offshore, GB
[67] Datenbank ecoinvent 2.2 Prozess #2352: wood chips, hardwood, u=80%, at forest, RER

Indikator 18 Investitionen

Investitionen sind im Rahmen der ex ante Nachhaltigkeitsbewertung in erster Linie von wirtschaftlicher Bedeutung. Die Höhe der Startinvestitionen kann einerseits eine Hürde vor Inbetriebnahme sein. Andererseits sind die Investitionen relevant für die zukünftigen Erlöse z.B. aus der Anlage. Bei ex post Bewertungen werden Investitionen darüber hinaus zur Evaluierung weiterer Nachhaltigkeitsaspekte herangezogen. Beispielsweise zur Beurteilung von Innovation, Instandhaltung, Förderung und weiteren Themen die die Zukunftsvorsorge betreffen. Da es sich in der Anwendungsstudie um eine ex ante Bewertung handelt, ist die Höhe der Startinvestition als wirtschaftlicher Vorteil oder Nachteil im Vergleich zur Referenz zu beurteilen.

Die quantitativen Angaben über die Höhe der Investitionen für die Produktionsanlage sind Schätzungen aus dem Verbundprojekt (geschätzt von KIT-IIP & BTS in Michels 2014, S. 356 f.). Sie werden mit 61,0 Mio. € für die Variante ohne Schwefelsäure bzw. mit 54,7 Mio. € für die Variante mit Schwefelsäure angegeben (Michels 2014). Die Schätzung basiert auf Apparatelisten mit entsprechenden Gebäudeanteilen, Leitungen und technischen Einrichtungen. Es wurden 20 % Planungskosten berücksichtigt (Michels 2009). Investitionen für Infrastruktur, Energieversorgung etc. sind nicht enthalten.

Die Investitionskosten für Produktionsanlagen sind in der Regel abhängig von der geplanten Größe bzw. Kapazität der Anlage sowie des geplanten Produktportfolios. Die für die Referenz benötigten Produktionsanlagen (Erdöl-/Zuckerraffinerie) beherbergen vergleichbare Produktionsschritte und stellen funktionsgleiche Produkte in gleicher Menge bereit, weshalb auch die Größenordnung der Anlagen vergleichbar ist.

Aufgrund zu großer Unsicherheiten in Bezug auf den Investitionsbedarf der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenz ist eine zahlenmäßige Beurteilung der Alternativen nicht möglich. Deshalb werden Investitionskosten für die Referenz in vergleichbarer Höhe angenommen und der Indikator neutral mit 0 bewertet.

Indikator 19 Wirtschaftliches Ergebnis

Der Indikator 19 soll darüber Auskunft geben, ob das Bewertungsobjekt wirtschaftlich tragfähig ist und welche Gewinne oder Verluste im Vergleich zur Referenz erwartbar sind. Darüber hinaus können besonders relevante Einflussgrößen identifiziert werden, um zukünftige Risiken abzuschätzen, die sich auf die Wertung des Indikators auswirken können.

Eine mit der LCB vergleichbare Anlage, mit vergleichbaren Produkten existiert bislang nicht (vgl. Haase 2012). Auf Daten von bestehenden Anlagen zur Ermittlung betriebswirtschaftlicher Kenngrößen konnte nicht zurückgegriffen werden. Für die Bewertung des Indikators 19 *Wirtschaftliches Ergebnis* wurden deshalb die im Rahmen des Verbundprojekts angestellten Schätzungen der Herstellkosten[68] für Lignin verwendet (Michels 2014). Nach den Berechnungen des KIT-IIP liegen die Herstellkosten für Lignin in einem mittleren Preisszenario bei 19 % ohne Schwefelsäure bzw. 13 % mit Schwefelsäure des Weltmarktpreises für Phenol. Die Herstellkosten für Glukose liegen im mittleren Preisszenario bei 66 % bzw. 56 % des Rohzuckerweltmarktpreises (Michels 2014, S. 360). In einer Szenarioanalyse des KIT-IIP wurde gezeigt, dass der Verkaufspreis der Glukose und der Bezugspreis des Holzrohstoffs sowie die produzierten Mengen an Glukose und Lignin den größten Einfluss auf die

[68] Für die Schätzung der Herstellkosten wurden betriebsmittelverbrauchsabhängige Kosten, investitionsabhängige Kosten, Personalkosten sowie sonstige Kosten (Overhead) berücksichtigt (Michels 2014, S. 357).

Herstellkosten haben (Michels 2014, S. 358 ff.). Abb. 41 zeigt den Einfluss der Eingangsgrößen Holzpreis, Ethanolpreis, Enzympreis, Dampfpreis, Glukosepreis und Investitionen, auf die Herstellkosten für Lignin.

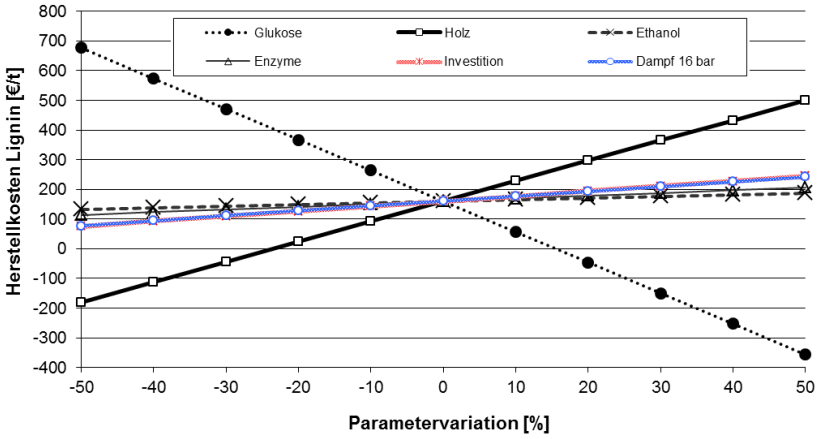


Abb. 41: Sensitivitätsanalyse für den Basisfall (mit H_2SO_4, Quelle: KIT-IIP in Michels 2014, S. 360).

Die Herstellkosten für Lignin verändern sich nach Angaben des KIT-IIP um +/- 130 % bei einer Preisänderung der Glukose von nur -/+20 %. Steigt oder sinkt der Holzpreis um 20 % wirkt sich das mit +/- 85 % auf die Herstellkosten für Lignin aus (Michels 2014, S. 359 f.). Die Herstellkosten für Lignin bzw. für Glukose zeigen die grundsätzliche Konkurrenzfähigkeit der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenz (im Basisfall). Die Ergebnisse der Szenarienanalyse zeigen aber auch eine hohe Abhängigkeit des wirtschaftlichen Erfolgs von volatilen Rohstoffmärkten. Sowohl die weltweite Zuckerproduktion, als auch die Weltmarktpreise für Zucker, von denen unmittelbar der Preis für Glukose abhängig ist, sind erheblichen Schwankungen unterworfen (Gocht et al. 2012). In einer Analyse des Thünen-Instituts zur geplanten Reform der Zuckermarktordnung werden Einflussfaktoren[69] auf die zukünftige Entwicklung des Zuckermarktes beleuchtet (Gocht et al. 2012). In der Studie wird unter anderem dargelegt, dass aufgrund dieser Einflüsse Projektionen der zukünftigen Entwicklung erschwert sind. Beispielhaft werdend die Preisprojektionen der OECD-FAO[70] und FAPRI für 2021 verglichen. Während OECD-FAO ein mittleres Preisniveau von 400 US$/t erwartet errechnet FAPRI ein höheres Preisniveau von 550 US$/t. Zwischen diesen zwei Projektionen besteht ein Preisunterschied von über 20 %.

Auf Grundlage der zur Verfügung stehenden quantitativen Analysen und qualitativen Informationen kann über die Wirtschaftlichkeit der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenz keine Aussage mit ausreichender Sicherheit gemacht werden. Die vom KIT-IIP berechneten Herstellkosten für Lignin (Verfahren mit H_2SO_4) liegen in deren pessimistischen Szenario bei 1320 €/t, im optimistischen Szenario bei -757 €/t (Michels 2014, S.360).

Die Berechnungen der Herstellkosten zeigen, dass die Bioraffinerie konkurrenzfähig sein kann. Aufgrund der marktbedingten Unsicherheiten sowie der vom KIT-IIP im Rahmen der Sensitivitätsanalyse errechneten Ergebnisschwankungen können aber darüber hinaus keine konkreten Aussagen zur Wirtschaftlichkeit der Bioraffinerie im Vergleich zur Referenz getroffen werden. Derartige Festlegun-

[69] Unter anderem werden hier die Entwicklungen in Erzeugerländern, das Wegfallen einiger regulativer Instrumente sowie die Entwicklung hochintensiver Süßungsmittel genannt (Gocht et al. 2012).
[70] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)-Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO); Food and Agriculture Policy Research Insitute (FAPRI).

gen sind zu stark von zurzeit unvorhersehbaren Einflüssen abhängig. Der Indikator wird daher insgesamt neutral mit 0 bewertet.

6.5.1.4. Nicht ausgewertete quantitative Indikatoren

Für die Auswertung der Indikatoren 13-17 und 20 standen keine Daten aus dem Pilotprojekt zur Verfügung.

Zum Ende der Projektlaufzeit blieb ungeklärt, wie mit den anfallenden Abwässern verfahrenstechnisch umgegangen werden sollte. Die Indikatoren Biochemischer Sauerstoffbedarf (13), Wasserverbrauch (15), Ressourceneffizienz (16), Abfallproduktion (17) und Produktivität (20) sind eng mit der Frage der Abwässer verbunden, sodass eine quantitative Auswertung nicht als sinnvoll erachtet wurde. Des Weiteren waren die Variationsmöglichkeiten in Bezug auf die verfahrenstechnische Lösung des Abwasserproblems zu offen, als dass eine Schätzung der Indikatoren sinnvoll gewesen wäre, insbesondere als Vergleichsbasis für die Referenzprozesse.

Für die Einstufung der verwendeten Gefahr- und Problemstoffe (14) waren zu Ende der Projektlaufzeit ebenfalls nicht genügend Daten verfügbar, um eine Berechnung durchzuführen. Nach Einschätzung projektbeteiligter Fachleute ist der Einsatz von Gefahrstoffen seitens der Bioraffinerie zwar gering, für die Bewertung der relativen Nachhaltigkeitseffekt im Vergleich zur Referenz ist eine zahlenmäßige Auswertung aufgrund der Datenverfügbarkeit aber nicht möglich gewesen. Die Berechnung könnte bei entsprechender Datenlage nach Veleva und Ellenbecker (2001) oder Saling (2007) durchgeführt werden.

Tab. 26 ist eine Übersicht über nicht ausgewertete Indikatoren.

Tab. 26: nicht ausgewertete Indikatoren.

Nr.	Indikator		Bioraffinerie	Referenz
13	Biochem. Sauerstoffbedarf	Ohne Wertung	0	0
14	Verw. Gefahr-/Problemstoffe	Ohne Wertung	0	0
15	Wasserverbrauch	Ohne Wertung	0	0
16	Ressourceneffizienz	Ohne Wertung	0	0
17	Abfallproduktion	Ohne Wertung	0	0
20	Produktivität	Ohne Wertung	0	0

6.5.2. Qualitative und teilquantitative Indikatoren

Für die Indikatoren 21 bis 31 (Tab. 23) war eine verbal-qualitative Abschätzung oder teilweise Quantifizierung im Rahmen der Untersuchung sinnvoll[71].

Die Ergebnisse stammen, wenn nicht anders indexiert, aus dem Verbundprojekt LCB (Michels 2014). Die Wertungen erfolgten auf Grundlage von Expertenwissen und Literaturquellen (wissenschaftliche

[71] Bspw. fehlende Datenbasis, es existiert keine quantitative Erfassungsmethode für den Indikator, oder existierende quantitative Methoden können im speziellen Untersuchungsfall nicht angewendet werden.

Arbeiten, Dokumente von Regierungs- und nicht-Regierungsorganisationen und sonstige relevante Literatur).

Auch wenn diese Indikatoren nicht auf rein naturwissenschaftlichen oder betriebswirtschaftlichen Fakten sondern auf begründeten Einschätzungen beruhend erfasst werden, so ist deren Berücksichtigung im Sinne einer umfassenden Nachhaltigkeitsbewertung unbedingt erforderlich.

Die qualitativen Indikatoren werden aus Sicht der Bioraffinerie als positiv bzw. vorteilhaft, negativ oder neutral im Vergleich zur Referenz bewertet. Die Wertung erfolgt konservativ: nur wenn es ausreichend begründbar ist, werden positive oder negative Wertungen vergeben. Im Zweifelsfall gilt der Indikator als neutral. Es handelt sich dabei um eine starke Vereinfachung der Ergebnisse und sollte deshalb möglichst in Verbindung mit den Erläuterungen gesehen werden.

Indikator 21: Sicherheit am Arbeitsplatz

Als Parameter zur Beurteilung der Sicherheit am Arbeitsplatz werden Unfallzahlen sowie toxisch, thermisch oder druckbedingte Gefahrenpotenziale und berufsbedingte Krankheiten ermittelt (vgl. z.B. Gupta & Edwards 2003; Heikkilä 1999; Rahman, Heikkilä, & Hurme 2005; Saling 2007; Tugnoli, Cozzani, & Landucci 2007). Auch die Bewertung von Präventivmaßnahmen in Form von Managementregeln, Sicherheitstrainings und Schulungen ist eine übliche Methode.

Reale Daten zu Unfallhäufigkeiten waren bei der kurzen Laufzeit der Pilotanlage nicht vorhanden und wären aufgrund deren Pilotcharakters auch nicht repräsentativ. Daten auf Makroebene, wie sie etwa von DESTATIS zur Verfügung gestellt werden, sind nach Wirtschaftszweigen zusammengefasst und führen zu keinem hinreichend differenzierbaren Ergebnis, um die Prozessketten zu evaluieren.

Die einhellige Meinung der befragten Experten ist, dass das Risiko in der Anlage trivial zu beherrschen und außerdem gesetzlich reglementiert ist, weshalb sich die Konversionsprozesse diesbezüglich nicht unterscheiden dürften. Gesundheitliche Risiken sind folglich nicht prozessabhängig, sondern anlagen- bzw. betreiberabhängig.

Die Bewertung des Indikators ist insgesamt neutral. Es wird darauf hingewiesen, dass die getroffene Einschätzung nur für Deutschland gültig ist.

Indikator 26: Biodiversitätsschutz

Schutz und Förderung von Biodiversität. Die Bewertungskriterien sind der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (vgl. Diehl et al. 2009; FAO 2012) sowie die qualitative Einschätzung potenzieller Beeinträchtigungen oder Förderung von Biodiversität durch die betrachteten Prozesse (z.B. Rohstoffgewinnung in sensiblen Ökosystemen).

Beim konventionellen Zuckerrübenanbau werden pro Hektar und Jahr etwa 300 Liter Herbizide ausgebracht (KTBL 2006). Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln im Wald ist i.d.R. nur in Ausnahmefällen notwendig. Die Mengen liegen jedoch eindeutig und deutlich unter den in der Landwirtschaft eingesetzten Mengen. Auf der Holzbodenfläche der Bayerischen Staatsforsten wurden beispielsweise im Jahr 2013 insgesamt 4200 Liter bzw. kg Pflanzenschutzmittel ausgebracht. Das bedeutet 0,0046 Liter bzw. kg pro Hektar. Zudem waren 4000 Liter bzw. kg davon Mittel gegen Wildschäden (Baudisch & Bahnmüller 2013), die in der Regel gezielt punktuell aufgetragen werden und nicht

großflächig nach dem Gießkannenprinzip, was geringere Schäden für nicht-Zielorganismen nach sich zieht.

Direkte Daten zur Biodiversität bei Zuckerrübenfruchtfolgen sind zum Berichtszeitpunkt nicht in ausreichendem Umfang verfügbar. Grundsätzlich positiv zu bewerten ist die in Deutschland übliche Anbauweise in Mischkulturen. Dennoch kann die Bereitstellung von Buchenindustrieholz aufgrund der höheren biologischen Vielfalt von Waldökosystemen und der deutlich geringeren Einsatzmengen von Pestiziden im Wald besser bewertet werden (vgl. Hasenberg 2009). Die LCB wird daher für diesen Indikator als vorteilhaft im Vergleich zu der Referenz gewertet.

Indikator 22: Grundversorgung

Die Grundversorgung der Bevölkerung umfasst den Zugang zu Nahrung, sauberem Wasser, medizinischer Versorgung, Behausung und ggf. andere Güter.

Auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Informationen wird davon ausgegangen, dass die zu bewertenden Prozesse innerhalb der Systemgrenzen (geografischer Bezug Deutschland) keinen signifikanten Einfluss auf die genannten Aspekte der Grundversorgung ausüben.

Daraus folgt eine neutrale Bewertung beider Alternativen.

Es sei an dieser Stelle jedoch auf die Diskussion möglicher Effekte bei erweiterten Systemgrenzen hingewiesen.

Indikator 23: Soziale Akzeptanz

Soziale oder gesellschaftliche Akzeptanz eines Projekts oder eines Gegenstandes ist wichtig für die Umsetzbarkeit und Langfristigkeit. Technologien beispielsweise, die gegen den Willen der allgemeinen Bevölkerung durchgesetzt werden, sind nicht im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung. Bei mangelnder sozialer Akzeptanz können durch Aufklärung und Kompromisse Lösungen zur Übereinkunft gefunden werden. Soziale Akzeptanz ist aktuell ein Kernthema der deutschlandweiten Energiewende (Stichwort: Not In My Backyard oder NIMBY-Diskussion).

Die Bewertung des Indikators erfolgt entweder anhand gezielter Befragungsmethoden, die quantitative, empirisch belegbare Aussagen über die gesellschaftliche Akzeptanz ermöglichen. Ist eine Befragung nicht möglich, werden zur Beurteilung dieses Indikators Beiträge unterschiedlicher Medien sowie Einzelmeinungen genutzt, um ein möglichst konsenfähiges Meinungsbild zu projizieren. Wie ist die soziale Akzeptanz gegenüber der betrachteten Rohstoffbereitstellung, den Konversionsprozessen und den erzeugten Produkten zu bewerten?

Da keine öffentliche Befragung im Projekt- durchgeführt wurde, ist eine qualitative Auseinandersetzung mit dem Indikator notwendig. Die Bewertung basiert auf Literatur und Expertenmeinungen.

Die Rohstoffbereitstellungs- und Konversionsprozesse sind sowohl im Fall der Referenzprozesse als auch im Fall der Bioraffinerie etablierte Prozesse und werden als vergleichbar hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Akzeptanz gewertet werden.

Zwar wurden nachwachsende Rohstoffe in den vergangen Jahren in Deutschland weiter gefördert, dennoch ist die Akzeptanz für petrochemische Prozesse und Produkte ebenfalls nach wie vor hoch.

Es wurden keine vorteilsbegründenden Faktoren für die Beurteilung des Referenz- oder Zielsystems identifiziert. Dieser Indikator wird innerhalb der bestehenden Systemgrenzen neutral gewertet.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Wertschöpfungskette Bioraffinerie nur bis zur Ebene der Zwischenprodukte betrachtet wird. Weiter in der Verarbeitungskette wäre diese Fragestellung erneut aufzugreifen und auch im Hinblick wirtschaftlicher Aspekte wie Vermarktungsstrukturen auszuwerten. So konnte Kurka (2012) sogar eine erhöhte Zahlungsbereitschaft für biomassebasierte Produkte nachweisen - was zumindest ein Hinweis auf hohe Akzeptanz geben würde.

Indikator 24: Institutionelle Strukturen

Qualitative Einschätzung institutioneller Rahmenbedingungen, die als juristisch, wirtschaftlich oder sozial beeinflusster und beeinflussender Handlungsraum verstanden werden können.

Quantitative Bewertungskriterien sind für diesen Indikator derzeit nicht verfügbar. Die Bewertung erfolgt anhand der Abwägung weicher Kriterien, die aus den Analyseeinheiten abgeleitet werden konnten: Zugangsmöglichkeiten zu Informationen, Kooperationsformen, rechtlicher Rahmen und internationale Verpflichtungen, politische Rahmenbedingungen in Bezug auf Landnutzung, Kohlenstoffbilanz, Gesundheit und Vitalität von Ökosystemen, nachhaltige Nutzung und Produktion, Biodiversität sowie Existenz und Notwendigkeit politischer Programme.

Aufgrund der Tatsache, dass die zu vergleichenden Systeme einen gemeinsamen nationalen Rechtsrahmen teilen und die Versorgungs- und Konversionswege darin vergleichbaren Rahmenbedingungen unterworfen sind, sind die institutionellen Strukturen von Referenz und Zielsystem qualitativ kaum unterscheidbar. Daher erfolgt eine neutrale Bewertung.

Informationszugang sowie Kooperationsformen sind innerhalb der Systemgrenzen gleichwertig. Rechtliche sowie politische Rahmenbedingungen, die ökonomisch und ökologisch angemessene Bewirtschaftungsformen, auch in Bezug auf Landnutzung, Kohlenstoffbilanz etc., befördern, sind sowohl für die landwirtschaftliche als auch die forstwirtschaftliche Produktion als konstitutive Grundlagen seitens des Gesetzgebers und in Form von Zertifizierungssystemen vorhanden (z.B. gute fachliche Praxis, multifunktionale und nachhaltige Forstwirtschaft).

Des Weiteren ist die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe, anders als die energetische, nicht gesetzlich geregelt. Eine Erweiterung der Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV, BioST-NachV) für stoffliche Verwendung wird allerdings in absehbarer Zeit erwartet. Eine derartige Gesetzgebung würde eventuell beide biogenen Rohstoffalternativen betreffen. Derzeit konzentrieren sich diese Diskussionen aber hauptsächlich auf nachwachsende Rohstoffe aus der landwirtschaftlichen Produktion (vgl. z.B. FNR[72] und INRO[73]). Eine Vorteilsbegründung auf Seiten des Holzrohstoffes wäre dennoch rein spekulativ.

Auch die den Konversionsprozess und die Produkte betreffende gesetzliche Mindeststandards und Vorschriften (u.a. Arbeitssicherheit, Unfallverhütung, Kreislaufwirtschaft, Immissionsschutz, REACH, Wasserschutz) sind für die Alternativen in ähnlichem Umfang gültig und mit vergleichbaren Vor- und Nachteilen verbunden (vgl. Kraus 2012).

[72] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
[73] Initiative Nachhaltige Rohstoffbereitstellung für die stoffliche Biomassenutzung (http://www.inro-biomasse.de/)

Indikator 25: Ressourcenverfügbarkeit

Als Ressource wird ein materielles oder immaterielles Gut verstanden, dessen zeitliche, räumliche sowie mengenmäßige Verfügbarkeit mittels des Indikators evaluiert wird. Die Verfügbarkeit von Ressourcen ist unter anderem abhängig von Angebot und Nachfrage (wirtschaftliche Verfügbarkeit), von Zuwachs- und Kapazitätsgrenzen (technische Verfügbarkeit) sowie von gesellschaftlichen Ansprüchen wie z.B. Verteilungsgerechtigkeit (soziale Verfügbarkeit).

Der Indikator wird in zwei Schritten bewertet: Zunächst wird die technisch-wirtschaftliche Verfügbarkeit der biogenen und fossilen Ressourcen anhand der Angebots- und Nachfragesituation diskutiert. Ergänzend werden dann gesellschaftliche Ansprüche im Zusammenhang mit der Ressourcenverfügbarkeit erörtert, um die soziale Verfügbarkeit abzuschätzen.

Technisch-wirtschaftliche Verfügbarkeit

Für die in der Anwendungsstudie betrachtete Bioraffinerieanlage wird eine Verwendung von 400.000 t_{atro} Holz angenommen. Bei einem zugrunde gelegten Umrechnungsfaktor von 1,5 für Buchenholz (1 t_{atro} = 1,5 Kubikmeter[74] Buche) werden etwa 600.000 m³ Buchenholz pro Jahr für den Produktionsprozess der Bioraffinerie benötigt. Nach Aussagen der Experten des Projektkonsortiums gibt es keine generellen Einschränkungen in Bezug auf die Holzart und –qualitäten.

Die Holzverwendung in Deutschland liegt bei insgesamt 135,5 Mio. m³/a (Stand 2010, nach Mantau 2012). Zu der Holzverwendung zählen auch Rest- und Althölzer sowie Importe. Die Rohholzverwendung liegt bei etwa 67,5 Mio. m³ (Stand 2006, nach Seintsch 2011). Das bedeutet, die Bioraffinerieanlage würde etwa 0,4 % der deutschen Holzverwendung bzw. 0,9 % der Rohholzverwendung für den Produktionsprozess benötigen.

Insgesamt wird mittelfristig eine leicht steigende Rohholznachfrage erwartet. Dies führt trotz leicht sinkender Zuwächse aber zu keinen starken Veränderungen des Rohholzpotenzials von Laubholz (Dunger & Rock 2009). Aufgrund gesetzlicher Regelungen kann auch die Abnahme der Waldfläche nahezu ausgeschlossen werden. Es bestehen besonders zur energetischen Verwendung Nutzungskonkurrenzen die sich in Zukunft verschärfen könnten. Akute Engpässe sind derzeit aber nicht vorhersehbar. Beruhend auf der im Vorgängerprojekt durchgeführten Standortanalyse erscheint die Versorgung einer LCB mit Buche oder anderen Holzarten in Deutschland zumindest mittelfristig möglich (vgl. Michels 2009). Weitere Studien gehen davon aus, dass in Deutschland, abhängig von zukünftigen Holzmarktentwicklungen und dem Energieholzsegment, ein bis zwei Bioraffinerien mit einer Jahresproduktion von 500.000 t pro Jahr[75] mit Holz versorgt werden könnten (Thornley, Chong & Bridgwater 2014).

Die als Referenz herangezogenen Alternativprozesse basieren auf Zuckern aus Zuckerrübe sowie auf fossilen Ressourcen.

Die für die Referenz berechnete Zuckermenge beläuft sich auf etwa 167.500 Tonnen pro Jahr (Aufschlussvariante ohne H_2SO_4). Der Rübenertrag wird für Deutschland mit durchschnittlich 60 t/ha an-

[74] Als forstliche Maßeinheit wird in der Regel Festmeter mit Rinde [Fm m.R.] oder Festmeter ohne Rinde [Fm o.R.] verwendet. Da hier nur die Größenordnungen der Zahlen relevant sind und diese auch im nicht forstlichen Kontext besser verständlich sein sollen wurden m³ als vereinfachende und allgemein gängigere Einheit gewählt.
[75] Die Quelle gibt keinen Hinweis auf den Wassergehalt.

gegeben (KTBL 2006). In Deutschland haben Zuckerrüben im Durchschnitt einen Zuckergehalt von 18 %[76]. Es werden also ca. 5,8 Tonnen Zuckerrübe zur Herstellung einer Tonne Zucker benötigt. Somit beläuft sich die für die alternative Zuckerherstellung benötigte Menge Zuckerrübe auf 971.500 Tonnen pro Jahr. Die benötigte Anbaufläche beläuft sich demnach auf 16.200 Hektar. Dem gegenüber stehen etwa 2,3 Mio. Hektar landwirtschaftliche Flächen auf denen nachwachsende Rohstoffe angebaut werden (Stand 2011). Auf rund 280.000 Hektar der Anbaufläche wurden Industriepflanzen produziert (FNR, Stand 2013). In Politikkreisen wird zudem von einer potentiellen Steigerung des Aufkommens nachwachsender Rohstoffe ausgegangen (vgl. Biomasseaktionsplan[77]).

Es bestehen Nutzungskonkurrenzen zu energetischen Verwendungspfaden. Diese können aber möglicherweise durch Züchtungserfolge, Erweiterung der Anbauflächen, neue Bereitstellungskonzepte und andere Preisgefüge gemildert werden. Die Verfügbarkeit von nachwachsenden Rohstoffen zur stofflichen Nutzung aus landwirtschaftlicher Produktion ist deshalb zum jetzigen Zeitpunkt neutral zu bewerten.

Über die Reichweite fossiler Rohstoffe (hier Erdöl und –gas) kommen unterschiedliche Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen. Grundsätzlich ist sie abhängig von der Entwicklung der Fördertechniken und der Rohstoffpreise. An dieser Stelle sei deshalb nur festgehalten, dass es sich um endliche Ressourcen handelt, deren Substitution durch nachwachsende, erneuerbare Ressourcen mittel- bis langfristig angestrebt wird (vgl. Nationaler Biomasseaktionsplan, Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe uvm.).

Aus technisch-wirtschaftlicher Sicht ist die Verfügbarkeit der Ressourcen in der Nachhaltigkeitsbewertung sowohl für die Bioraffinerie, als auch für die Referenzprozesse nicht eindeutig positiv oder negativ zu beurteilen. Es bestehen Nutzungskonkurrenzen, insbesondere zu energetischen Nutzungspfaden, die sich ggf. auf das wirtschaftliche Ergebnis auswirken. Ein akuter Engpass wird aber in den nächsten Jahren für keinen der drei Rohstoffe erwartet.

Gesellschaftliche Aspekte

Obschon die Systemgrenzen geografisch in Deutschland liegen, wäre es an dieser Stelle unrealistisch, die Globalisierung des Zuckermarktes und des Chemiesektors insgesamt zu ignorieren. Der Rohstoffverbrauch der chemischen Industrie in Deutschland beträgt etwa 21,4 Mio. Tonnen. Laut dem Verband der Chemischen Industrie (VCI) werden ca. 13 % (oder 2,7 Mio. Tonnen) davon aus nachwachsenden Rohstoffquellen bereitgestellt. Sowohl die fossilen als auch die verwendeten nachwachsenden Rohstoffe werden überwiegend importiert. Nach Angaben des VCI (Beller 2010) stammen 90 % der fossilen und 60-65 % der nachwachsenden Rohstoffe aus dem Ausland[78]. Zur Sicherung der Rohstoffversorgung und damit einhergehend einer langfristigen Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands als Chemiestandort, ist grundsätzlich die Erweiterung der Rohstoffbasis erforderlich. Die Substitution fossiler Rohstoffe und die Nutzung heimischer nachwachsender Rohstoffe werden daher von Industrie- wie von Politikseite gefordert und gefördert (Beller 2010).

[76] Deutsche Zuckerrüben haben im Schnitt einen Zuckergehalt von 18% (Quelle Südzucker. Die in den Berechnungen verwendete Menge Zuckerrübe je Menge Zucker (5,8 kg/kg Zucker) stammt aus der Ecoinvent-Datenbank 2.2.

[77] Quelle: BMELV & FNR (2011)

[78] Angaben stammen aus dem VCI Positionspapier „Rohstoffbasis im Wandel“ (Beller 2010) und dem Factbook 05, basieren auf Angaben der FNR sowie des Nova-Instituts.

Als Nettoexporteur von Laubholz[79] ist die Verfügbarkeit von Buchenholz derzeit nicht abhängig von Importen. Die Verwendung heimischer Holzvorkommen birgt außerdem zusätzliche Vorteile gegenüber der Nutzung von Agrarrohstoffen. Es wird nicht nur die Importabhängigkeit der chemischen Industrie dadurch verringert, sondern auch eine risikoärmere Rohstoffversorgung abseits von volatilen Agrarrohstoffmärkten und weltmarktbedingten Preis- und Versorgungsschwankungen ermöglicht.

Des Weiteren ist, in Anbetracht der wachsenden Weltbevölkerung, die Rohstoffversorgung der chemischen Industrie zu Ungunsten der Produktion von Nahrungs- und Futtermittel nicht im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung. Aus Sicht des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI) wird die Nutzung erneuerbarer Ressourcen mittelfristig durch den Ausbau der Verbundproduktion mit der Nahrungs- und Futtermittelindustrie erhöht werden können. Langfristig gesehen ist aber die integrierte Aufarbeitung von Non-food Biomasse der Hauptträger einer verstärkten Nutzung.

Die stoffliche Verwendung von Non-Food Biomasse in der Chemiebranche wie Holz ist daher aus Sicht der sozialen Ressourcenverfügbarkeit positiv zu bewerten.

Zusammenfassend führen folgende Argumente zu einer positiven Bewertung der Ressourcenverfügbarkeit auf Seiten der Bioraffinerie (im Vergleich zu der betrachteten Referenz): Die Endlichkeit der in der Referenz verwendeten fossilen Ressourcen sowie der gesellschaftliche Substitutionswunsch fossiler Rohstoffe, die geringe Importabhängigkeit von Holz und die in Anbetracht begrenzter Anbauflächen bevorzugte Verwendung von Non-Food-Biomasse.

Indikator 27: Kohlenstoffsenken

Bewertung potenzieller Einflüsse der Untersuchungsobjekte auf natürliche Kohlenstoffsenken. Die Minderung der Senkenfunktion von Böden, Wäldern oder besonderen Ökosystemen wie beispielsweisen Mooren sowie sonstiger Kohlenstoffsenken wirkt sich negativ auf die Kohlenstoffspeicherung aus. Positive Auswirkungen werden beispielsweise durch Waldpflanzungen oder Moorrenaturierungen erreicht.

Quantitative Auswertungsmöglichkeiten standen nicht zur Verfügung. Die Auswertung beruht auf Expertenwissen.

Der Referenzrohstoff für die Zuckerbereitstellung – Zuckerrübe – wird neutral für Kohlenstoffsenken bewertet. Für Biomasse zur energetischen Nutzung ist der Schutz von Kohlenstoffsenken bereits ein Nachhaltigkeitskriterium der Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV, §§ 5 und 6) und der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV, § 5 und 6). Danach darf Material zur Herstellung flüssiger Biomasse nicht von Flächen stammen, die einen hohen ober- oder unterirdischen Kohlenstoffbestand haben. Ebenso ist die Verwendung von Biomasse aus Torfmooren nicht erlaubt. Eine vergleichbare gesetzliche Regelung für den Anbau von Biomasse zur stofflichen Nutzung wird erwartet (vgl. INRO, S. 132). Die Einflüsse des Zuckerrübenanbaus zur stofflichen Verwertung auf nationale Kohlenstoffsenken werden aus diesem Grund neutral bewertet.

Die Ligninreferenz – Phenol – ist erdölbasiert und führt global gesehen zum Abbau von Kohlenstoffspeichern.

[79] FAOSTAT, verfügbare Daten bis 2012.

Die Beeinflussung von Senkenfunktionen durch Holznutzung wird kontrovers diskutiert. In deutschen Wäldern sind die Kohlenstoffvorräte in der ober- und unterirdischen Biomasse zwischen 2002 und 2008 gestiegen. Trotz ebenfalls gestiegener Holznutzung betrug der jährliche Anstieg der Kohlenstoffvorräte ca. 4,7 Mio Tonnen. Wie sich die Kohlenstoffvorräte seither entwickelt haben, wird nach der Auswertung der Zahlen der Bundeswaldinventur 3 zu beurteilen sein. Aufgrund ungünstigerer Altersklassenentwicklungen wird derzeit mit einer geringeren Vorratsanreicherung gerechnet (Heuer 2009).

Zwei grundsätzliche Argumentationslinien lassen sich anhand der Prognosen entwickeln: 1. die verstärkte Holznutzung senkt die Vorratsleistungen der deutschen Wälder und somit die Senkenfunktion. 2. Wald ist die effizientere und weitreichendere Kohlenstoffsenke als die landwirtschaftliche Anbaufläche. Die Nutzung von Holz fördert implizit Wald und erhält dadurch eine wichtige Kohlenstoffsenke. Dieser Argumentation folgend könnte man die Holznutzung positiv im Vergleich zur Referenz bewerten.

Die Argumente bezüglich des Einflusses der Holznutzung sind nicht eindeutig. Dies führt dazu, dass potenzielle Effekte der Bioraffinerie auf Kohlenstoffsenken neutral bewertet werden. Da aber der Referenz aufgrund des Anteils fossiler Rohstoffe negative Auswirkungen auf die globalen Kohlenstoffspeicher angerechnet werden, wird dennoch insgesamt ein Vorteil für die Bioraffinerie gewertet.

Indikator 28: Vorteilhaftigkeit des Produkts

Die Vorteilhaftigkeit des produzierten Guts bei Verarbeitung, Verwendung oder Entsorgung aus technologischen oder ökologischen Gründen.

Die in der Bioraffinerie erzeugten Güter sind Zwischenprodukte. Ihre Weiterverarbeitung, Verwendung und Entsorgung liegt außerhalb der Systemgrenzen.

Im Fall der Bioraffinerieprodukte haben die Projektpartner EVONIK und TECNARO weder entscheidende Vor- noch Nachteile für die Produkte gegenüber den konventionellen Alternativen genannt. Daraus folgt eine neutrale Bewertung.

Indikator 29: Infrastruktur und Logistik

Bewertung der strukturellen Rahmenbedingungen des Bewertungsobjekts bzw. der Referenz als Voraussetzung für effiziente Versorgungs-, Verarbeitungs- und Verbreitungswege der Güter.

Die Bioraffinerie ist laut Objektbeschreibung (wie auch die Pilotanlage in der Realität) in einen Chemiepark angegliedert. In einem derartigen Verbund können biobasierte Produkte problemlos in bestehende Produktstämme integriert werden (nach Sanders et al. 2007, zitiert aus Haase 2012, S. 8). Die infrastrukturellen und logistischen Rahmenbedingungen der Bioraffinerie und der Referenz werden als gleichwertig aufgefasst.

Indikator 30: Absatzstrukturen

Der Indikator dient der Beurteilung von potenziellen Chancen und Risiken für den Absatz der produzierten Waren.

Mit dem Absatz der Produkte der Bioraffinerie werden im Wesentlichen zwei Ziele verfolgt: Ersatz petrochemischer Produkte und der Ersatz der Funktionalität petrochemischer Produkte (wie z.B. Spritzguss) (vgl. Haase 2012). Haase stellt fest, dass für die Herstellung petrochemischer Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen die gleichen, bereits etablierten Absatzmärkte und –strukturen genutzt werden können wie für die konventionellen Produkte. Gleichzeitig wirkt sich aber die unmittelbare Konkurrenz zu etablierten und mitunter (unter aktuellen Rahmenbedingungen) kostengünstigeren Produkten ggf. nachteilig aus. Weniger stark wirkt sich die Konkurrenzsituation auf Produkte aus, die die Funktionalität mindestens gleichwertig ersetzen, bspw. als neue Materialien. In diesem Fall stehen die Materialeigenschaften (Haltbarkeit, Verarbeitungsfähigkeit, Hitzebeständigkeit, biologische Abbaubarkeit etc.) in der Regel über dem Kostenfaktor.

Da die Entwicklung neuer Materialien und Produkte auf Basis des Lignins noch nicht zur kommerziellen Anwendung gereift ist, ist die Beurteilung potenzieller Absatzmärkte nur näherungsweise möglich. Die industriellen Projektpartner bestätigten die Einsatzmöglichkeiten der Bioraffinerieprodukte in ihren Produktlinien, unter der Voraussetzung, dass sie den konventionellen Produkten in Qualität und Eigenschaften mindesten ebenbürtig sind.

Eine ausreichende Begründung für eine positive oder negative Bewertung wurde damit nicht gefunden.

Indikator 31: Volkswirtschaftliche Effekte

Mit Hilfe des Indikators soll eine Beurteilung der durch das Bewertungsobjekt verursachten gesamtwirtschaftlichen Effekte in Form von Arbeitsplätzen und Wirtschaftsleistung erfolgen. Diese können im Vergleich zur Referenz als negative oder positive Effekte gewertet werden.

Um Arbeitsmarkteffekte und sonstige externe Effekte[80] hinreichend abzubilden, müssen umfangreiche Modellbetrachtungen herangezogen werden, die unter gegebenen zeitlichen Mitteln nicht umzusetzen waren. Aufgrund dessen basiert die Einschätzung des Indikators auf verschiedenen Literaturquellen und Expertenmeinungen. Der Indikator eignet sich außerdem nur bedingt für einen Vergleich alternativer Herstellungswege, da von Substitutionseffekten zwischen den Wirtschaftszweigen in der Vorkette auszugehen ist, bzw. keine messbaren Effekte auftreten, wenn es sich um identische Wirtschaftszweige (z.B. chemische Industrie) handelt.

Einzig der geringere Energieaufwand der Bioraffinerie Prozesskette (vgl. Indikator 12 Energieaufwand oder KEA) impliziert einen effizienteren Energieeinsatz, welcher nach Pehnt et al. (2009) eine Verbesserung der Außenhandelsposition Deutschlands sowie der gesamtwirtschaftlichen Produktivität bewirkt. Als Argument für insgesamt positive volkswirtschaftliche Effekte des Bewertungsobjekts reicht diese Annahme nicht aus. Ebenso wenig sind Argumente für eine negative Beurteilung des Bewertungsobjekts identifiziert worden. Aufgrund dessen erfolgt abschließend eine neutrale Wertung des Indikators 31. Das steht im Einklang mit den Expertenmeinungen, die insbesondere darauf hinwiesen, dass Beschäftigungseffekte erst außerhalb der Systemgrenzen relevant sein werden.

[80] Als externe Effekte werden ökonomische Entscheidungen bezeichnet, die sich auf unbeteiligte Marktteilnehmer auswirken.

Tab. 27 zeigt eine Übersicht über die qualitativ ausgewerteten Indikatoren:

Tab. 27: Ergebnis der qualitativen Indikatoren.

Nr.	Indikator		Bioraffinerie
18	Investitionen	neutral	0
19	Wirtschaftliches Ergebnis	neutral	0
21	Sicherheit am Arbeitsplatz	neutral	0
22	Grundversorgung	neutral	0
23	Soziale Akzeptanz	neutral	0
24	Institutionelle Strukturen	neutral	0
25	Ressourcenverfügbarkeit	Vorteil Bioraffinerie	1
26	Biodiversitätsschutz	Vorteil Bioraffinerie	1
27	Kohlenstoffsenken	Vorteil Bioraffinerie	1
28	Vorteilhaftigkeit des Produkts	neutral	0
29	Infrastruktur und Logistik	neutral	0
30	Absatzstrukturen	neutral	0
31	Volkswirtschaftliche Effekte	neutral	0

6.5.3. Zusammenfassung der Indikatorauswertungen

Die Auswertung der Indikatoren erfolgte quantitativ auf Grundlage von Energie- und Stoffflussbilanzen sowie qualitativ anhand verbal-argumentativer Erläuterungen.

Zwölf der 31 Indikatoren konnten quantitativ ausgewertet werden. Bei zehn dieser zwölf Indikatoren erzielte die Bioraffinerie positive Ergebnisse im Vergleich zur Referenz. Sechs Indikatoren, die ebenfalls auf Grundlage quantitativer Auswertungsmethoden ermittelt werden sollten, konnten aufgrund der Datenverfügbarkeit am Ende der Projektlaufzeit nicht bewertet werden.

Dreizehn Indikatoren wurden verbal-argumentativ erörtert. Auf Grundlage der verfügbaren Informationen wurden drei Indikatoren als positiv aus Sicht der Bioraffinerie eingeschätzt. Für die anderen zehn qualitativen Indikatoren konnten keine eindeutigen Argumente für eine insgesamt positive oder negative Einschätzung identifiziert werden. Sie wurden bis auf weiteres neutral gewertet.

Insgesamt wurde die Prozesskette der LCB überwiegend quantitativ positiv und qualitativ neutral bewertet, weshalb die relativen[81] Nachhaltigkeitseffekte durch die Bioraffinerie insgesamt positiv zu werten sind (siehe Abb. 42).

[81] Die Ergebnisse beziehen sich auf die Auswirkungen im direkten Vergleich mit der Referenz und sind deshalb relativ zur Referenz.

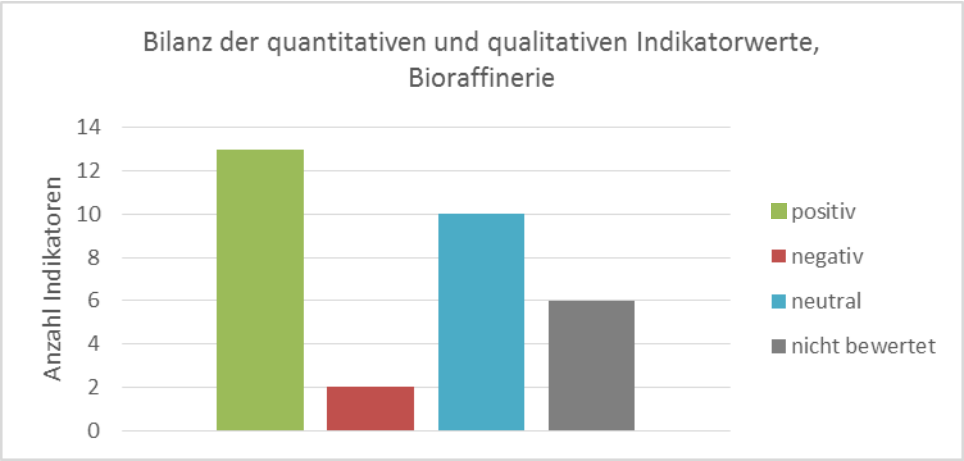


Abb. 42: Bilanz der Ergebnisse (positiv/neutral/negativ).

6.6. Multikriterienanalyse LCB

Das Ziel der Multikriterienanalyse (MKA, 6. operativer Schritt) ist es, die in unterschiedlichen Einheiten vorliegenden qualitativen und quantitativen Indikatorwerte einander gegenüberzustellen und durch eine interne Priorisierung in Relation zu setzen.

In der MKA wurde eine Reflektion der potenziellen Wirkungen des Bewertungsobjekts auf Nachhaltigkeit[82] anhand quantitativer Aussagen durchgeführt. Dazu wurden die Indikatorergebnisse durch Normierung als relative Nachhaltigkeitseffekte auf eine gemeinsame Einheit gebracht und anschließend, hinsichtlich ihrer Relevanz für die Nachhaltigkeit der Bioraffinerie, von Mitgliedern des Projektkonsortiums gewichtet.

In Kapitel 5.6 ist die Vielfalt multikriterieller Analysen grob skizziert worden. Im Rahmen der Anwendungsstudie wurde eine einfache MKA in Form eines multiattributiven Verfahrens durchgeführt. Die Ergebnisse der Indikatorauswertung wurden dabei als Attribute der Nachhaltigkeitsthemen und –ausprägungen normiert, aggregiert und gewichtet.

Die hier beschriebene MKA ist methodisch konsistent mit der MKA, die im Rahmen des Verbundprojekts durchgeführt wurde (Michels 2014)[83]. Aufgrund der nach Projektende vervollständigten Indikatorauswertung wurde sie aber teilweise ergänzt sowie in der Ergebnisdarstellung erweitert und überarbeitet.

Für die MKA in der Anwendungsstudie Bioraffinerie wurde eine Vorgehensweise in Anlehnung an die einfache additive Gewichtung (SAW)[84] (vgl. z.B. Lundie 1999) umgesetzt. Die ausgewerteten Nachhaltigkeitsindikatoren wurden dabei zunächst wie untenstehend normiert. Sowohl die Indikatoren als auch die NT und die NA wurden anschließend von Mitgliedern des Projektkonsortiums gewichtet.

[82] Nachhaltigkeit als gesellschaftliches, selbstreferenzielles System (vgl. Kapitel 2 und 3.4).
[83] Es wurden Fehler bei der Normierung der Indikatorergebnisse in der Projektphase behoben.
[84] SAW = *Simple additive weighting method*

6.6.1. Normierung der Indikatoren

Die Normierung der Indikatoren dient der Feststellung relativer Nachhaltigkeitseffekt in Prozent (RNE %). Das heißt, die positiven oder negativen Effekte des Bewertungsobjekts werden in Relation zur gewählten Referenz als Benchmark gesetzt.

Für jeden ausgewerteten Indikator wurde ein maximal erreichbarer Nachhaltigkeitseffekt festgelegt. Dieser würde erreicht werden, wenn durch die Bioraffinerie 100 % bspw. der CO_2-Emissionen der Referenz eingespart werden. Die Möglichkeit von negativen Emissionsmengen, etwa aufgrund von Speicherleistungen, wurde nicht berücksichtigt.

Je näher der Indikatorwert der Bioraffinerie am Referenzwert ist, desto geringer ist der relative Nachhaltigkeitseffekt. Die relativen Nachhaltigkeitseffekte werden je Indikator in Prozent angegeben.

Die RNE der quantitativen Indikatoren wurden für die Prozessvariante ohne Schwefelsäure (H_2SO_4) berechnet. Die Berechnung der RNE erfolgt nach der Formel:

$$RNE_{i,B}(\%) = \frac{x_{i,Ref} - x_{i,B}}{x_{i,Ref}} * 100$$

$RNE_{i,B}$ (%) = relativer Nachhaltigkeitseffekt der Bioraffinerie für Indikator i
$X_{i,B}$ = Wert der Bioraffinerie für Indikator i
$X_{i,Ref}$ = Wert der Referenz für Indikator i

<u>Beispielrechnung:</u>

Emissionsäquivalente Referenz = 3,15 [Mio. kg Sb-Äq./a]
Emissionsäquivalente Bioraffinerie = 1,06 [Mio. kg Sb-Äq./a]
RNE (%) = (3,15-1,06)/3,15*100 = 66 %
Das bedeutet, dass die relativen Nachhaltigkeitseffekte der Bioraffinerie gegenüber der Referenz knapp 66 % betragen.

Ein differenzierteres Benchmarking für die qualitativen Indikatoren, etwa in Form von Mindestanforderungen oder Schwellenwerten, wäre Teil zukünftiger Forschungsvorhaben. Für die multikriterielle Analyse in der beschriebenen Anwendungsstudie wurden qualitativ begründete Vorteile mit dem Maximaleffekt gleichgesetzt. Qualitative Indikatoren wurden aufgrund dieses Benchmarkings als RNE von 100 % interpretiert wenn positiv, RNE von 0 % wenn neutral oder RNE von -100 % wenn negativ gewertet (dieser Fall trat jedoch in der Anwendungsstudie nicht ein).

In Tab. 28 sind die relativen Nachhaltigkeitseffekte in Prozent (RNE %) der 25 ausgewerteten[85] Indikatoren dokumentiert.

[85] Die sechs nicht auswertbaren Indikatoren werden in der Multikriterienanalyse nicht betrachtet.

Tab. 28: Normierung der Indikatoren und relative Nachhaltigkeitseffekte der Bioraffinerie.

Nr.	Indikator	Einheit	Bioraffinerie (ohne H2SO4)	Referenz	RNE
1	Humantoxizität	Mio. kg 1,4 DCB-Äq./a	47,26	726,32	93%
2	Karzinogenität	Mio. CTU/a	0,00	0,00	34%
3	Feststoffemissionen	Mio. kg/a	0,01	0,03	74%
4	Versauerungspotenzial	Mio. kg SO2-Äq./a	0,29	1,27	77%
5	Eutrophierungspotenzial	Mio. kg PO4-Äq./a	0,24	0,73	67%
6	Ökotoxizität	Mio. kg 1,4 DCB-Äq./a	157,49	202,70	22%
7	Ozonabbaupotenzial	Mio. kg CFC-11-Äq./a	0,00	0,00	-78%
8	Fotochem. Ozonbildung	Mio. kg Ethylen-Äq./a	0,01	0,20	94%
9	Erneuerbarkeit der Ressourcen	Mio. kg Sb-Äq./a	1,06	3,15	67%
10	Flächennutzung	Mio. m2	438,83	167,40	-162%
11	Treibhausgaspotenzial	Mio. kg CO2-Äq./a	135,62	288,58	53%
12	Energieaufwand	Mio. MJ/a	2015,98	6655,31	70%
18	Investitionen	Vorteil Bioraffinerie	nein		0
19	Wirtschaftliches Ergebnis	Vorteil Bioraffinerie	nein		0
21	Sicherheit am Arbeitsplatz	Vorteil Bioraffinerie	nein		0
22	Grundversorgung	Vorteil Bioraffinerie	nein		0
23	Soziale Akzeptanz	Vorteil Bioraffinerie	nein		0
24	Institutionelle Strukturen	Vorteil Bioraffinerie	nein		0
25	Ressourcenverfügbarkeit	Vorteil Bioraffinerie	ja		100%
26	Biodiversitätsschutz	Vorteil Bioraffinerie	ja		100%
27	Kohlenstoffsenken	Vorteil Bioraffinerie	ja		100%
28	Vorteilhaftigkeit des Produkts	Vorteil Bioraffinerie	nein		0
29	Infrastruktur und Logistik	Vorteil Bioraffinerie	nein		0
30	Absatzstrukturen	Vorteil Bioraffinerie	nein		0
31	Volkswirtschaftliche Effekte	Vorteil Bioraffinerie	nein		0

Die Ergebnisse der Indikatorauswertungen liegen nach der Normierung als relative Nachhaltigkeitseffekte in Prozent vor (RNE %).

6.6.2. Gewichtung auf mehreren Ebenen

Die Gewichtung wurde von zehn Mitgliedern des Projektkonsortiums durchgeführt. In einem Fragebogen wurde von den Befragten die Relevanz der Indikatoren, Unterthemen und Themen, konkret für die Nachhaltigkeit der Bioraffinerie beurteilt (Anhang 9.4.1).

Vier Möglichkeiten der Abgrenzung waren gegeben: die NA/das NT ist *sehr unwichtig (1 Punkt), eher unwichtig (2 Punkte), eher wichtig (3 Punkte), sehr wichtig (4 Punkte) für die Nachhaltigkeit der Bioraffinerie-Prozesskette*.

Die (relativen) Nachhaltigkeitseffekte der Bioraffinerie, bezogen auf die unterschiedlichen Nachhaltigkeitsthemen und Ausprägungen, wurde auf Grundlage der Befragungsergebnisse und in Anlehnung an die SAW-Methode wie folgt berechnet (Abb. 43):

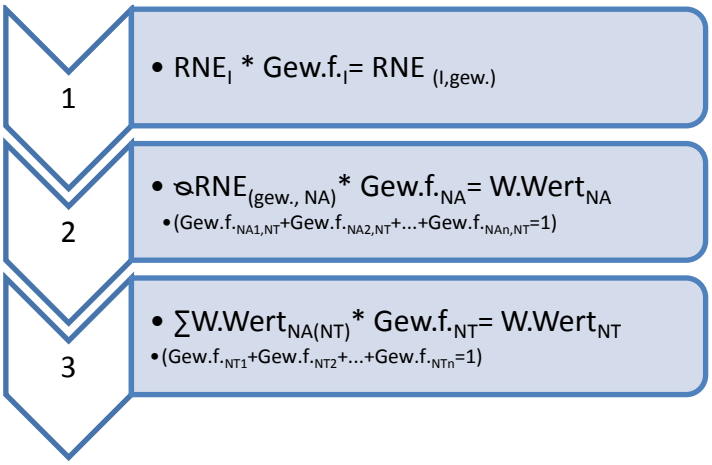


Abb. 43: Rechenweg der Gewichtung.

1. Die **relativen Nachhaltigkeitseffekte in Prozent** (**RNE_I**) wurden über das gesamte Indikatorset gleichgewichtet. Zum Zeitpunkt der Stakeholderbefragung war das endgültige Indikatorset nicht vollständig, weshalb eine Differenzierung der Gewichtung auf Indikatorebene nicht möglich war. Der **Gewichtungsfaktor** ist 1 (**$Gew.f._I$**).

2. Für jede Nachhaltigkeitsausprägung (NA) wurde ein **durchschnittlicher gewichteter RNE** errechnet (**⌀$RNE_{(gew., NA)}$**) und mit dem **Gewichtungsfaktor** der **NA** multipliziert (**$Gew.f._{NA}$**). Daraus errechnete sich die Wichtung oder der **Wichtungswert** (**$W.Wert_{NA}$**) der einzelnen NA. Die Summe der Gewichtungsfaktoren aller NA des gleichen Nachhaltigkeitsthemas (NT) ist 1 (siehe Abb. 47 in Anhang 9.4.1).

3. Die Summe der Wichtungswerte NA eines Themas (NT) wurde abschließend mit dem **Gewichtungsfaktor des NT** (**$Gew.f._{NT}$**) multipliziert, um den **endgültigen Wichtungswert** (**$W.Wert_{NT}$**) zu errechnen.

Die Fragebögen, mit denen die Wichtungen auf Ebene der Themen und Ausprägungen von den Stakeholdern vorgenommen wurden sowie die Ergebnisse der Gewichtungen und die Gewichtungsfaktoren (NA und NT) sind im Anhang 9.4.1 dargestellt. In Abb. 44 ist eine Skizze des Gewichtungsverfahrens dargestellt. Die verwendeten Zahlen sind fiktive Beispiele und dienen nur der Illustration der Vorgehensweise. Die Gewichtungsmatrix mit den Gewichtungen aus der Anwendungsstudie ist im Anhang 9.4.2. abgebildet.

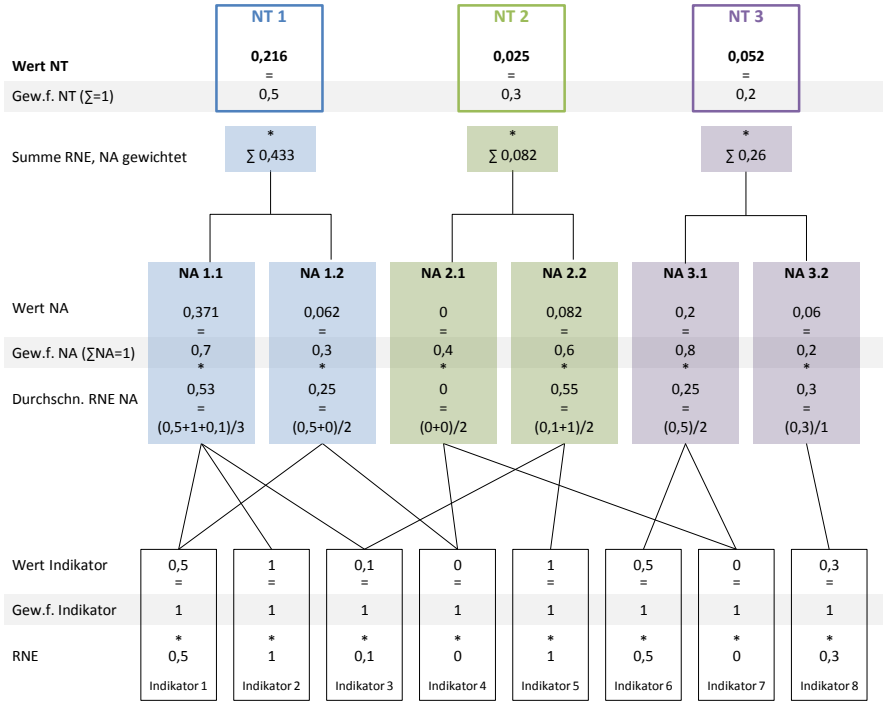


Abb. 44: Skizze des Gewichtungsverfahrens von RNE (Beispielrechnung).

Die Unabhängigkeit der Elemente[86] in der MKA wurde als gegeben unterstellt. Es wird davon ausgegangen, dass die Bedeutung eines Elements nicht von dem Wert der anderen Elemente abhängig ist. Deshalb werden die Präferenzen nicht durch die Werte der anderen Elemente beeinflusst. Eine Unabhängigkeitsprüfung wurde nicht durchgeführt da in Studien belegt werden konnte, dass die eingesetzte SAW-Methode auch bei nicht vollständiger Unabhängigkeit der Elemente gute Ergebnisse erzielt (siehe Lundie 1999).

Eine andere Form der Abhängigkeit ist die Nutzenunabhängigkeit der Elemente (vgl. Baumgartner 2004, S.110). Diese Anforderung lässt sich bei mehrdimensionalen Bewertungen nicht immer erfüllen. Beispielsweise beeinflussen Abfallmengen die Entsorgungskosten. Bei der Durchführung der MKA wurden deshalb Durchschnittswerte aller Indikatoren je Nachhaltigkeitsausprägung berechnet. Ein Indikatorwert geht somit immer nur anteilig in die Gewichtung ein. Da sich die Präferenzen der Stakeholder nicht auf einzelne Indikatorwerte, sondern auf die Ebenen darüber beziehen (Nachhaltigkeitsausprägungen und Nachhaltigkeitsthemen), ist die Gefahr der Überproportionalität einzelner Werte gering.

6.6.3. Ergebnisse der Multikriterienanalyse

Als Endergebnis der MKA wurde nicht, wie sonst üblich bei der SAW-Methode (siehe z.B. Lundie 1999), eine globale Wertfunktion berechnet. Stattdessen wurden die Ergebnisse gezielt verwendet, um die (relativen) Nachhaltigkeitseffekte der Bioraffinerie auf Ebene gesellschaftlicher Nachhaltigkeitsthemen zu zeigen. Die einzelnen Indikatorwerte wurden, nachdem sie normiert waren, zu Werten der NA und NT aggregiert. Durch die Gewichtung konnte dann die Bedeutung der relativen Nachhaltigkeitseffekte der LCB für gesellschaftliche Nachhaltigkeitsthemen (oder NT) rechnerisch ermittelt werden.

[86] Als Elemente werden hier die Attribute auf den verschiedenen Gewichtungsebenen bezeichnet: Indikatoren, Nachhaltigkeitsthemen, Nachhaltigkeitsausprägungen.

Das Ergebnis der MKA sind die normierten, aggregierten und gewichteten relativen Nachhaltigkeitseffekte auf Ebene der übergeordneten und gesellschaftlich relevanten Nachhaltigkeitsthemen in Abb. 45.

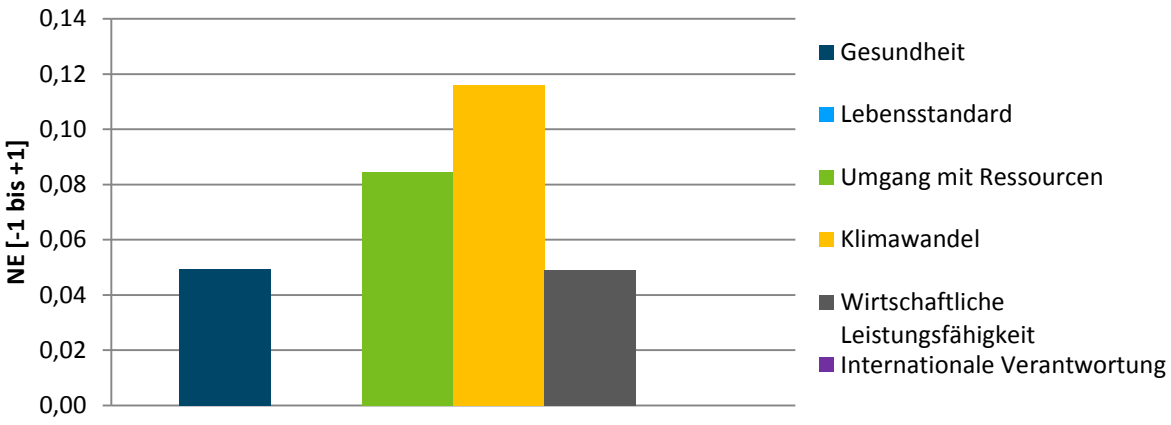


Abb. 45: Ergebnisse der MKA (NE: Nachhaltigkeitseffekt).

6.6.4. Ergebnisse der Anwendungsstudie

Als abschließende Bewertung der Nachhaltigkeit des Bewertungsobjekts wird festgehalten, dass

- eine Bioraffinerie Prozesskette (wie beschrieben in der Objektbeschreibung 6.2, S. 107 ff.) im Vergleich zur gewählten Referenz (beschrieben ebenda) potenziell positive Effekte für gesellschaftlich relevante Nachhaltigkeitsthemen haben würde.
- keine potenziell negativen Effekte auf Ebene der Nachhaltigkeitsthemen identifiziert wurden.
- insbesondere die NT Klima und Ressourcen von einer Bioraffinerie-Prozesskette profitieren können.
- Auswirkungen auf wirtschaftliche und gesundheitliche Aspekte vergleichsweise geringer ausfallen werden.
- in Bezug auf die NT Lebensstandard und Internationale Verantwortung (aus gesellschaftlicher Sicht) keine Auswirkungen von einer Bioraffinerie im betrachteten Kontext und innerhalb der Systemgrenzen zu erwarten wären.

Die Nachhaltigkeit der Lignocellulose-Bioraffinerie Prozesskette wird insgesamt positiv bewertet. Bei der Beurteilung der Ergebnisse sollte aber berücksichtigt werden, dass nicht alle Indikatoren gewertet werden konnten und, dass die Gewichtung nur auf einem eingeschränkten Stakeholderkreis basiert.

In der nun folgenden Diskussion der Anwendungsstudie werden die Ergebnisse einer kritischen Prüfung unterzogen. Unter anderem wird die multikriterielle Analyse dabei diskutiert. Im nächsten Kapitel 7 wird dann der LOFASA-Bewertungsansatz eingehend diskutiert.

6.7. Zusammenfassung und Diskussion der Anwendungsstudie LCB

Der LOFASA-Bewertungsansatz wurde anhand der Anwendungsstudie Lignocellulose-Bioraffinerie (LCB) entwickelt und erprobt. Die Prozesskette der Bioraffinerie wurde dabei mit konventionellen Re-

ferenzprozessen auf Basis fossiler und biogener Rohstoffe zur Herstellung nutzengleicher Produkte verglichen.

In den operativen Schritten des LOFASA wurden 31 Indikatoren identifiziert, ausgewertet und in einer MKA gewichtet, um relative Nachhaltigkeitseffekte auf gesellschaftlicher Ebene darzustellen. Zwölf Indikatoren wurden anhand von Stoff- und Energieströmen modelliert und als Wirkungskategorien in einer Ökobilanz ausgewertet. Sechs der insgesamt 31 Indikatoren wurden nicht ausgewertet, da zum Ende der Projektlaufzeit die dafür benötigten Daten nicht zur Verfügung standen. Um die nicht ermittelten Indikatorwerte zu bestimmen, muss zuvor die Verwertung der Abwässer der Anlage technisch geklärt werden. Des Weiteren fehlten Daten zu verwendeten Gefahr- und Problemstoffen. Alle anderen Indikatoren wurden verbal-argumentativ ausgewertet.

Die Ergebnisse der Anwendungsstudie zeigen, dass die innovative Prozesskette der LCB eine nachhaltige Alternative für die Bereitstellung von Grundprodukten zur Weiterverarbeitung in der chemischen Industrie sein kann. Die Ergebnisse wurden auf Indikatorebene mehrheitlich positiv oder neutral im Vergleich zu den Referenzprozessen gewertet. Die Indikatoren Flächennutzung sowie Ozonabbaupotenzial wurden im Vergleich zur Referenz negativ beurteilt.

Auf Ebene der gesellschaftlich übergeordneten Nachhaltigkeitsthemen konnte nach der multikriteriellen Auswertung der Indikatorergebnisse festgestellt werden, dass die relativen Nachhaltigkeitseffekte der LCB besonders für das Thema Klimawandel und für das Thema Nutzung von Ressourcen positiv sein würden. Ebenfalls positive Effekte wurden für die Themen Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit festgestellt. Für die Themen Lebensstandard und Internationale Entwicklung hingegen, ließen sich weder positive noch negative Effekte identifizieren.

Ausschlaggebend, für eine aus gesamtgesellschaftlicher Sicht positive Bewertung der Nachhaltigkeit, ist die Substitution fossiler Ressourcen und die insgesamt weniger energieintensive und emissionsärmere Prozessführung der LCB. Es wurde außerdem argumentativ dargelegt, dass der Rohstoff Holz gegenüber anderen, landwirtschaftlich erzeugten nachwachsenden Rohstoffen zusätzliche Vorteile aufweist. Diese Einschätzung deckt sich mit Ergebnisse einer cradle-to-gate Analyse von Produktionsprozessen zur Herstellung von Wachsen für die Holzwerkstoffindustrie auf Basis von Rohöl und Rapsöl. Bei der Analyse wurde festgestellt, dass nur etwa 30 % der für die Paraffinwachsproduktion eingesetzten Energiemenge für die Wachse auf Rapsölbasis benötigt wird. Das Treibhausgaspotenzial lag dafür aufgrund der im Rapsanabau verursachten Stickstoffemissionen um das 3,5-fache höher. Es wurden auch höhere Versauerungs- und Eutrophierungspotenziale, verursacht durch Bodenemissionen beim Rapsanbau, in der Analyse festgestellt (Tufvesson & Börjesson 2008). Die Autoren der Studie kommen daher zu dem Schluss, dass die Verwendung von Holz aus Kurzumtriebsplantagen als Heizölersatz und die Produktion von Paraffinwachs sowohl aus Landnutzungssicht, als auch aus Sicht des Klimaschutzes effizienter sein würde, als Raps für die Wachsesterproduktion anzubauen.

Die Berechnungen von Indikatorwerten mit Stoff- und Energieflussmodellen sind einerseits aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten verlässlich. Andererseits, sind die verschiedenen Wirkungskategorien einer Ökobilanz auch nicht frei von Diskussionen. Am Beispiel des Indikators Landnutzung wird dies besonders deutlich. Des Weiteren sind die Wertungen im Einzelnen entscheidend von der gewählten Referenz abhängig. Auch wenn die Ergebnisse der Modellrechnungen insgesamt als glaubhaft und verlässlich beurteilt werden, sollten diese Einschränkungen bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden.

Einige Indikatoren waren innerhalb der Systemgrenzen nur unzureichend bewertbar. Besonders die globalen Rohstoffmärkte bedürfen einer erweiterten Betrachtung. Gleiches gilt auch für die gesetzlich reglementierten Bereiche des Arbeits- und Umweltschutzes, Beschäftigungseffekte und Fragen der Grundversorgung. Thornley, Chong & Bridgwater (2014) untersuchten beispielsweise mögliche Effekte auf Landnutzung, Handel und Beschäftigung verschiedener Bioraffineriekonfigurationen in Europa. Sie kamen unter anderem zu dem Ergebnis, dass mit einer holzbasierten Bioraffinerie, Beschäftigungseffekte von 40.000 bis 100.000 Arbeitsplätzen (Mannjahre) erzielt werden können. Bei diesen Betrachtungen sind allerdings andere Endprodukte inkludiert, die weitere Veredelungsschritte erfahren haben. Die innerhalb der Systemgrenzen betrachteten Produkte am Werkstor der Bioraffinerie (C_5, C_6 und Lignin) eignen sich für derartige Modellierungen nicht, da sich die wesentlichen wertschöpfenden Arbeitsschritte erst danach anschließen. Neben den geografischen Systemgrenzen, die aufgrund globalisierter Rohstoffmärkte nur unzureichend innerhalb europäischer Grenzen abgebildet werden können, hat sich die Werkstorgrenze für die Bewertung der Nachhaltigkeit als ungeeignet erwiesen. Wesentliche Nachhaltigkeitsaspekte, wie beispielsweise die Gesundheit der Konsumenten und die Vorteilhaftigkeit des Produktes, spielen innerhalb der definierten Grenzen keine Rolle, sind aber für eine umfassende Nachhaltigkeitsbewertung wichtig.

Die Frage der Systemgrenzen ist eng mit der Frage der verwendeten Referenzen verbunden. Die Wahl der Referenz wirkt sich unmittelbar auf die Ergebnisse - die relativen Nachhaltigkeitseffekte - aus, da sich diese immer relativ zur Referenz ergeben. Die betrachteten Referenzprozesse wurden innerhalb des Projektkonsortiums festgelegt. Weitere Produktionsprozesse und vor allem die Erweiterung der Produktlinie wären für zukünftige Forschung daher von Interesse.

Die multikriterielle Analyse wurde mit Gewichtungen von Personen aus dem Projektkonsortium durchgeführt. Trotz des eingeschränkten Stakeholderpools ist dies zwar eine vollständige MKA, allerdings ist das Ergebnis nicht repräsentativ. An dieser Stelle sollte aber das Prinzip der MKA vorgestellt und aufgezeigt werden, um die Funktionsweise des Bewertungsansatzes vollständig darzustellen. Bei der der Auswahl eines größeren Kreises von Bewertern wird eine höhere Repräsentativität erreicht. Gleichwohl geben die erzielten Ergebnisse Hinweise auf die Relevanz einzelner Themen aus gesellschaftlicher Sicht.

Um Nachhaltigkeitseffekte besser abbilden zu können, wäre es wichtig, die einfache undifferenzierte positiv/negativ-Wertung der qualitativen Indikatorergebnisse durch die Festlegung von Benchmarks zu ersetzen.

Es wird nochmal ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse der Anwendungsstudie nicht ohne weiteres für andere Zwecke übernommen werden können. Zum einen konnten nicht alle Indikatorwerte ermittelt werden, zum anderen wurde die MKA auf Grundlage eines eingeschränkten Stakeholderkreises durchgeführt. Die Anwendungsstudie diente primär dazu alle operativen Schritte des LOFASA-Bewertungsansatzes exemplarisch und vollständig durchzuführen. Die eingeschränkte Repräsentativität der Endergebnisse wurde dafür in Kauf genommen.

Teil D Diskussion

7. Diskussion des Bewertungsansatzes

Im folgenden Diskussionsteil wird der LOFASA den zwei alternativen Ansätzen HGF-Ansatz sowie dem IND gegenübergestellt. Die Schritte und Grenzen des Bewertungsansatzes LOFASA werden diskutiert und es werden weitere Forschungsfelder aufgezeigt. Die Diskussion wird mit einem Fazit beendet.

7.1. Vergleich mit anderen Ansätzen (HGF, IND)

Der LOFASA ist ein holistischer und integrativer Bewertungsrahmen, mit dem Ziel der transparenten Operationalisierung objektspezifischer Nachhaltigkeitskonzepte. Ökonomische und ökologische Bewertungsverfahren werden zum Zweck der Operationalisierung dieser Konzeptionen genutzt. Die Verfahren stellen aber keine obligatorischen Bestandteile des Bewertungsrahmens dar. Der LOFASA ist daher vergleichbar mit einem Metastandard, der einen grundsätzlichen Umgang mit Nachhaltigkeit und Bewertungen vorschlägt. Verwandte Ansätze, die ebenfalls auf einer Metaebene konzipiert wurden, sind das Integrierende Nachhaltigkeitsdreieck (IND) und die Nachhaltigkeitsprüfung der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF).

Das IND und der LOFASA erlauben einen systematischen Umgang mit dem Thema Nachhaltigkeit. In beiden Ansätzen wird ein top-down mit einem bottom-up Ansatz kombiniert. Mit dem IND werden vorwiegend Handlungsfelder politischer Nachhaltigkeitsstrategien systematisiert, wohingegen mit dem LOFASA Nachhaltigkeitsaspekte objektspezifisch und mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien verknüpft operationalisiert werden. Der LOFASA geht über das IND hinaus, indem er die Analyse von Nachhaltigkeitsaspekten durch einen Operationalisierungsvorgang ergänzt (5.4 bis 5.6) und eine systematische Betrachtung des Kontexts (Kontextanalyse 5.2.2) beinhaltet.

Das IND ist in seiner Struktur an den klassischen drei Säulen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie, Soziales) ausgerichtet. Nachhaltigkeitsaspekte werden in das Dreieck und somit in die drei Säulen integriert. Es erfolgt dabei eine Zuordnung nach ökologischen, ökonomischen und/oder sozialen Gesichtspunkten. Kausale Zusammenhänge und wechselseitige Beziehungen zwischen den Säulen können nur eingeschränkt berücksichtigt werden. Im LOFASA wird durch das Basisnachhaltigkeitskonzept (1. operativer Schritt) eine integrative Grundstruktur erarbeitet. Das bedeutet, dass anstelle der drei Säulen, als Kategorien zur Integration der Nachhaltigkeitsaspekte, die Nachhaltigkeitsaspekte selber integrativ zu Kategorien abgeleitet werden. Ein Vorteil der integrativen Kategorien im Vergleich zu integrierenden Säulen ist, dass das individuelle Nachhaltigkeitskonzept des Bewertungsobjekts direkt mit den Themen gesellschaftlicher Nachhaltigkeitsstrategien verknüpft wird. Des Weiteren ermöglicht die integrative Struktur eine Anpassung an Leitbildern aus unterschiedlichen Kulturkreisen. Gleichzeitig ergeben sich aus der Flexibilität auch Nachteile für das integrative Basisnachhaltigkeitskonzept, denn es ist in Form und Inhalt unmittelbar von den verwendeten Vorlagen abhängig. Eine sorgfältige Auswahl der rahmengebenden Vorlagen, die das kulturelle Nachhaltigkeitsverständnis repräsentieren, ist daher wichtig.

Der LOFASA und der HGF-Ansatz weisen Ähnlichkeiten in Struktur und Vorgehensweise auf. In beiden Ansätzen wird ein Bewertungsgegenstand festgelegt und die Bewertungsrelevanz einzelner Kriterien wird zunächst geprüft, bevor Indikatoren ausgewertet werden.

Mit dem HGF-Ansatz soll ein Steuerungskonzept auf nationaler Ebene zur Verfügung gestellt werden. Dazu werden Handlungen und Strategien, durch Mindestanforderungen, an Zielen des Leitbilds *nachhaltige Entwicklung* ausgerichtet. Die Mindestanforderungen basieren auf drei sogenannten konstitutiven Elementen, die aus dem Leitbild abgeleitet wurden. Diese Elemente sind (1) der Anthropozentrismus des Leitbildes nachhaltiger Entwicklung, die globale Perspektive sowie die intra- und intergenerative Gerechtigkeit (Kopfmüller et al. 2000).
Mit dem LOFASA wird ein Bewertungskonzept bereitgestellt. Der LOFASA wurde unter anderem auch auf Basis konstitutiver Elemente aufgebaut. Im Unterschied zu den Mindestanforderungen des HGF-Ansatzes, stellen die in der Arbeit definierten konstitutiven Elemente jedoch keine inhaltlichen Mindestanforderungen dar, sondern Mindestanforderungen an Operationalisierungswege von Nachhaltigkeit. Die Nachhaltigkeitsbewertung mit dem LOFASA ist zwar auch inhaltlich, durch das Basisnachhaltigkeitskonzept, mit einem Leitkonzept verknüpft, anders als im HGF ergeben sich daraus aber keine Zielvorgaben, sondern der Resonanzbereich für die Selektion bewertungsrelevanter Nachhaltigkeitsaspekte (siehe 3.3.1.4 und 3.4).

Die konstitutiven Elemente beider Ansätze sind eng mit dem Leitbild nachhaltiger Entwicklung aus dem Brundtland-Bericht verbunden. Ein Grund, warum diese Definition von nachhaltiger Entwicklung so weit verbreitet ist, ist dessen Unschärfe. Die Frage ist, wie beispielsweise die Gerechtigkeit zwischen Generationen überhaupt bestimmt werden kann. Die damit verbundene vielschichtige ethisch-moralische Bewertungsgrundlage kann in keinem der Ansätze in ausreichender Tiefe bereitgestellt werden. Hier kommen Bewertungsansätze grundsätzlich an Grenzen und es bedarf politischer Prozesse, um sich dieser Frage zu nähern.

Weitere Gemeinsamkeiten und Unterschiede der drei Ansätze sind in Tab. 29 zusammengefasst.

Tab. 29: Wichtige Gemeinsamkeiten und Unterschiede von IND, HGF und LOFASA.

IND	**HGF**	**LOFASA**
Stark/schwach-Paradigma durch integrative Betrachtung aufgelöst	Paradigma trifft nicht zu	Paradigma trifft nicht zu
integrierend	integrativ	integrativ
Generationengerechtigkeit übergreifend integriert	Generationengerechtigkeit übergreifend integriert	Generationengerechtigkeit übergreifend integriert
strategiebezogen	strategiebezogen	objektbezogen
ohne Basiskonzept	mit Basiskonzept - generelle Ziele nachhaltiger Entwicklung, selbst abgleitet = Zielvorgaben	mit Basiskonzept - Nachhaltigkeitsaspekte gesellschaftlich legitimierter Konzepte auf unterschiedlichen Ebenen, keine Zielvorgaben, sondern Strukturvorgaben
nationale Ebene (andere Ebenen sind möglich)	(eher) nationale Ebene	nationale, betriebliche, proessbezogene Ebene = flexibel
indikatorbasiert	indikatorbasiert	indikatorbasiert
quantitative Daten	quantitative Daten	qualitative + quantitative Daten
Keine Trennung der Wert- und der Sachebene	Trennung der Wert- und Sachebene im zweistufigen Verfahren	Trennung der Wert- und Sachebene im mehrstufigen Verfahren

Die Paradigmen der starken und schwachen Nachhaltigkeit sind für keinen der drei Ansätze von Relevanz. Hauff & Kleine (2009) gehen davon aus, dass die Paradigmen durch die integrierende Betrachtungsweise des IND aufgelöst werden. Im LOFASA wird, durch die Gewichtung in der Multikriterienanalyse (6. operativer Schritt), die Entscheidung über die Bedeutung einzelner Aspekte von Stakehol-

dern getroffen. Ökonomische Ziele können dadurch höher bewertet werden als ökologische, was im Sinne einer schwachen Nachhaltigkeit wäre. Da aber die Wertvorstellungen der Stakeholder für die Endergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung ausschlaggebend sind, ist Nachhaltigkeit keine Funktion der Dimensionen, sondern eine Funktion der Wertvorstellungen der Stakeholder. Es wird kein Kapital zu Ungunsten eines anderen Kapitals erhöht, sondern die Wichtigkeit eines jeden Aspekts (der auch mehrere Kapitalarten betreffen kann) wird durch Werthaltungen gewichtet. Das Paradigma der schwachen Nachhaltigkeit ist daher nicht geeignet, um die Nachhaltigkeit im Rahmen der Arbeit zu beschreiben.

7.2. Allgemeine Diskussion

In vorliegender Arbeit wurde Nachhaltigkeit als Begriff mit vielen Konzeptionen vorgestellt. Es wurde dargelegt, dass die Bewertung von Nachhaltigkeit immer die Bewertung *eines* Nachhaltigkeitskonzepts ist. Es konnte ferner gezeigt werden, dass sich die bekannten, sehr vielseitigen Implementierungsformen von Nachhaltigkeit hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und der angewandten Detailtiefe unterscheiden. Das ist ein Grund, warum sich Nachhaltigkeitsbewertungen sehr voneinander unterscheiden können. Ein weiterer Grund ist, die nach wie vor fehlende wissenschaftliche Konsolidierung durch Mindestanforderungen an Inhalt und Struktur einer Nachhaltigkeitsbewertung. Als eines der wichtigsten Ziele der Arbeit galt es daher die Transparenz und die Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsbewertungen zu verbessern.

Es wurden strukturierende Elemente für die Bewertung von Nachhaltigkeitskonzepten identifiziert, die der Bedeutung von Nachhaltigkeit und deren Operationalisierungswegen einen Rahmen geben, um ein transparentes Bewertungsverfahren möglich zu machen. Zu diesem Zweck wurden nicht nur historische und aktuelle Formen von Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung beleuchtet, sondern auch nach systematisierbaren Eigenschaften und theoriebezogenen Erklärungen gesucht. Drei Aspekte sind in diesem Zusammenhang noch einmal aufzugreifen: die konstitutiven Elemente der Nachhaltigkeit, die Gestaltungsfelder sowie die systemtheoretische Betrachtungsweise der Nachhaltigkeitsbewertung.

In der Arbeit wurden vier konstitutive Elemente der Nachhaltigkeit erläutert:

(1) Nachhaltigkeit beruht auf einem Modell mit mehreren Dimensionen (i.d.R. Ökologie, Ökonomie, Soziales).
(2) Nachhaltigkeit beruht auf dem Prinzip der Generationengerechtigkeit (intra und inter).
(3) Nachhaltigkeit beruht auf einer umfassenden Betrachtung.
(4) Nachhaltigkeit beruht auf einer integrativen oder integrierenden Sichtweise.

Ähnlich wie in dem bereits beschriebenen HGF-Ansatz sind die konstitutiven Elemente (1) und (2) von dem bekannten Leitbild nachhaltiger Entwicklung (Brundtland 1987) abgeleitet. Zusätzlich wurden Faktoren einbezogen, die für die Umsetzung einer Nachhaltigkeitsbewertung relevant sind (3 und 4).

Erst die konstitutiven Elemente ermöglichen eine Unterscheidung von Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung von anderen Leitbilder und Bewertungen (z.B. Klimaschutz, Umweltschutz, Biodiversitätsschutz, soziale Gerechtigkeit etc.). Sie könnten als Mindestanforderungen verstanden werden, die ein erster Schritt zur Konsolidierung der Nachhaltigkeitsbewertung sind.

Die Gestaltungsfelder, die auf Basis der konstitutiven Elemente und der Literaturanalyse identifiziert wurden, stehen für Eigenschaften einer Nachhaltigkeitsbewertung, die entscheidend für den Charakter und somit die Ergebnisse der Bewertung sind. Eine ähnliche Liste verkörpern die 1996 erarbeiteten und heute noch verwendeten Bellagio Prinzipien (Hardi & Zdan 1997). Diese Prinzipien sind das, was einem Standardisierungsversuch für die Nachhaltigkeitsbewertung zumindest nahe kommt. Es gibt zehn dieser Prinzipien, die sich mit vier Aspekten der Messung des Fortschritts einer nachhaltigen Entwicklung befassen (vereinfacht nach Hardi & Zdan 1997): *1 Es muss klargestellt werden, was nachhaltige Entwicklung ist und was damit erreicht werden soll. 2 Der Inhalt der Bewertung ist so festzulegen, dass alle wichtigen Elemente in angemessener Weise bewertet werden. 3 Es ist dafür Sorge zu tragen, dass die Durchführung der Bewertung transparent ist, dass sie die richtigen Adressaten erreicht und alle relevanten Stakeholder integriert werden. 4 Die Kontinuität der Bewertung ist zu erhalten.* Trotz ihrer Popularität, sind die Bellagio Prinzipien nicht zu einem echten Standard geworden. Gründe dafür sind vermutlich, dass die zehn Prinzipien Handlungsanweisungen vorgeben, die zum einen so abstrakt sind, dass eine konkrete Umsetzung nur schwer möglich ist (z.B. *beachte die ökologischen Begebenheiten auf denen Leben basiert* – in einem holistischen Ansatz können das sehr viele sein) und zum anderen teilweise sehr fordernd hinsichtlich der Datengrundlage und anderer Mittel sind (z.B. können nicht immer *alle* relevanten Stakeholder eingebunden werden). Im Vergleich zu den zehn Bellagio Prinzipien sind die in der Arbeit formulierten Gestaltungsfelder ähnlich und bezwecken teilweise sogar gleiches. Beispielsweise beinhalten die Gestaltungsfelder ebenfalls die Forderung das zugrunde gelegte Nachhaltigkeitsmodell offenzulegen, auf angemessener Detailtiefe zu operieren und insbesondere die Transparenz der Bewertung zu gewährleisten. Anders als in den Bellagio Prinzipien wird aber nicht der richtige Umgang mit den Gestaltungsfeldern festgelegt. Es wird also nicht gefordert, dass die drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie, Soziales bewertet werden, sondern lediglich, dass das Nachhaltigkeitsmodell offengelegt wird. Es wird auch nicht gefordert, dass eine holistische Betrachtung verfolgt wird, sondern dass bei der Bewertung deutlich gemacht wird, ob es sich um einen holistischen oder einen reduktionistischen Ansatz handelt, um die Ergebnisse mit anderen Bewertungen vergleichbar zu machen bzw. die nicht-Vergleichbarkeit anzuzeigen. Die Gestaltungsfelder sind einerseits abhängig vom Ziel einer Untersuchung, andererseits auch von ethisch-moralischen Einstellungen, über die hier kein Urteil zu fällen ist. In der Arbeit werden durch die konstitutiven Elemente zwar indirekt auch Vorgaben inhaltlicher Art gemacht, die Gestaltungsfelder alleine sind aber neutral und geben nur Anweisung zur Handlung und keine Handlungsanweisungen vor.

Es sollte deutlich gemacht werden, dass grundsätzlich ein Umgang mit den Gestaltungsfeldern gefordert wird, um die Transparenz in Nachhaltigkeitsbewertungen zu erhöhen und der Willkür von Nachhaltigkeitsbewertungen entgegenzuwirken. Die in der Arbeit identifizierten Gestaltungsfelder können zukünftig durch weitere Attribute von Nachhaltigkeitsbewertungen ergänzt oder geschärft werden. Die zwölf vorgestellten Gestaltungsfelder wurden als Rahmenbedingungen für den LOFASA Bewertungsansatz aufgegriffen und in Einklang mit den sich aus den konstitutiven Elementen ergebenden Anforderungen und den aus der systemtheoretischen Betrachtung begründeten Grundsätzen der Nachhaltigkeitsbewertung umgesetzt.

Anstelle einer Definition des Nachhaltigkeitsbegriffs, wurden Besonderheiten von Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsbewertung durch systemtheoretische Überlegungen erklärt. Auf Grundlage dieser Erklärungen wurden die drei Grundsätze der Nachhaltigkeitsbewertung abgeleitet, die sich zum einen inhaltlich auf den Bewertungsansatz auswirken (Nachhaltigkeitsbewertung erzeugt Nachhaltigkeitsbewertung), zum anderen entscheidend den strukturellen Aufbau des Bewertungsansatzes beein-

flussten (Struktur und Transparenz). Die Verknüpfung mit der Systemtheorie ist im Fall der Nachhaltigkeit geeignet, da sie es ermöglicht auch interdisziplinäre Systeme, die auf verschiedenen Ebenen existieren zu beschreiben (Gallopin 2003, Otto 2007). Folglich wurde die Systemtheorie schon häufiger im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsbetrachtungen eingesetzt. Clayton & Radcliff (1996) beispielsweise, forderten ein Verständnis von komplexen adaptiven Systemen und Systemtheorie, um Nachhaltigkeit zu verstehen und deren Ziele zu erreichen. Die konkreten Zielsetzungen, die hinter dem Einsatz der Systemtheorie stecken, mögen im Detail unterschiedlich sein. Verallgemeinernd kann aber festgehalten werden, dass die Möglichkeit interdisziplinäre Teilsysteme als Ganzes und deren Interaktionen zu betrachten sowie deren Verknüpfung zur Außenseite des Systems zu beschreiben, die Eignung der Theorie herausstellt. So wird zum Beispiel auch deutlich, dass durch die Verknüpfung interdisziplinärer Systeme die Detailgenauigkeit im Vergleich zu disziplinären Systemen verringert ist. Das ist auf die operative Geschlossenheit - hier von disziplinären Systemen – zurückzuführen, die nur schwierig mit anderen Systemen verbunden werden können und daher bei Nachhaltigkeitsbewertungen (interdisziplinären Systemen) immer ein Kompromiss zwischen Genauigkeit und Umfang getroffen werden muss (Otto 2007).

Nachdem durch die konstitutiven Elemente, Gestaltungsfelder und Grundsätze die Rahmenbedingungen dargelegt wurden, wurde der Bewertungsansatz Logical Framework Approach to Sustainability Assessment (LOFASA) schrittweise erarbeitet und anschließend in der Anwendungsstudie exemplarisch ausgeführt. Es ist mit dem LOFASA gelungen, eine Struktur aufzubauen, die einen systematischen und transparenten Umgang mit komplexen Systemen ermöglicht. Der objektspezifische Kontext, der in der Objektanalyse (2. operativer Schritt) erarbeitet wurde, wird durch das BNK (1. operativer Schritt) mit gesellschaftlichen und für die Legitimation der Nachhaltigkeitsbewertung wichtigen Nachhaltigkeitsaspekten verknüpft. Des Weiteren wird durch das BNK der Kulturkreis, innerhalb dessen Nachhaltigkeit operationalisiert wird, repräsentiert. Der Bezug zu dem für die Bewertung relevanten sozialen System ist von großer Wichtigkeit, da die Bedeutung von Nachhaltigkeit entscheidend durch gesellschaftliche Einflüssen geprägt ist (vgl. Herbes 2013). Der LOFASA bietet in dieser Hinsicht einen Vorteil gegenüber anderen Bewertungssystemen, da die Festlegung des Geltungsbereichs sowie die Ableitung des BNK und somit der im jeweiligen Kulturkreis relevanten Nachhaltigkeitsaspekte, Teil des Ansatzes sind und die Bewertung nicht auf standardisierten Werten basiert. In der Anwendungsstudie wurden vier rahmengebende Vorlagen verwendet, um das BNK abzuleiten: die nationale Nachhaltigkeitsstrategie, die Europäische Nachhaltigkeitsstrategie, der Deutsche Nachhaltigkeitskodex sowie die Richtlinie 4070 des VDI. Es wurde damit unterstellt, dass diese vier Vorlagen das für den Geltungsbereich der Anwendungsstudie gültige gesellschaftliche Nachhaltigkeitsverständnis repräsentieren. Es fehlt bislang eine Möglichkeit zur Überprüfung dieser Unterstellung. Die Wahl der Vorlagen wurde über deren gesellschaftliche Legitimation begründet. Was daraus nicht hervorgehen kann, ist ob allgemeingesellschaftlich relevante Aspekte dadurch trotzdem nicht erfasst werden. Umso wichtiger ist die transparente Dokumentation der Vorlagen, auf denen das jeweilige BNK basiert.

Es kann kritisch hinterfragt werden, ob die Vermischung unterschiedlicher Nachhaltigkeitsstrategien auf diese Weise sinnvoll ist. Da es bei der Konstruktion des BNK aber in keiner Weise um die Identifizierung von Zielen geht, sondern um die semantische Ableitung von Nachhaltigkeitsaspekten als normativen Rahmen der Bewertung, wird die Vorgehensweise als geeignet erachtet. Es ist beispielsweise wichtig zu dokumentieren, dass Klimawandel aus gesellschaftlicher Sicht ein Thema der Nachhaltigkeit ist. Dahingegen ist es an dieser Stelle aber unwichtig, wie spezielle Klimaschutzziele lauten.

Das Basisnachhaltigkeitskonzept wurde als hierarchisches und integratives Kategoriensystem abgeleitet. Das bedeutet, dass alle Dimensionen der Nachhaltigkeit integrativ erfasst werden und nicht beispielsweise als separate Säulen. Das erwies sich als eine geeignete Form, um Nachhaltigkeitsaspekte aus unterschiedlichsten Fachbereichen und auf verschiedenen Ebenen zu erfassen. Des Weiteren ist die umfassende, holistische Betrachtung aller etwaigen Nachhaltigkeitsaspekte möglich, auch wenn diese nicht in das klassische Säulenmodell passen weil bspw. mehrere Dimensionen von einem Aspekt gleichzeitig betroffen sind. Allerdings müssen wie bereits erwähnt, durchaus auch Kompromisse hinsichtlich der Genauigkeit in Kauf genommen werden. Bei distinkten Bewertungsformen sind die Zielsetzung und die beeinflussenden Faktoren in der Regel deutlicher und daher genauer zu bewerten.

Die Ableitung des BNK und die inhaltliche Einordnung der kontextspezifischen Nachhaltigkeitsaspekte in das BNK wurden mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring umgesetzt (3. operativer Schritt). Mit Hilfe der sozialwissenschaftlichen Methode ist ein systematischer Umgang mit Nachhaltigkeitsaspekten möglich, der regelgeleitet und außerdem nachvollziehbar dokumentiert ist. Das konnte mit der im Rahmen der Anwendungsstudie durchgeführten Reliabilitätsprüfung der Kodierung (Anhang 9.1.2) gezeigt werden. Einer der wichtigsten Bausteine der Nachhaltigkeitsbewertung, die Ableitung des kontextspezifischen Nachhaltigkeitskonzepts und dessen Verknüpfung mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien, wird durch die Vorgehensweise reproduzierbar. Die Reproduzierbarkeit stößt jedoch bei der Bestimmung der Analyseeinheiten an ihre Grenzen. Diese Textbausteine müssen für jede Vorlage nach einem individuellen Vorgehen exzerpiert und paraphrasiert werden, da die Vorlagen zu unterschiedlich in Strukturen und Terminologien sind. Um eine Systematisierung der Analyseeinheiten zu erreichen, bedarf es weiterer Forschung. In der Anwendungsstudie wurde der Vorgang der Konstruktion von Analyseeinheiten in der Dokumentation so dargestellt, dass die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Inhaltsanalyse gewährleistet bleiben konnte.

Mit dem LOFASA werden Schlüsselpositionen nachvollziehbar umgesetzt. Eine 100 % objektive Lösung für Nachhaltigkeitsbewertung gibt es jedoch nicht. Zum einen könnte bspw. die Heuristik in der Bewertungsanalyse (4. operativer Schritt) streitbar sein, ebenso wie Entscheidungen der Experten in der Verifizierungsanalyse (5. operativer Schritt). Die Transparenz und die Dokumentation der einzelnen Schritte bietet hier aber nicht nur die Möglichkeit verschiedene Bewertungen dennoch zu vergleichen, sondern auch eine Diskussionsgrundlage bei Verbesserungsbedarf. Außerdem kann und soll auf die Einbindung von Stakeholdern und Experten, und somit auf Subjektivität nicht verzichtet werden. Nachhaltigkeitsbewertung ist interdisziplinär und Bewerter sind auf spezifisches Fachwissen Dritter angewiesen.

In der Multikriterienanalyse (6. operativer Schritt) sind subjektive Meinungen von Personen sogar elementar. Bei der Multikriterienanalyse werden gesellschaftliche Wertmaßstäbe angelegt, um die Bedeutung der Einzelindikatoren für gesellschaftlich relevante Nachhaltigkeitsthemen zu interpretieren. Auf die Schwierigkeiten der Multikriterienanalyse wurde bereits in 6.7 eingegangen. Der Einsatz dieser Methode ist zwar ein geeignetes Mittel, um Ergebnisse auf unterschiedlichen Skalen vergleichbar zu machen, ohne ein geeignetes Benchmarking und repräsentative Anspruchsgruppen ist die multikriterielle Analyse von Nachhaltigkeitseffekten jedoch nur eingeschränkt aussagekräftig.

Wie die Ausführungen in der Anwendungsstudie deutlich zeigen, sind die Ergebnisse der Indikatoren und somit auch der Nachhaltigkeitsbewertung stark von den gesetzten Systemgrenzen und den definierten Referenzen abhängig. Mit dem LOFASA wird kein Instrument bereitgestellt, um diese Ein-

flussfaktoren zu reglementieren, sondern eines, um sie transparent zu dokumentieren (Objektanalyse, 2. operativer Schritt). Die Frage der Referenz ist für jede Form der Bewertung schwierig. Durch die Dokumentation sind die in der Anwendungsstudie quantitativ ermittelten Indikatorwerte zumindest eindeutig zu interpretieren. Bei der Auswertung der qualitativen Indikatoren, ist die Frage der Referenz allerdings nicht immer alleine durch die Dokumentation lösbar.

Der Ansatz ist wie erwähnt, als umfassend zu betrachten. Das bedeutet hier nicht, dass garantiert alles in der Bewertung erfasst wird (vgl. Resonanzbereich). Durch die interessengeleitete und daher inhaltszentrierte Vorgehensweise werden aber keine Aspekte bereits im Vorfeld ausgeschlossen oder ignoriert, etwa weil keine quantitative Datengrundlage zur Verfügung steht. Das heißt, die Wahl von Indikatoren ist weder von der Datenverfügbarkeit, noch von dem Vorwissen des Bewerters abhängig. So kann ein vollständigeres Bild von Nachhaltigkeit entstehen. Darin unterscheidet sich der Bewertungsansatz von vielen datenzentrierten Nachhaltigkeitsbewertungen. Datenzentrierte Ansätze bieten natürlich Vorteile bei der Auswertung und Ermittlung von Indikatorwerten. In einem inhaltszentrierten Ansatz wie dem LOFASA sind hier Grenzen gesetzt und wie die Anwendungsstudie zeigte, sind Indikatorwerte auch nicht immer eindeutig. Welche Argumente genügen, um einen Indikator als vorteilhaft im Vergleich zur Referenz zu beurteilen? Was heißt besser? Genügen schon marginale Unterschiede? In der Anwendungsstudie wurde darauf geachtet, Urteile stark konservativ zu fällen, also nur Vor- oder Nachteile festzustellen, wenn diese mit eindeutigen und starken Argumenten belegt werden konnten. Das Benchmarking für qualitative Indikatoren sollte in zukünftigen Forschungsvorhaben in Bezug auf Bewertungsmethoden allgemein weiter untersucht werden. Dennoch werden durch den LOFASA mehr Aspekte als in datenzentrierten Ansätzen erfasst und etwaige Risiken können so zumindest erkannt werden, wenn auch nicht beziffert.

Aufgrund der besonderen Anforderungen an Nachhaltigkeitsbewertungen wurde ein Ansatz entwickelt, der seinen innovativen Charakter und seine Funktionalität durch die Kombination verschiedener Methoden und Wissenschaftsdisziplinen erhält. Es wurde ein Kategorisierungsansatz für die empirische Untersuchung von Nachhaltigkeitsbewertungen verwendet, um die Anforderungen an Nachhaltigkeitsbewertungen als Rahmenbedingungen zu systematisieren. Des Weiteren wurde die Theorie selbstreferenzieller Systeme auf Nachhaltigkeitsbewertungen übertragen, um daraus Rückschlüsse auf inhaltliche und strukturelle Anforderungen des Bewertungsansatzes zu ziehen. Bei der Umsetzung des LOFASA kommen dann zum einen sozialwissenschaftliche Methoden wie die qualitative Inhaltsanalyse und das heuristische Ausschlussverfahren zum Einsatz. Zum anderen werden bei der Ermittlung und Auswertung von Indikatorwerten naturwissenschaftliche Methoden wie Stoffflussbilanzen und weitere interdisziplinäre Methoden wie die Multikriterienanalyse angewandt.

In den sechs operativen Schritten wurde ein Verfahren vorgestellt, das eine systematische, transparente und theoretisch reproduzierbare Operationalisierung von Nachhaltigkeitskonzepten ermöglicht und so einen entscheidenden Fortschritt für die Konsolidierung von Nachhaltigkeitsbewertung erzielen kann.

Das Ziel des Bewertungsansatzes ist es nicht, die *eine* richtige Lösung für Nachhaltigkeitsbewertungen zu präsentieren. Vielmehr wird ein Ansatz vorgestellt, der die Operationalisierung von kontextbezogenen Nachhaltigkeitskonzepten in Verknüpfung mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien ermöglicht und durch eine regelgeleitete und transparente Vorgehensweise eine Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsbewertungen herstellt. Das soll dazu beitragen, dass Nachhaltigkeit mit wissenschaftlicher Methodik bestimmt und bewertet wird.

7.3. Weiterführende Forschung

Am Ende der Arbeit sind Wissenslücken identifizierbar, die einerseits durch weitere Forschung mit dem LOFASA zu schließen wären, andererseits für den Forschungsbereich Nachhaltigkeitsbewertung allgemein gelten.
Um den LOFASA praxistauglicher für beispielsweise Unternehmen zu gestalten, könnte es notwendig sein, Arbeitsschritte zu optimierten und dadurch den Gesamtprozess zu verschlanken. Beispielsweise wäre das heuristische Verfahren (5.4) optimierbar und durch weitere Untersuchungsvariablen zu ergänzen. Auch der Umgang mit den Analyseeinheiten kann möglicherweise sozialwissenschaftlich verbessert werden.
Des Weiteren würde die Anwendbarkeit durch bessere Datenverfügbarkeit erhöht. Für die Durchführung von Nachhaltigkeitsbewertungen mit dem LOFASA, aber auch mit anderen Ansätzen, ist es daher zukünftig notwendig, quantitative und qualitative nachhaltigkeitsrelevante Datengrundlagen zu erarbeiten (z.B. zu Beschäftigungseffekten). Damit einher geht der Forschungsbedarf bezüglich geeigneter Bewertungsmethoden. Insbesondere der Umgang mit qualitativen Indikatoren sowie Fragen der Referenzen und des Benchmarking bedürfen weiterer Forschungsarbeiten, um die Validität der Indikatoren und der Ergebnisse zu erhöhen. Zusätzlich wird die Entwicklung eines Validierungssystems vorgeschlagen, um die Belastbarkeit und die Interpretationsgrenzen der Ergebnisse aufzuzeigen.

Durch den LOFASA wird die Systematisierbarkeit von Nachhaltigkeitsbewertungen erreicht. Forschungstätigkeiten, welche die Übertragung des LOFASA auf Datenbanklösungen bspw. für einzelne Fachbereiche oder Unternehmen möglich machen, wären eine geeignete Weiterführung dieser Forschungsarbeit.

7.4. Fazit

Nachhaltigkeit ist ein komplexes System, das durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt wird. Diese Faktoren verändern sich mit der gesellschaftlichen Entwicklung, den daraus entstandenen Zielen und Herausforderungen heutiger und zukünftiger Generationen, sie verändern sich mit dem Zeithorizont und passen sich den technischen Gegebenheiten an. Daraus ergeben sich besondere Anforderungen an Nachhaltigkeitsbewertungen.

In dieser Forschungsarbeit wurden systematisierbare Eigenschaften der Nachhaltigkeitsbewertung identifiziert und in einen Bewertungsansatz integriert. Der Ansatz stellt einen transparenten und überprüfbaren Gesamtentwurf für Nachhaltigkeitsbewertungen zur Verfügung. Die Verfahrensweise des Bewertungsansatzes erlaubt aufgrund der Arbeitsschritte und der damit verbundenen Regeln eine Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit durch Dritte zu schaffen und somit die Möglichkeit, bewertete Objekte sinnvoll zu vergleichen.

Die in Kapitel 1 definierten Ziele der Arbeit konnten erfüllt werden. Es wurde ein Ansatz zur Nachhaltigkeitsbewertung erarbeitet und in einer Anwendungsstudie erprobt. Der Bewertungsansatz macht eine kontextbezogene Operationalisierung von Nachhaltigkeit möglich, indem er Handlungsfelder als systematisierte Eigenschaften der Nachhaltigkeit bzw. der Nachhaltigkeitsbewertung (konstitutive Elemente 2.3.2 und Gestaltungsfelder 3.3.3) in Verbindung mit theoriebasierten Grundsätzen (4.1) zu einem transparenten Bewertungsleitfaden zusammenfügt. Durch den Einsatz sozialwissenschaftli-

cher Methoden wird der Bewertungsinhalt regelgeleitet und transparent ermittelt und die Vergleichbarkeit und die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse damit gewährleistet. Die Nachhaltigkeitsbewertung mit dem LOFASA bindet sowohl interdisziplinäres Fachwissen bei der Bestimmung von Indikatoren und Bewertungsmethoden ein, als auch gesellschaftliche Wertmaßstäbe durch das Basisnachhaltigkeitskonzept und die Multikriterienanalyse. Der LOFASA ist flexibel für viele Bewertungsobjekte und –ebenen anwendbar, da das spezifische Nachhaltigkeitskonzept jedes Bewertungsobjekts empirisch erarbeitet und für jede Bewertungssituation konkretisiert wird.

Die Anwendung des LOFASA in der Anwendungsstudie war erfolgreich. Die betrachtete Prozesskette der Lignocellulose-Bioraffinerie war im Vergleich zu der definierten Referenz zwar nicht in jedem Indikator überlegen, zeigte aber auf der aggregierten Ebene der gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsthemen im direkten Vergleich mit der Referenz nur positive Nachhaltigkeitseffekte. Die Anwendung des LOFASA in der Anwendungsstudie zeigte aber auch, dass die Bewertung von Nachhaltigkeit hohe Anforderungen an den Bewerter und die Datenbasis stellt. Die Verbesserung der Datenbasis und der Umgang mit qualitativen Indikatoren wurden daher als wichtige zukünftige Forschungsaufgaben festgehalten.

Mit dem LOFASA wurde ein Instrument zur Systematisierung von Nachhaltigkeitsbewertungen erarbeitet. Dieses Instrument kann als Leitfaden für Nachhaltigkeitsbewertungen aller Art verwendet werden. Beispielsweise könnten die Rahmenbedingungen nachhaltiger Forstwirtschaft, die ebenso undefiniert sind wie Nachhaltigkeit selber, anhand dieses Leitfadens für verschiedene Geltungsbereiche klargestellt werden.

Der LOFASA bietet eine Chance für Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit Nachhaltigkeit auf vergleichbarer Basis zu bewerten und damit der Willkür der Verwendung des Nachhaltigkeitsbegriffs entgegenzuwirken. Damit ist es dieser Arbeit möglich, einen Beitrag zur methodischen Konsolidierung von Nachhaltigkeitsbewertung zu leisten.

Teil E Literatur & Anhang

8. Literatur

Aderhold, J., & Jutzi, K. (2003). Theorie sozialer Systeme. In E. Weik (Ed.), *Moderne Organisationstheorien 2 - Strukturorientierte Ansätze* (pp. 121-151). Wiesbaden: Gabler.

Asheim, G. B., Buchholz, W., & Withagen, C. (2003). The Hartwick Rule: Myths and Facts. *Environmental and Resource Economics, 25*(2), 129-150. doi: 10.1023/a:1023909217989.

Atteslander, P., & Cromm, J. (2008). *Methoden der empirischen Sozialforschung* (12., durchges. Aufl. ed.). Berlin: E. Schmidt.

Auswärtiges Amt. (2013). *Über den Tellerran hinaus: Nachhaltige Entwicklung in Europa*. Abgerufen am 31.05.2014 von http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Europa/Themen/Nachhaltigkeit/Uebersicht_node.html

Baudisch, C., & Bahnmüller, P. (2013). *Statistikband 2013*. Regensburg: Bayerische Staatsforsten AöR.

Baumgartner, R. J. (2004). *Sustainability Assessment: Einsatz der Fuzzy Logic zur integrierten Ökologischen und Ökonomischen Bewertung von Dienstleistungen, Produkten und Technologien* (1. Aufl. ed.). Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.

Bebbington, J., Brown, J., & Frame, B. (2007). Accounting technologies and sustainability assessment models. *Ecological Economics, 61*(2-3), 224-236. doi: 10.1016/j.ecolecon.2006.10.021

Bechmann, A. (1978). Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung. *Beiträge zur Wirtschftspolitik (29).* Bern [u.a.]: Haupt.

Beller, M. (2010). *Rohstoffbasis im Wandel. VCI Positionspapier*. Frankfurt: DECHEMA. Abgerufen von http://www.dechema.de/dechema_media/Positionspapier_Rohstoffbasis+im+Wandel-p-3094.pdf

Belton, V., & Stewart, T. J. (2003). *Multiple criteria decision analysis. An integrated approach* (2. print. ed.). Boston, Mass. [u.a.]: Kluwer Acad. Publ.

Berghaus, M., & Luhmann, N. (2004). *Luhmann leicht gemacht. Eine Einführung in die Systemtheorie* (2., überarb. und erg. Aufl. ed.). Köln [u.a.]: Böhlau.

Berghaus, M., & Luhmann, N. (2011). *Luhmann leicht gemacht. Eine Einführung in die Systemtheorie* (3., überarb. und erg. Aufl. ed.). Köln [u.a.]: Böhlau.

Bey, C. (2008). Beitrag der Nachhaltigkeitsberichterstattung zum nachhaltigen Unternehmen. In R. Isenmann, J. Marx Gómez & M. Amelung (Eds.), *Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung. Maßgeschneiderte Stakeholder-Kommunikation mit IT* (pp. 37-50). Berlin: Schmidt.

Biokraft-NachV. (2009). *„Biokraftsoff-Nachhaltigkeitsverordnung vom 30. September 2009 (BGBl. I S. 3182), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 26. November 2012 (BGBl. I S. 2363) geändert worden ist“.* Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung-Biokraft-NachV). Abgerufen von http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/biokraft-nachv/gesamt.pdf

BioSt-NachV. (2009). *„Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung vom 23. Juli 2009 (BGBl. I S. 2174), die zuletzt durch Artikel 17 des Gesetzes vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066) geändert worden ist“.* Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung-BioSt-NachV). Abgerufen von http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/biost-nachv/gesamt.pdf

Blunck, E. (2013). Strategisches Nachhaltigkeitsmanagement. In D. Ernst & U. Sailer (Eds.), *Nachhaltige Betriebswirtschaftslehre* (Vol. 2013, pp. 55-82). Konstanz [u.a.]: UVK.

BMAS [Bundesministerium für Arbeit und Soziales]. (2012). CSR Made in Germany. Abgerufen am 01.06.2014 von http://www.csr-in-deutschland.de/fileadmin/user_upload/Downloads/CSR_in_Deutschland/Broschuere_CSR-Made_in_Germany.pdf

BMBF [Bundesministerium für Bildung und Forschung]. (2010). *Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030. Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft*. Berlin: BMBF. Abgerufen von http://www.bmbf.de/pub/biooekonimie.pdf

BMELV & FNR [Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz & Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V.]. (2011). *Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe.* Berlin: BMELV. Abgerufen von http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/AktionsplanNaWaRo.pdf?__blob=publicationFile

Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2011). *Cost-benefit analysis: concepts and practice* (4. ed.). Boston [u.a.]: Prentice Hall.

Bond, A. J., & Morrison-Saunders, A. (2009). Sustainability appraisal: jack of all trades, master of none? *Impact Assessment and Project Appraisal, 27*(4), 321-329. doi:10.3152/146155109x479422

Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl). Berlin, Heidelberg: Springer. Abgerufen von link.springer.com

Bottero, M., Comino, E., & Riggio, V. (2011). Application of the Analytic Hierarchy Process and the Analytic Network Process for the assessment of different wastewater treatment systems. *Environmental Modelling and Software, 26*(10), 1211-1224. doi:10.1016/j.envsoft.2011.04.002

Brosius, H.-B., Haas, A., & Koschel, F. (2012). *Methoden der empirischen Kommunikationsforschung : Eine Einführung Studienbücher zur Kommunikations- und Medienwissenschaft* (6. Aufl.). Wiesbaden: Springer. Abgerufen von link.springer.com

Brühl, R., & Buch, S. (2006). *Einheitliche Gütekriterien in der empirischen Forschung? Objektivität, Reliabilität und Validität in der Diskussion*. Berlin: ESCP-EAP.

Brundtland, G. H. (1987). *Our common future* (G. H. Brundtland, Trans. Reprint ed.). Oxford [u.a.]: Oxford Univ. Press.

Buchholz, T., Luzadis, V. A., & Volk, T. A. (2009a). Sustainability criteria for bioenergy systems: results from an expert survey. *Journal of Cleaner Production, 17*, S86-S98. doi:10.1016/j.jclepro.2009.04.015

Buchholz, T., Rametsteiner, E., Volk, T. A., & Luzadis, V. A. (2009b). Multi Criteria Analysis for bioenergy systems assessments. *Energy Policy, 37*(2), 484-495. doi:10.1016/j.enpol.2008.09.054

Bundesregierung. (2002). *Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.* Abgerufen von http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/Nachhaltigkeit-wiederhergestellt/perspektiven-fuer-deutschland-langfassung.pdf?__blob=publicationFile

Bundesregierung. (2012*). Nachhaltige Entwicklung in Europa*. Abgerufen am 15.08.2014 von http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Nachhaltigkeitsstrategie/4-nachhaltigkeitspolitik-international/europaeische-strategie/_node.html

Bundesregierung. (2014). *Nachhaltigkeit - ein politisches Leitprinzip*. Abgerufen am 04.06.2014 von http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Nachhaltigkeit/0-Buehne/2014-01-03-ein-politisches-leitprinzip.html;jsessionid=D0B017D68804E39C9CF591E653823E7E.s4t

Burschel, C., Losen, D., & Wiendl, A. (2004). *Betriebswirtschaftslehre der Nachhaltigen Unternehmung*. München [u.a.]: Oldenbourg.

Buytaert, V., Muys, B., Devriendt, N., Pelkmans, L., Kretzschmar, J. G., & Samson, R. (2011). Towards integrated sustainability assessment for energetic use of biomass: A state of the art evaluation of assessment tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15*(8), 3918-3933. doi:10.1016/j.rser.2011.07.036

Carlowitz, H. C. v. (2009). *Sylvicultura oeconomica. [oder] haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht* (Reprint der 2. Aufl. Leipzig, Braun 1732 ed.). Remagen-Oberwinter: Kessel.

Cherubini, F., & Strømman, A. H. (2011). Chemicals from lignocellulosic biomass: opportunities, perspectives, and potential of biorefinery systems. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining-Biofpr*, *5*(5), 548-561. doi:10.1002/bbb.297

Christen, M. (2013). *Die Idee der Nachhaltigkeit. Eine werttheoretische Fundierung*. Marburg: Metropolis-Verl.

Clayton A. M. H. & Radcliff, N. J. (1996). *Sustainability: A Systems Approach*. London: Earthscan.

Cramer, J. (Ed.). (2007). *Testing framework for sustainable biomass Final report from project group.* NL: "Sustainable production of biomass". Abgerufen von http://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/070427-Cramer-FinalReport_EN.pdf

Crown (2009). *Multi-criteria analysis: a manual*. Abgerufen von Department for Communities and Local Government: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7612/1132618.pdf

Davis, S. C., Kucharik, C. J., Fazio, S., & Monti, A. (2013). Environmental sustainability of advanced biofuels. *Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr, 7*(6), 638-646. doi: 10.1002/bbb.1439

Dewulf, J., & Van Langenhove, H. (2002). Assessment of the sustainability of technology by means of a thermodynamically based life cycle analysis. *Environmental Science and Pollution Research, 9*(4), 267-273. doi: 10.1007/bf02987502

Dieckmann, J. (2004). *Luhmann-Lehrbuch*. München: Fink.

Diehl, K., König, B., Helming, K., Wascher, D. (2009). *Tools for Impact Assessment. Project Summary – IP SENSOR*. Münchenberg: Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research e.V.

Diekmann, A. (1998). *Empirische Sozialforschung: Grundlagen, Methoden, Anwendungen* (Orig.-Ausg., 4., durchges. Aufl., 13. - 17. Tsd ed.). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl.

Döring, R., & Ott, K. (2001). Nachhaltigkeitskonzepte. *Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensethik, 2/3 (2001)*, 315-339.

Dunger, K., & Rock, J. (2009). Projektionen zum potentiellen Rohholzaufkommen. *AFZ-Der Wald, 20/2009*, 1079-1081.

Eales, R., Smith, S., Twigger-Ross, C., Sheate, W., Özdemiroglu, E., Fry, C., … Foan, C. (2005). Emerging approaches to integrated appraisal in the UK. *Impact Assessment and Project Appraisal, 23*(2), 113-123. doi:10.3152/147154605781765643

Ecoinvent centre (2010). *Ecoinvent Data 2.2.* Dübendorf: Swiss Centre for Life Cycle Inventories.

Efroymson, R. A., Dale, V. H., Kline, K. L., McBride, A. C., Bielicki, J. M., Smith, … Shaw, D. M. (2013). Environmental Indicators of Biofuel Sustainability: What About Context? *Environmental Management, 51*(2), 291-306. doi:10.1007/s00267-012-9907-5

Eilenberger, W. (22. März 2010). Wir sind die letzten. *Süddeutsche Zeitung*. Abgerufen von http://www.sueddeutsche.de/kultur/zur-nachhaltigkeit-wir-sind-die-letzten-1.11875

Erlbeck, R., Haseder, I. E., & Stinglwagner, G. K. F. (1998). *Das Kosmos Wald- und Forstlexikon*. Stuttgart: Kosmos.

EuropeAid. (2004). *Project Cycle Management Guidelines* (Aid Delivery methods – Volume 1). Brüssel: European Commission. Abgerufen von http://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/methodology-aid-delivery-methods-project-cycle-management-200403_en_2.pdf

European Commission. (2009). *Sustainable development in the European Union – 2009 monitoring report of the EU sustainable development strategy*. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Commission. (2014). *Sustainable Development.* Abgerufen am 19.11.2014 von http://ec.europa.eu/environment/eussd/

FAO [Food an Agriculture Organization]. (2012). *SAFA Guidelines - Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems (Test Version 1.0)*. Rom: FAO. Abgerufen von FAO: http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/SAFA_Guidelines_12_June_2012_final_v2.pdf

FAO & GBEP [Food an Agriculture Organization & Global Bioenergy Partnership]. (2011). *The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy (First Edition.).* Rome: FAO. Abgrufen von GBEP: http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/Indicators/The_GBEP_Sustainability_Indicators_for_Bioenergy_FINAL.pdf

Figge, F., & Hahn, T. (2004a). Sustainable Value Added--measuring corporate contributions to sustainability beyond eco-efficiency. *Ecological Economics, 48*(2), 173-187. doi:10.1016/j.ecolecon.2003.08.005

Figge, F., & Hahn, T. (2004b). Sustainable Value Added. Ein neues Maß des Nachhaltigkeitsbeitrags von Unternehmen am Beispiel der Henkel KGaA. *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, 73*(1), 126-141.

Fischler, F. (2014). Sustainability. The concept for modern society. In C. Weidinger (Ed.), *Sustainable entrepreneurship - Business success through sustainability* (Vol. 2014, pp. 13-21). Berlin [u.a.]: Springer.

Fleischer, G. (1994). Methodik des Vergleichs von verwertungs-/ Entsorgungswegen im Rahmen der Ökobilanz. *Abfallwirtschaftsjournal: Vermeidung, Verwertung und Behandlung von Abfällen, 6*(10), 697-701.

Flick, U. (2010). *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung* (Vollst. überarb. und erw. Neuausg., 3. Aufl. ed.). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl.

Florin, M. J., van de Ven, G. W. J., & van Ittersum, M. K. (2014). What drives sustainable biofuels? A review of indicator assessments of biofuel production systems involving smallholder farmers. *Environmental Science & Policy, 37*, 142-157. doi:10.1016/j.envsci.2013.09.012

Forest Europe (2011). *State of Europe´s forests 2011. Status & trends in sustainable forest management in Europe.* Oslo: Forest Europe, FAO, UNECE. Abgerufen von http://www.foresteurope.org/documentos/State_of_Europes_Forests_2011_Report_Revised_November_2011.pdf

Fritsche, U., Hennenberg, K. J., & Hünecke, K. (2010). *The "iLUC Factor" as a Means to Hedge Risks of GHG Emissions from Indirect Land use Change.* Darmstadt: Öko-Institut . Abgerufen von http://www.oeko.de/oekodoc/1030/2010-082-en.pdf

Fritsche, U. R., Hennenberg, K. J., Hermann, A., Hünecke, K., Herrera, R., Fehrenbach, … A., Giegrich, J. (2010). *Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel Zusammenfassender Endbericht*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Abgerufen von http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/3960.pdf

Gallego Carrera, D., & Mack, A. (2010). Sustainability assessment of energy technologies via social indicators: Results of a survey among European energy experts. *Energy Policy, 38*(2), 1030-1039. doi:10.1016/j.enpol.2009.10.055

Gallopin, G. C. (2003). A systems approach to sustainability and sustainable development*. Serio medio ambiente y desarrollo (64)*. Chile: CEPAL. Abgerufen von http://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/12288/lcl1864i.pdf

Gasparatos, A. (2010). Embedded value systems in sustainability assessment tools and their implications. *Journal of Environmental Management, 91*(8), 1613-1622. doi:10.1016/j.jenvman.2010.03.014

Gasparatos, A., El-Haram, M., & Horner, M. (2008). A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. *Environmental Impact Assessment Review, 28*(4-5), 286-311. doi:10.1016/j.eiar.2007.09.002

Gastinger, K., Gaggl, P., & Gruber, C. (2011). *Unternehmerische Verantwortung im Zeitalter der Transparenz*. Abgerufen von PwC: http://www.pwc.de/de_de/de/nachhaltigkeit/assets/pwc-unternehmerische-verantwortung-transparenz-2011.pdf

Gheewala, S. H., Bonnet, S., Prueksakorn, K., & Nilsalab, P. (2011). Sustainability Assessment of a Biorefinery Complex in Thailand. *Sustainability, 3*, 518-530. doi:10.3390/su3030518

Giampietro, M., Mayumi, K., & Munda, G. (2006). Integrated assessment and energy analysis: Quality assurance in multi-criteria analysis of sustainability. *Energy, 31*(1), 59-86. doi:10.1016/j.energy.2005.03.005

Gibson, R. B. (2006). Beyond the pillars: Sustainability assessment as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-making. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management, 8*(3), 259-280. doi:10.1142/s1464333206002517

Gibson, R. B., & Hassan, S. (2005). *Sustainability assessment criteria and processes*. London: Earthscan.

Giegrich, J. (1995). Die Bilanzbewertung in produktbezogenen Ökobilanzen: Evaluation von Bewertungsmethoden, Perspektiven; Endbericht. In M. Schmidt & A. Schorb (Eds.), *Stoffstromanalysen in Ökobilanzen und Öko-Audits* (pp. 255-279). Heidelberg. Abgerufen von http://umwelt.hs-pforzheim.de

Ginter, T. (2013). Integrales Management. Neue Perspektiven für eine nachhaltige Entwicklung. In D. Ernst & U. Sailer (Eds.), *Nachhaltige Betriebswirtschaftslehre* (Vol. 2013, pp. 327-346). Konstanz [u.a.]: UVK.

Gnansounou, E. (2011). Assessing the sustainability of biofuels: A logic-based model. *Energy, 36*(4), 2089-2096. doi:10.1016/j.energy.2010.04.027

Gocht, A., Albrecht, R., Gömann, H., Ledebur, E.-O. v., Kleinhanß, W., Offermann, F., … Schroeder, L. A. (2012). *Analyse des Vorschlags zur Reform der Zuckermarktordnung* (Landbauforschung,

Sonderheft 360). Braunschweig: Thünen-Institut. Abgerufen von http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dn050360.pdf

Grober, U. (2013). *Die Entdeckung der Nachhaltigkeit. Kulturgeschichte eines Begriffs* (Aktualisierte u. erw. Neuausg., ed.). München: Kunstmann.

Grünig, R., & Kühn, R. (2013). *Entscheidungsverfahren für komplexe Probleme. Ein heuristischer Ansatz* (4. Aufl.). Berlin: Springer Gabler. Abgerufen von link.springer.com

Grunwald, A., & Kopfmüller, J. (2007). *Die Nachhaltigkeitsprüfung: Kernelement einer angemessenen Umsetzung des Nachhaltigkeitsleitbilds in Politik und Recht* (FZKA Wissenschaftliche Berichte 7349). Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe. Abgerufen von http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fn07/549863877.pdf

Guinée, J. B. (2002). *Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards.* Dordrecht: Kluwer.

Gupta, J. P., & Edwards, D. W. (2003). A simple graphical method for measuring inherent safety. *Journal of Hazardous Materials, 104*(1–3), 15-30. doi:10.1016/S0304-3894(03)00231-0

Haase, M. (2012). *Entwicklung eines Energie- und Stoffstrommodells zur ökonomischen und ökologischen Bewertung der Herstellung chemischer Grundstoffe aus Lignocellulose.*Karlsruhe: KIT Scientific Publishing. Abgerufen von GVK: http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fn12/716146673.pdf

Hardi, P., & Zdan, T. J. (1997). *Assessing sustainable development. Principles in Practice.* Winnipeg: International Institute for Sustainable Development.

Hacking, T., & Guthrie, P. (2008). A framework for clarifying the meaning of Triple Bottom-Line, Integrated, and Sustainability Assessment. *Environmental Impact Assessment Review, 28*(2-3), 73-89. doi:10.1016/j.eiar.2007.03.002

Hasenberg, V. (2009). Biokraftstoffe. Potenziale, Herausforderungen und Wege einer nachhaltigen Nutzung. *Reihe Nachhaltigkeit (27).* Hamburg: Diplomica Verl.

Hasenmüller, M.-P., & Schaltegger, S. (2013). *Herausforderungen im Nachhaltigkeitsmanagement. Der Beitrag der Pfadforschung zur Erklärung von Implementationsbarrieren.* Wiesbaden: Springer-Gabler.

Hauff, M. v., & Kleine, A. (2005). *Methodischer Ansatz zur Systematisierung von Handlungsfeldern und Indikatoren einer Nachhaltigkeitsstrategie. Das Integrierende Nachhaltigkeits-Dreieck*. Kaiserslautern: Techn. Univ.

Hauff, M. v., & Kleine, A. (2009). *Nachhaltige Entwicklung: Grundlagen und Umsetzung*. München: Oldenbourg.

Hayashi, T., van Ierland, E. C., & Zhu, X. (2014). A holistic sustainability assessment tool for bioenergy using the Global Bioenergy Partnership (GBEP) sustainability indicators. *Biomass and Bioenergy, 66*(0), 70-80. doi:10.1016/j.biombioe.2014.01.040

Heikkilä, A.-M. (1999). *Inherent safety in process plant design. An index-based approach* (Dissertation).Espoo: Technical Research Centre of Finland.

Herbes, C. (2013). Internationales Management und Nachhaltigkeit. In D. Ernst & U. Sailer (Eds.), *Nachhaltige Betriebswirtschaftslehre* (Vol. 2013, pp. 101-124). Konstanz [u.a.]: UVK.

Herlyn, E. L. A., & Radermacher, F. J. (2014). Sustainability. Challenges for the future. In C. Weidinger (Ed.) *Sustainable entrepreneurship* (Vol. 2014, pp. 23-37). Berlin [u.a.]: Springer.

Heuer, E. (2009). Studie bestätigt: Deutsche Wälder sind wichtige Kohlenstoffsenke. *AFZ-Der Wald, 20/2009*, 1068-1069.

IEA [International Energy Agency] (2010). *Sustainable Production of second-generation biofuels, potential and perspective in major economies and developing countries* (Information Paper February 2010). Paris: IEA. Abgerufen von http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/biofuels_exec_summary.pdf

Jastram, S. (2012). *Legitimation privater Governance: Chancen und Probleme am Beispiel von ISO 26000*. Wiesbaden: Gabler. Abgerufen von link.springer.com

Johnston, P., Everard, M., Santillo, D., & Robert, K.-H. (2007). Reclaiming the definition of sustainability. *Environmental Science and Pollution Research, 14*(1), 60-66. doi:10.1065/espr2007.01.375

Kamm, B., & Kamm, M. (2007). Das Konzept der Bioraffinerie – Produktion von Plattformchemikalien und Finalprodukten. *Chemie Ingenieur Technik, 79*(5), 592-603. doi:10.1002/cite.200700005

Koller, G., Fischer, U., & Hungerbühler, K. (2001). Comparison of Methods Suitable for Assessing the Hazard Potential of Chemical Processes During Early Design Phases. *Process Safety and Environmental Protection, 79*(3), 157-166. doi:10.1205/09575820150511939

Kopfmüller, J., Coenen, R., Jörissen, J. (2000). *Konkretisierung und Operationalisierung des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung für den Energiebereich* (FZKA Wissenschaftliche Berichte 6578). Abgerufen von GVK: http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fn01/33073699X.pdf

Kraus, P. (2012). *Ligninbasiertes Phenol: Anforderungen und Interesse an nachhaltige Technologien innerhalb der Wertschöpfungskette von Phenol - eine Potenzialanalyse.* (Masterthesis). Wien: BOKU. Abgerufen von https://forschung.boku.ac.at

KTBL. (2006). *Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/2007. Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft* (20 Aufl. ed.). Münster, Westf: Landwirtschaftsverl.

Kuhndt, M., Eckermann, A., & Herrndorf, M. (2008). Nachhaltigkeitskommunikation zur Förderung nachhaltigen Wirtschaftens in kleinen und mittleren Unternehmen. In R. Isenmann, J. C. Marx Gomez & M. Amelung (Eds.), *Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung* (Vol. 2008, pp. 65-81). Berlin: Schmidt.

Kurka, S. (2012). *Biomasse-basierte Produkte aus Konsumentensicht - ausgewählte europäische Länder im Vergleich.* (Dissertation). München: TU München. Abgerufen von http://d-nb.info/1024963926/34

Kurka, T. (2013). Application of the analytic hierarchy process to evaluate the regional sustainability of bioenergy developments. *Energy, 62*, 393-402. doi:10.1016/j.energy.2013.09.053

Lee, N. (2006). Bridging the gap between theory and practice in integrated assessment. *Environmental Impact Assessment Review, 26*(1), 57-78. doi:10.1016/j.eiar.2005.01.001

Legewie, H. (2005). *Gütekriterien und Qualitätssicherung qualitativer Methoden* (Nicht veröffentlichte Vorlesung zur Qualitativen Diagnostik und Forschung, 12). Berlin: TU Berlin. Abgerufen von http://www.ztg.tu-berlin.de/download/legewie/Dokumente/Vorlesung_12.pdf

Lems, S., van der Kooi, H. J., & Arons, J. D. (2002). The sustainability of resource utilization. *Green Chemistry, 4*(4), 308-313. doi:10.1039/b203490p

Lewandowski, I., & Faaij, A. P. C. (2006). Steps towards the development of a certification system for sustainable bio-energy trade. *Biomass and Bioenergy, 30*(2), 83-104. doi:10.1016/j.biombioe.2005.11.003

Li, X., Zanwar, A., Jayswal, A., Lou, H. H., & Huang, Y. (2011). Incorporating exergy analysis and inherent safety analysis for sustainability assessment of biofuels. *Industrial and Engineering Chemistry Research, 50*(5), 2981-2993. doi:10.1021/ie101660q

Lindner, M., Suominen, T., Palosuo, T., Garcia-Gonzalo, J., Verweij, P., Zudin, S., & Päivinen, R. (2010). ToSIA--A tool for sustainability impact assessment of forest-wood-chains. *Ecological Modelling, 221*(18), 2197-2205. doi:10.1016/j.ecolmodel.2009.08.006

Lundie, S. (1999). *Ökobilanzierung und Entscheidungstheorie. Praxisorientierte Produktbewertung auf der Basis gesellschaftlicher Werthaltungen*. Berlin [u.a.]: Springer.

Mantau, U. (2012). *Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015*. Hamburg: Zentrum Holzwirtschaft. Abgerufen von Thünen-Insitut: http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dn051281.pdf

Markevičius, A., Katinas, V., Perednis, E., & Tamašauskienė, M. (2010). Trends and sustainability criteria of the production and use of liquid biofuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14*(9), 3226-3231. doi:10.1016/j.rser.2010.07.015

Mauch, C. (2014). *Mensch und Umwelt. Nachhaltigkeit aus historischer Perspektive*. Oekom: München.

Mayer, S. (06. Juli 2014). Nachhaltigkeit: das politische Unwort des Jahres 2013? [21. August 2014]. Abgerufen von http://www.wahl.de/blog/130706/nachhaltigkeit-das-politische-unwort-des-jahres-2013

Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse : Grundlagen und Techniken* (11., aktualisierte und überarb. Aufl. ed.). Weinheim [u.a.]: Beltz.

MCPFE (Ed.). (2007). *Inter-criteria and indicators (C&I) process collaboration workshop, Bialowieza, Poland, 08 - 10 June 2006 : report*. Warsaw: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III., W. W. (1972). *The limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind* (1. print ed.). New York: Universe Books.

Merten, K. (1995). *Inhaltsanalyse. Einführung in Theorie, Methode und Praxis* (2., verb. Aufl. ed.). Opladen: Westdt. Verl.

Michels, J. (Ed.). (2009). *Pilotprojekt "Lignocellulose-Bioraffinerie" gemeinsamer Schlussbericht zu den wissenschaftlich-technischen Ergebnissen aller Teilvorhaben.*Frankfurt: DECHEMA. Abgerufen von GVK: http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb09/613711645.pdf

Michels, J. (Ed.). (2014). *"Lignocellulose-Bioraffinerie" Aufschluss lignocellulosehaltiger Rohstoffe und vollständige stoffliche Nutzung der Komponenten (Phase 2). Gemeinsamer Schlussbericht zu den wissenschaftlich-technischen Ergebnissen aller Teilvorhaben. Frankfurt: DECHEMA. Abgerufen von FNR: http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22019509.pdf*

Morrison-Saunders, A., & Fischer, T. B. (2006). What is wrong with EIA and SEA anyway? A sceptic´s perspective on sustainability assessment. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management, 8*(1), 19-39. doi:10.1142/S1464333206002372

Müller, F., Liesen, A., Marwede, M. Handke, V., Hahn, F., & Figge, F. (2009). *Der Sustainable-Value-Ansatz in kleinen und mittleren Unternehmen Konzepte und Erfahrungen aus drei Anwendungsstudien* (Werkstattbericht Nr. 107). Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. Abgerufen von https://www.izt.de/fileadmin/downloads/pdf/IZT_WB107.pdf

Munda, G., & Saisana, M. (2011). Methodological Considerations on Regional Sustainability Assessment Based on Multicriteria and Sensitivity Analysis. *Regional Studies, 45*(2), 261-276. doi:10.1080/00343401003713316

Munro, D. A., & Holdgate, M. W. (1991). *Caring for the earth. A strategy for sustainable living*. Gland, Switzerland: IUCN [u.a].

Myllyviita, T., Leskinen, P., Lähtinen, K., Pasanen, K., Sironen, S., Kähkönen, T., & Sikanen, L. (2013). Sustainability assessment of wood-based bioenergy – A methodological framework and a case-study. *Biomass and Bioenergy, 59*, 293-299. doi:10.1016/j.biombioe.2013.07.010

Mysiak, J. (2006). Consistency of the results of different MCA methods: a critical review. *Environment and Planning C: Government and Policy, 24*(2), 257-277. doi:10.1068/c04103s

Nachhaltigkeit.Info. (2014). *Abkommen und Bündnisse.* Abgerufen am 16.05.2014 von http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/abkommen_und_buendnisse_seit_1990_1436.htm

Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., & Olsson, L. (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics, 60*(3), 498-508. doi:10.1016/j.ecolecon.2006.07.023

Neumayer, E. (2013). *Weak versus strong sustainability. Exploring the limits of two opposing paradigms* (4. ed.). Cheltenham [u.a.]: Elgar.

Nullmeier, F., Geis, A., & Daase, C. (2012). Einleitung. In Nullmeier F., Geis, A., & Daase, C. (Eds.), *Der Aufstieg der Legitimitätspolitik. Rechtfertigung und Kritik politisch-ökonomischer Ordnungen* (Leviathan Sonderband 27/2012, ed. Vol. 2012). Baden-Baden: Nomos.

Obermaier, R., & Saliger, E. (2013). *Betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie. Einführung in die Logik individueller und kollektiver Entscheidungen* (6., grundlegend überarb. Aufl. ed.). München: Oldenbourg.

Oesten, G., & Roeder, A. (2002). *Management von Forstbetrieben – Band 1: Grundlagen, Betriebspolitik*. Remagen-Oberwinter: Forstbuch.de

Otto, S. (2007). *Bedeutung und Verwendung der Begriffe nachhaltige Entwicklung und Nachhaltigkeit.* (Dissertation). Bremen: Jacobs Universität. Abgerufen von http://www.jacobs-university.de/phd/files/1185371576.pdf

Pehnt, M., Lutz, C., Seefeldt, F., Schlomann, B., Wünsch, M., Lehr, U., . . . Fleiter, T. (2009). *Klimaschutz, Energieeffizienz und Beschäftigung - Potenziale und volkswirtschaftliche Effekte einer ambitionierten Energieeffizienzstrategie für Deutschland* (Bericht im Rahmen des Forschungsvorhabens „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“). Berlin: IFEU. Abgerufen von https://www.ifeu.de/energie/pdf/Klimaschutz_Energieeffizienz_undBeschaeftigung.pdf

Pope, J., Annandale, D., & Morrison-Saunders, A. (2004). Conceptualising sustainability assessment. *Environmental Impact Assessment Review, 24*(6), 595-616. doi:10.1016/j.eiar.2004.03.001

Pope, J., & Grace, W. (2006). Sustainability assessment in context: issues of process, policy and governance. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management, 8*(3), 373-398. doi:10.1142/s1464333206002566

Rahman, M., Heikkilä, A.-M., & Hurme, M. (2005). Comparison of inherent safety indices in process concept evaluation. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 18*(4–6), 327-334. doi:10.1016/j.jlp.2005.06.015

Rat für nachhaltige Entwicklung. (2010). *Nachhaltigkeitslabel für Produkte: Kritik an bestehenden Ökosiegeln.* Abgerufen am 01.06.2014 von http://www.nachhaltigkeitsrat.de/news-

nachhaltigkeit/2010/2010-05-13/nachhaltigkeitslabel-fuer-produkte-kritik-an-bestehenden-oekosiegeln

Rat für Nachhaltige Entwicklung. (2012). *Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex (DNK) : Empfehlungen des Rates für Nachhaltige Entwicklung und Dokumentation des Multistakeholderforums am 26.09.2011* (Texte Nr. 41). Berlin: Rat für Nachhaltige Entwicklung. Abgerufen von http://www.nachhaltigkeitsrat.de/uploads/media/RNE_Der_Deutsche_Nachhaltigkeitskodex_DNK_texte_Nr_41_Januar_2012.pdf

Rawls, J. (1975). *Eine Theorie der Gerechtigkeit* (1. Aufl. ed.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Roes, A. L., & Patel, M. K. (2011). Ex-ante environmental assessments of novel technologies-improved caprolactam catalysis and hydrogen storage. *Journal of Cleaner Production, 19*(14), 1659-1667. doi:10.1016/j.jclepro.2011.05.010

Rosen, M. A., & Dincer, I. (2001). Exergy as the confluence of energy, environment and sustainable development. *Exergy, An International Journal, 1*(1), 3-13. doi:10.1016/s1164-0235(01)00004-8

Saaty, T. L. (2003). Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *European Journal of Operational Research,145*(1),85-91. doi:10.1016/s0377-2217(02)00227-8

Sailer, U. (2013). Nachhaltigkeit. Eine Einführung. In D. Ernst & U. Sailer (Eds.), *Nachhaltige Betriebswirtschaftslehre* (Vol. 2013, pp. 24-30). Konstanz [u.a.]: UVK.

Saling, P. (2007). *Entwicklung der Nachhaltigkeitsbewertung SEEbalance® - im BMBF-Projekt "Nachhaltige Aromatenchemie"*. Karlsruhe: Inst. für Geographie und Geoökologie.

Sartorius, R. H. (1991). The logical framework approach to project design and management. *Evaluation Practice, 12*(2), 139-147. doi:10.1016/0886-1633(91)90005-I

Schaltegger, S., & Herzig, C. (2008). Berichterstattung im Lichte der Herausforderungen unternehmerischer Nachhaltigkeit. In R. Isenmann, J. Marx Gómez & M. Amelung (Eds.), *Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung. Maßgeschneiderte Stakeholder-Kommunikation mit IT* (pp. 51-64). Berlin: Schmidt.

Schmelzle, C. (2012). Zum Begriff politischer Legitimität. In Nullmeier F., Geis, A., & Daase, C. (Eds.), *Der Aufstieg der Legitimitätspolitik. Rechtfertigung und Kritik politisch-ökonomischer Ordnungen* (Vol. 2012, pp. 419-435). Baden-Baden: Nomos.

Schreyögg, G. (2008). *Organisation. Grundlagen moderner Organisationsgestaltung; mit Anwendungsstudien* (4., vollst. überarb. und erw. Aufl., Nachdr. ed.). Wiesbaden: Gabler.

Scrase, J. I., & Sheate, W. R. (2002). Integration and integrated approaches to assessment: what do they mean for the environment? *Journal of Environmental Policy & Planning, 4*(4), 275-294. doi:10.1002/jepp.117

Seintsch, B. (2011). Stellung der Holzrohstoffe in der Kostenstruktur des Holz- und Papiergewerbes in Deutschland. *Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie 2011/3*. Hamburg: Thünen-Insitut.

Smeets, E., Junginger, M., Faaij, A., Walter, A., Dolzan, P., & Turkenburg, W. (2008). The sustainability of Brazilian ethanol—An assessment of the possibilities of certified production. *Biomass and Bioenergy, 32*(8), 781-813. doi:10.1016/j.biombioe.2008.01.005

Speidel, G. (1967). *Forstliche Betriebswirtschaftslehre – Eine Einführung*. Hamburg und Berlin: Parey.

Stelzer, V. (1997). *Bewertungen in Umweltschutz und Umweltrecht.*Berlin und Heidelberg: Springer. Abgerufen von DOI 10.1007/978-3-642-59175-4

Strübing, J. (2013). *Qualitative Sozialforschung. Eine komprimierte Einführung für Studierende*. München: Oldenbourg.

Südzucker. (o.J.). FAQ Rohstoff Rübe. Abgerufen am 19.11.2014 von http://www.suedzucker.de/de/FAQ/Rohstoff-Ruebe/

Sutter, C. (2003). *Sustainability check up for CDM projects. How to assess the sustainability of international projects under the Kyoto Protocol*. Berlin: Wissenachaftlicher Verlag. Abgerufen von http://www.up.ethz.ch/publications/documents/Sutter_2003_Sustainability_Check-Up_for_CDM_Projects__e-book_.pdf

Thornley, P., Chong, K., & Bridgwater, T. (2014). European biorefineries: Implications for land, trade and employment. *Environmental Science & Policy, 37*(0), 255-265. doi:10.1016/j.envsci.2013.09.004

Tremmel, J. (2003). *Nachhaltigkeit als politische und analytische Kategorie. Der deutsche Diskurs um nachhaltige Entwicklung im Spiegel der Interessen der Akteure.* München: Ökom-Verl.

Tremmel, J. (2012). *Eine Theorie der Generationengerechtigkeit.* Münster: mentis.

Treyse, K., Kelm, M., Mehrtens, H., & Taube, F. (2008). Ein Indikatoransatz zur Bewertung der Nachhaltigkeit von intensiv genutzten Grünlandbeständen. *Berichte über Landwirtschaft, 86*(1), 79-102.

Tugnoli, A., Cozzani, V., & Landucci, G. (2007). A consequence based approach to the quantitative assessment of inherent safety. *AIChE Journal, 53*(12), 3171-3182. doi:10.1002/aic.11315

Tufvesson, L. M., & Börjesson, P. (2008). Wax production from renewable feedstock using biocatalysts instead of fossil feedstock and conventional methods. *The International Journal of Life Cycle Assessment, 13*(4), 328-338. doi:10.1007/s11367-008-0004-1

UNCED. (1992). *Agenda 21. Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung*. Rio de Janeiro: UNCED.

United Nations. (o.J.). *Der Global Compact*. Abgerufen am 01.06.2014 von http://www.unglobalcompact.org/Languages/german/

VDI [Verein Deutscher Ingenieure]. (o.J.). *Über uns*. Abgerufen am 13.08.2014 von http://www.vdi.de/ueber-uns/

VDI [Verein Deutscher Ingenieure]. (o.J.). *VDI-Fachbereich Ressourcenmanagement*. Abgerufen am 09.07.2014 von http://www.vdi.de/technik/fachthemen/energie-und-umwelt/fachbereiche/ressourcenmanagement/themen/nachhaltiges-wirtschaften-vdi-4070/

VDI [Verein Deutscher Ingenieure]. (2006). *Nachhaltiges Wirtschaften in kleine und mittelstädischen Unternehmen - Anleitung zum Nachhaltigen Wirtschaften* (VDI-Richtlinie 4070). Düsseldorf: VDI.

Veleva, V., & Ellenbecker, M. (2001). Indicators of sustainable production: framework and methodology. *Journal of Cleaner Production, 9*(6), 519-549. doi:10.1016/s0959-6526(01)00010-5

Wahmhoff, W. (2003). Nachhaltigkeit managen mit Indikatoren. In M. Girnau, L. Hövelmann, W. Wahmhoff, W. Wolf & H. Wurl (Eds.), *Nachhaltige Agrar- und Ernährungswirtschaft: Herausforderungen und Chancen in der Wertschöpfungskette* (pp. 13-23). Berlin: E. Schmidt.

Walter, A., Dolzan, P., Quilodrán, O., De Oliveira, J. G., Da Silva, C., Piacente, F., & Segerstedt, A. (2011). Sustainability assessment of bio-ethanol production in Brazil considering land use change, GHG emissions and socio-economic aspects. *Energy Policy, 39*(10), 5703-5716. doi:10.1016/j.enpol.2010.07.043

Wang, M., Huo, H., & Arora, S. (2011). Methods of dealing with co-products of biofuels in life-cycle analysis and consequent results within the US context. *Energy Policy, 39*(10), 5726-5736. doi:10.1016/j.enpol.2010.03.052

Windoffer, A. (2011). *Verfahren der Folgenabschätzung als Instrument zur rechtlichen Sicherung von Nachhaltigkeit*. Tübingen: Mohr Siebeck.

Wolfslehner, B., Bruechert, F., Fischbach, J., Rammer, W., Becker, G., Lindner, M., & Lexer, M. J. (2012). Exploratory multi-criteria analysis in sustainability impact assessment of forest-wood chains: the example of a regional case study in Baden-Wurttemberg. *European Journal of Forest Research, 131*(1), 47-56. doi:10.1007/s10342-011-0499-z

Zah, R., Hischier, R., Leão, A. L., & Braun, I. (2007). Curauá fibers in the automobile industry – a sustainability assessment. *Journal of Cleaner Production, 15*(11-12), 1032-1040. doi:10.1016/j.jclepro.2006.05.036

Zusammenfassung der EU-Gesetzgebung. (2009). *Strategie zur nachhaltigen Entwicklung*. Abgerufen am 31.05.2014 von http://europa.eu/legislation_summaries/environment/sustainable_development/l28117_de.htm

9. Anhang

9.1. Anhang Codebuch

Das Codebuch ist ein wichtiger Teil der Inhaltsanalyse (Mayring 2010, S. 11; 3. operativer Schritt). Mit Hilfe des Codebuchs werden bestimmte Strukturen oder Textteile im Material herausgefiltert und deren Zuordnung zu Kategorien systematisiert. Das Codebuch gewährleistet die Reproduzierbarkeit der Zuordnung von Nachhaltigkeitsaspekten in das Kategoriensystem.

Das Codebuch besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil ist dokumentiert, wie die Analyseeinheiten aus den Vorlagen exzerpiert und paraphrasiert wurden. Im zweiten Teil des Codebuchs sind die Kodierregeln und Ankerbeispiele aus der Anwendungsstudie Bioraffinerie dokumentiert, die die systematische Zuordnung der Analyseeinheiten zu den Nachhaltigkeitsthemen und -ausprägungen ermöglichen. Die Nummerierung der Analyseeinheiten (AE_XXXX) wird ebenfalls in den Anhängen 9.3.1 bis 9.3.4 verwendet. Anhand dieser Nummerierung wird die Rückverfolgbarkeit der Analyseeinheiten und Indikatoren zu den Vorlagen gewährleistet.

9.1.1. Codebuch Teil 1

Im ersten Teil des Codebuchs werden alle verwendeten Vorlagen beschrieben. Zu der Beschreibung gehören unter anderem der Titel, die Fundstelle, der eigentliche Zweck der Vorlage sowie, bei den kontextbezogenen Vorlagen, die Schlagwortkombination durch die die Vorlage gefunden wurde. Des Weiteren wird beschrieben, wie die Analyseeinheiten aus der Originalvorlage exzerpiert wurden. Diese Dokumentation ist notwendig, da ein standardisiertes Vorgehen aufgrund der heterogenen Struktur der Vorlagen nicht möglich war.

Rahmengebende Vorlagen		**Kontextbezogene Vorlagen**					
Nr	*Kurztitel (Seite)*	*Nr*	*Kurztitel (Seite)*	*Nr*	*Kurztitel (Seite)*	*Nr*	*Kurztitel (Seite)*
1	NHSTRAT (169)	5	FSC (184)	13	GBEP (202)	21	ProEthanol (213)
2	EUR (172)	6	PEFC (187)	14	AgBalance (203)	22	Schaidle (214)
3	DNK (GRI) (181)	7	SOEF/MCPFE (189)	15	SENSOR (205)	23	IChem (215)
4	VDI (183)	8	EFORWOOD (191)	16	Dürr, M. (206)	24	Othman (216)
		9	DLG (192)	17	SEEBALANCE (207)	25	Sala (217)
		10	ISCC (193)	18	ITA (208)	26	Gnanapragasam (218)
		11	UBA_LFNC (195)	19	Cramer (210)	27	Tugnoli (219)
		12	FAO (196)	20	Ruiz (211)	28	Zheng (219)

1.a Nationale Strategie für nachhaltige Entwicklung in Deutschland (NHSTRAT)

Bibliografie	
Titel	Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2012
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2012
Sonstiges	-
Fundstelle	Bestellnummer 0230001-12900-1 oder online https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Umweltindikatoren/IndikatorenPDF_0230001.pdf?__blob=publicationFile (letzter Zugriff 06.05.2013)
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Der Indikatorenbericht wird alle zwei Jahre vom Statistischen Bundesamt vorgelegt zur Messung von Wirksamkeit, Erfolg und Misserfolg politischer Strategien zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland. Bestandsaufnahme und Entwicklung der Nachhaltigkeitsindikatoren der nationalen Strategie für nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Erste Veröffentlichung 2002.
Ziel/Zweck	Mit 21 Schlüsselindikatoren für eine nachhaltige Entwicklung will die Bundesregierung in regelmäßigen Abständen aufzeigen, wo Deutschland auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung steht, welche Fortschritte erreicht wurden und wo es weiteren Handlungsbedarf gibt. Die Indikatoren sind wesentlicher Bestandteil eines Managementkonzeptes zur Umsetzung und kontinuierlichen Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsstrategie. Sie dienen insbesondere auch der Erfolgskontrolle. (Perspektiven für Deutschland – Langfassung, 2002, S.89)
Zielgruppe	Bevölkerung und politische Entscheidungsträger
Fachgebiet	nein, nationale nachhaltige Entwicklung
Verbindungen	internationale Ziele nachhaltiger Entwicklung, UN-Gipfel 1992 und Folgende (UNCSD)
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	21 Indikatoren, in vier Zielen. Die Ziele insgesamt in 21 Bereiche gegliedert, die Indikatoren außerdem teilweise noch in Unterindikatoren. Insgesamt gibt es 38 Indikatoren in 21 Bereichen.
Zeitlicher Horizont	Monitoring, mit Anzeige des Zielerreichungsgrads (bspw. Prognose bis 2020)
Analyseeinheit	
Dokumentation	Als Schlagwörter werden die Indikatoren sowie deren Überschriften und die dazugehörigen Ziele verwendet. In Einzelfällen können aus dem Text weitere Schlagwörter zur besseren Abgrenzung entnommen werden. Ergänzende Quelle ist dafür der Fortschrittsbericht 2012!
Hauptschlagwort	(Teil-)Indikator: Rohstoffproduktivität
Sekundär Schlagwörter	Ziel & Überschrift: Generationengerechtigkeit, Ressourcenschonung
Berechnungsart	
Rechnung	(S.72) „Rohstoffproduktivität = Bruttoinlandsprodukt / Einsatz von abiotischem Primärmaterial im Inland. Die Rohstoffproduktivität drückt aus, wie viel Bruttoinlandsprodukt (in Euro, preisbereinigt) je eingesetzter Tonne abiotischen Primärmaterials erwirtschaftet wird. Zum abiotischen Primärmaterial zählen die im Inland entnommenen Rohstoffe, ohne land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse, sowie alle importierten abiotischen Materialien (Rohstoffe, Halb und Fertigwaren)“
Datenquelle	statistisches Bundesamt (siehe "Daten zum Indikatorenbericht")

1.b Analyseeinheiten aus der Vorlage „Nationale Strategie für nachhaltige Entwicklung in Deutschland“ (NHSTRAT)

Lfd.Nr. AE NHSTRAT	**Hauptschlagwort**	**Nebenschlagwort 1**	**Nebenschlagwort 2 & 3**	**Berechnung/Original**
AE_0001	Energieproduktivität	Ressourcenschonung	Generationengerechtigkeit	„Energieproduktivität = Bruttoinlandsprodukt / Primärenergieverbrauch im Inland. Die Energieproduktivität drückt aus, wie viel Bruttoinlandsprodukt (in Euro, preisbereinigt) je eingesetzter Einheit Primärenergie (in Petajoule) erwirtschaftet wird.“
AE_0002	Primärenergieverbrauch	Ressourcenschonung	Generationengerechtigkeit	„Der Primärenergieverbrauch im Inland basiert auf den im Inland gewonnenen Primärenergieträgern und sämtlichen importierten Energieträgern abzüglich der Ausfuhr von Energie (und ohne Hochseebunkerungen). Aus Verwendungssicht entspricht das der Summe der für energetische Zwecke (Endenergieverbrauch und Eigenverbrauch der Energiesektoren) und für nicht energetische Zwecke (z. B. in der Chemie) eingesetzten Energie, der durch inländische Umwandlung von Energie entstehenden Verluste, der Fackel und Leitungsverluste sowie der in den Energiebilanzen nachgewiesenen statistischen Differenzen.“
AE_0003	Rohstoffproduktivität	Ressourcenschonung	Generationengerechtigkeit	„Rohstoffproduktivität = Bruttoinlandsprodukt / Einsatz von abiotischem Primärmaterial im Inland. Die Rohstoffproduktivität drückt aus, wie viel Bruttoinlandsprodukt (in Euro, preisbereinigt) je eingesetzter Tonne abiotischen Primärmaterials erwirtschaftet wird. Zum abiotischen Primärmaterial zählen die im Inland entnommenen Rohstoffe, ohne land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse, sowie alle importierten abiotischen Materialien (Rohstoffe, Halb und Fertigwaren)“
AE_0004	Treibhausgasemssionen	Klimaschutz	Generationengerechtigkeit	"Emissionen folgender Treibhausgase (Stoffe oder Stoffgruppen) gemäß KyotoProtokoll: Kohlendioxid (CO2), Methan (CH4), Distickstoffoxid (N2O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW/HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFC) und Schwefelhexafluorid (SF6). Das Basisjahr ist 1990 für CO2, CH4, N2O und 1995 für HFC, PFC, SF6. Berechnung auf Basis der Datenbank ZSE (Zentrales System Emissionen) des Umweltbundesamtes unter Berücksichtigung weiterer energiestatistischer Informationen."
AE_0005	Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch	Energieversorgung	Generationengerechtigkeit	„Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch. Zu den erneuerbaren Energien zählen u. a. Wasserkraft, Windkraft, Fotovoltaik, Solarenergie, Geothermie, Biomasse und der biologisch abbaubare Anteil von Haushaltsabfällen. Endenergie wird unter Energieverlust durch Umwandlung aus Primärenergie (siehe Indikator 1b) gewonnen und steht dem Verbraucher direkt zur Verfügung.“
AE_0006	Anteil erneuerbarer Energien	Energieversorgung	Generationengerechtigkeit	„Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen (siehe Indikator 3a) am (Brutto)Stromverbrauch (bestehend aus Nettostromversorgung des Landes, Austauschsaldo über die Landesgrenzen, Eigenstrom-

	am Strom-verbrauch			verbrauch der Kraftwerke und Netzverlusten)“
AE_0007	Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche	Flächennut-zung	Generationenge-rechtigkeit	„Durchschnittlicher täglicher Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche. Berechnung durch Division des Anstiegs der Siedlungs- und Verkehrsfläche (in Hektar) in definierter Zeitspanne (ein Jahr oder vier Jahre) durch die Anzahl der Tage (365/366 oder 1 461). Der gleitende Vierjahresdurchschnitt berechnet sich jeweils aus der Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in dem betreffenden und den vorangegangenen drei Jahren. Auf ein Jahr bezogene Aussagen werden derzeit durch externe Effekte (Umstellungen in den amtlichen Liegenschaftskatastern) beeinflusst, sodass der gleitende Vierjahresdurchschnitt aussagekräftiger ist.“
AE_0008	Artenvielfalt und landschafts-qualität	Arterhaltung	Generationenge-rechtigkeit, Lebensraum schützen	„Bezogen auf den angestrebten Zielwert 100, der bis zum Jahr 2015 erreicht werden soll, zeigt der Indikator den Entwicklungsstand als Index (Prozentanteil des Zielwertes). Der Index wird berechnet aus dem Grad der Erreichung der Bestandsziele, die für insgesamt 59 Vogelarten für das Zieljahr festgelegt wurden. Die dem Indikator zugrunde liegenden Vogelarten repräsentieren die wichtigsten Landschafts- und Lebensraumtypen in Deutschland (Agrarland, Wälder, Siedlungen, Binnengewässer, Küsten/Meere sowie die Alpen). Die Größe der Bestände spiegelt die Eignung der Landschaft als Lebensraum für die ausgewählten Vogelarten wider. Da neben Vögeln auch andere Arten an eine reichhaltig gegliederte Landschaft mit intakten, nachhaltig genutzten Lebensräumen gebunden sind, bildet der Indikator indirekt auch die Entwicklung zahlreicher weiterer Arten in der Landschaft und die Nachhaltigkeit der Landnutzung ab. Die historischen Werte für 1970 und 1975 sind rekonstruiert. Die Werte einiger Vogelarten in den Lebensräumen der Küsten/Meere, Binnengewässer und Alpen wurden in einzelnen Jahren extrapoliert.“
AE_0009	Staatsdefizit	Haushalts-konso-lidierung	Generationenge-rechtigkeit	„Jährliches Staatsdefizit (gesamtstaatlicher Finanzierungssaldo), berechnet aus Staatseinnahmen abzüglich Staatsausgaben (von Bund, Ländern, Gemeinden und Sozialversicherung) in der Abgrenzung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen in Prozent des nominalen Bruttoinlandsprodukts (BIP). Erlöse aus den UMTS Versteigerungen im Jahr 2000 sind nicht berücksichtigt.“
AE_0010	Strukturelles Defizit	Haushalts-konso-lidierung	Generationenge-rechtigkeit	„Jährliches strukturelles Defizit in Prozent des BIP. Es handelt sich um denjenigen Teil des jährlichen Staatsdefizits, der nicht auf konjunkturelle Schwankungen und temporäre Effekte zurückzuführen ist. Der Grundsatz des strukturell ausgeglichenen Haushalts (Schuldenbremse) ist im Grundgesetz niedergelegt (Artikel 109 sowie 115) und steht in Bezug zum Europäischen Stabilitäts- und Wachstumspakt.“
AE_0011	Schuldenstand	Haushalts-konso-lidierung	Generationenge-rechtigkeit	„Schuldenstand des Staates in der Abgrenzung des Maastricht Vertrages im Verhältnis zum nominalen BIP als Maßzahl der Staatsverschuldung.“
AE_0012	Verhältnis der Brut-toanlageinvesti-tion zum BIP	Investitions-bedinungen	Generationenge-rechtigkeit, Wohlstand erhalten	„Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen (in jeweiligen Preisen) zum nominalen Bruttoinlandsprodukt (BIP), auch als Investitionsquote bezeichnet. Dazu zählen die Anlagearten Bauten (Wohnbauten, Nichtwohnbauten), Ausrüstungen (Maschinen, Fahrzeuge, Geräte) und sonstige Anlagen immaterielle Anlagegüter, wie Software und Urheberrechte, Grundstücksübertragungskosten, Nutztiere).“
AE_0013	Private und öffentliche Ausgaben für Forschung und Entwicklung	Innovation	Generationenge-rechtigkeit	„Ausgaben für Forschung und Entwicklung von Wirtschaft, Staat und Hochschulen in Relation zum Bruttoinlandsprodukt.“
AE_0014	18- bis 24-Jährige ohne Abschluss	Bildung	Generationenge-rechtigkeit, Qualifikation	„Anteil der 18 bis 24 Jährigen, die gegenwärtig keine Schule oder Hochschule besuchen und sich auch an keiner Weiterbildungsmaßnahme beteiligen und nicht über einen Abschluss des Sekundarbereichs II (Hochschulreife bzw. abgeschlossene Berufsausbildung) verfügen, an allen 18 bis 24 Jährigen. Absolventen der Sekundarstufe I, die anschließend keinen beruflichen Abschluss oder keine Hochschulreife erlangt haben und sich nicht mehr im Bildungsprozess befinden, werden dazu gezählt. Somit sind Personen ohne und mit Hauptschulabschluss einbezogen.“
AE_0015	30-34-Jährige mit tertiärem oder postse-kundärem nicht-tertären Ab-schluss	Bildung	Generationenge-rechtigkeit, Qualifikation	„Anteil der 30 bis 34 Jährigen, die eine Hochschulausbildung (tertiäre Ausbildung nach International Standard Classification of Education (ISCED) Stufen 5 und 6) oder einen vergleichbaren Abschluss (ISCED 4) haben, an allen 30 bis 34 Jährigen. Zu den tertiären Abschlüssen zählen solche an Hochschulen und Fachhochschulen (ISCED 5A/6) sowie an Verwaltungsfachhochschulen, Berufs und Fachakademien, Fachschulen und Schulen des Gesundheitswesens (ISCED 5B). Der Indikator schließt postsekundäre nicht tertiäre Abschlüsse (ISCED 4) ein. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass zwei Abschlüsse des Sekundarbereichs II nacheinander oder auch gleichzeitig erworben werden, z.B. ein Abitur an Abendgymnasien, Kollegs oder Berufs/Technischen Oberschulen (hier ist jeweils vorausgesetzt, dass bereits ein beruflicher Abschluss vorhanden ist) oder der Abschluss einer Lehrausbildung nach dem Abitur oder der Abschluss von zwei beruflichen Ausbildungen nacheinander.“
AE_0016	Studienanfän-ger-quote	Bildung	Generationenge-rechtigkeit, Qualifikation	„Anteil der Studienanfänger (aus dem In und Ausland; ohne Verwaltungsfachhochschulen) im ersten Hochschulsemester an der altersspezifischen Bevölkerung. Der Indikator gibt an, wie hoch der Anteil eines Bevölkerungsjahrgangs ist, der ein Hochschulstudium aufnimmt. Er ist speziell für den internationalen Vergleich konzipiert und wird nach OECD Standard berechnet.“
AE_0017	BIP je Einwoh-ner	Wirtschafts-leistung	Lebensqualität, umwelt- und so-zialverträglich steigern	„Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt, Referenzjahr 2005) je Einwohner.“
AE_0018	Gütertransport-intensität	Mobilität sichern	Lebensqualität, Umwelt schonen	„Gütertransportintensität = Güterbeförderungsleistung (in Tonnenkilometern) / Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt). Dabei geht es um jegliche Beförderung von Gegenständen und alle Nebenleistungen im Inland (einschließlich Luftverkehr). Neben der Güterbeförderungsleistung wird ergänzend auch die Energieeffizienz betrachtet (absoluter Energieverbrauch und Energieverbrauch je Tonnenkilometer).“
AE_0019	Personentrans-port-intensität	Mobilität sichern	Lebensqualität, Umwelt schonen	„Personentransportintensität = Personenbeförderungsleistung (in Personenkilometern) / Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt). Basis sind jegliche Beförderungen von Personen und alle Nebenleistungen im Inland (einschließlich Luftverkehr). Neben der Personenbeförderungsleistung wird ergänzend auch die Energieeffizienz betrachtet (absoluter Energieverbrauch und Energieverbrauch je Personenkilometer).“
AE_0020	Anteile des Schie-nenverkehrs an der Güterbeför-derungsleistung	Mobilität sichern	Lebensqualität, Umwelt schonen	„Anteil der Güterbeförderungsleistung der Bahn (11c) sowie Anteil der Binnenschifffahrt (11d) an der gesamten Güterbeförderungsleistung im Inland ohne den Nahverkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge bis 50 km.“
AE_0021	Anteile der Binnenschiffahrt an der Güterbe-för-derungsleistung	Mobilität sichern	Lebensqualität, Umwelt schonen	„Anteil der Güterbeförderungsleistung der Bahn (11c) sowie Anteil der Binnenschifffahrt (11d) an der gesamten Güterbeförderungsleistung im Inland ohne den Nahverkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge bis 50 km.“

AE_0022	Stickstoffüberschuss	Landbewirtschaftung	Lebensqualität	„Stickstoffüberschuss in Kilogramm pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche, errechnet aus Stickstoffzufuhr (über Düngemittel, atmosphärische Deposition, biologische Stickstofffixierung, Saat und Pflanzgut, Futtermittel aus inländischer Erzeugung und aus Importen) abzüglich Stickstoffabfuhr (über pflanzliche und tierische Marktprodukte, die den Agrarsektor verlassen). Gesamtsaldo wird nach dem Prinzip der „Hoftor Bilanz“ berechnet, Stickstoffflüsse im innerwirtschaftlichen Kreislauf werden – mit Ausnahme der inländischen Futtermittelerzeugung – nicht ausgewiesen. Der gleitende Dreijahresdurchschnitt berechnet sich jeweils aus dem Gesamtsaldo des betreffenden Jahres sowie des Vor und Folgejahres.“
AE_0023	Ökologischer Landbau	Landbewirtschaftung	Lebensqualität	„Landwirtschaftlich genutzte Fläche ökologisch wirtschaftender Betriebe, die dem Kontrollverfahren der EU Rechtsvorschriften für den ökologischen Landbau unterliegen (Verordnung (EG) Nr. 834/2007 und Durchführungsvorschriften), als Anteil an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland. Sowohl die voll auf Ökolandbau umgestellten als auch die noch in der Umstellung befindlichen Flächen sind einbezogen.“
AE_0024	Schadstoffbelastung der Luft	Luftqualität	Lebensqualität, Gesundheitsschutz	„Zu den Luftschadstoffen zählen hier folgende Stoffe oder Stoffgruppen: Schwefeldioxid (SO2), Stickstoffoxide (NOX), Ammoniak (NH3) und flüchtige organische Verbindungen (NMVOC). Ungewichtetes Mittel der Indizes der vier genannten Luftschadstoffe.“
AE_0025	Vorzeitige Sterblichkeit (Männer)	Gesundheit	Lebensqualität, Schutz und Risiken	„Todesfälle in der männlichen (14a) und weiblichen (14b) unter 65 jährigen Bevölkerung, bezogen auf 100 000 Einwohner der standardisierten Bevölkerung (von 1987) unter 65 Jahren, einschl. der unter 1 Jährigen. Die Berechnung berücksichtigt, dass es durch die demografische Entwicklung in Deutschland immer mehr ältere Menschen über 65 Jahre gibt, und liefert eine über die Jahre vergleichbare Zeitreihe.“
AE_0026	Vorzeitige Sterblichkeit (Frauen)	Gesundheit	Lebensqualität, Schutz und Risiken	„Todesfälle in der männlichen (14a) und weiblichen (14b) unter 65 jährigen Bevölkerung, bezogen auf 100 000 Einwohner der standardisierten Bevölkerung (von 1987) unter 65 Jahren, einschl. der unter 1 Jährigen. Die Berechnung berücksichtigt, dass es durch die demografische Entwicklung in Deutschland immer mehr ältere Menschen über 65 Jahre gibt, und liefert eine über die Jahre vergleichbare Zeitreihe.“
AE_0027	Raucherquote von Jugendlichen	Gesundheit	Lebensqualität, Schutz und Risiken	„Anteil der befragten 12 bis 17Jährigen (Raucherquote von Jugendlichen, 14c) sowie Anteil der Befragten im Alter von 15 Jahren und mehr (Raucherquote von Erwachsenen, 14 d), welche im Mikrozensus die Fragen zum Raucherverhalten beantwortet haben und gelegentlich oder regelmäßig rauchen.“
AE_0028	Raucherquote von Erwachsenen	Gesundheit	Lebensqualität, Schutz und Risiken	„Anteil der befragten 12 bis 17Jährigen (Raucherquote von Jugendlichen, 14c) sowie Anteil der Befragten im Alter von 15 Jahren und mehr (Raucherquote von Erwachsenen, 14 d), welche im Mikrozensus die Fragen zum Raucherverhalten beantwortet haben und gelegentlich oder regelmäßig rauchen.“
AE_0029	Anteil der Menschen mit Adipositas (Fettleibigkeit)	Gesundheit	Lebensqualität, Schutz und Risiken	„Anteil der Erwachsenen (im Alter ab 18 Jahren) mit Adipositas, die im Mikrozensus die Fragen zu Körpergewicht und Körpergröße beantwortet haben und einen BMI (Body Mass Index) von 30 und mehr aufweisen, an der Bevölkerung gleichen Alters. Der BMI berechnet sich aus dem Verhältnis Körpergewicht in Kilogramm zum Quadrat der Körpergröße in Metern. Menschen mit einem BMI ab 30 gelten nach der Klassifikation der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als fettleibig. Alters und geschlechtsspezifische Unterschiede bleiben unberücksichtigt.“
AE_0030	Straftaten (Wohnungseinbruchsdiebstahl)	Kriminalität	Lebensqualität, Persönliche Sicherheit	„Anzahl der Straftaten, die der Polizei jährlich angezeigt und in der Polizeilichen Kriminalstatistik erfasst werden, je 100 000 Einwohner (Häufigkeitszahl).“
AE_0031	Erwerbstätigenquote (insgesamt)	Beschäftigung	Sozialer Zusammenhalt	„Anteil der Erwerbstätigen zwischen 15 und 64 (16a) sowie 55 und 64 Lebensjahren (16b) an der Gesamtbevölkerung derselben Altersklasse. Die EU Arbeitskräfteerhebung deckt die in privaten Haushalten lebende Bevölkerung ab, schließt jedoch Personen in Gemeinschaftsunterkünften aus. Die Erwerbsbevölkerung besteht aus Personen, die während der Referenzwoche irgendeine Tätigkeit gegen Entgelt oder Ertrag mindestens eine Stunde ausgeübt haben oder die nicht gearbeitet haben, weil sie vom Arbeitsplatz vorübergehend abwesend waren.“
AE_0032	Erwerbstätigenquote (Ältere)	Beschäftigung	Sozialer Zusammenhalt	„Anteil der Erwerbstätigen zwischen 15 und 64 (16a) sowie 55 und 64 Lebensjahren (16b) an der Gesamtbevölkerung derselben Altersklasse. Die EU Arbeitskräfteerhebung deckt die in privaten Haushalten lebende Bevölkerung ab, schließt jedoch Personen in Gemeinschaftsunterkünften aus. Die Erwerbsbevölkerung besteht aus Personen, die während der Referenzwoche irgendeine Tätigkeit gegen Entgelt oder Ertrag mindestens eine Stunde ausgeübt haben oder die nicht gearbeitet haben, weil sie vom Arbeitsplatz vorübergehend abwesend waren.“
AE_0033	Ganztagsbetreuung für Kinder (0-2)	Beruf und Familie fördern	Sozialer Zusammenhalt	„Anteil der Kinder in Ganztagsbetreuung (mehr als sieben Stunden, ohne Tagespflege) an allen Kindern der jeweiligen Altersgruppe: 0 bis 2 Jährige (17a) sowie 3 bis 5 Jährige (17b). Stichtag der Erhebung: 1. März.“
AE_0034	Ganztagsbetreuung für Kinder (3-5)	Beruf und Familie fördern	Sozialer Zusammenhalt	„Anteil der Kinder in Ganztagsbetreuung (mehr als sieben Stunden, ohne Tagespflege) an allen Kindern der jeweiligen Altersgruppe: 0 bis 2 Jährige (17a) sowie 3 bis 5 Jährige (17b). Stichtag der Erhebung: 1. März.“
AE_0035	Verdienstabstand zwischen Frauen und Männern	Gleichstellung	Sozialer Zusammenhalt	„Unterschied zwischen den durchschnittlichen Bruttostundenverdiensten der Frauen und Männer in Prozent der Verdienste der Männer.“
AE_0036	Ausländische Schulabgänger mit Schulabschluss	Integration	Sozialer Zusammenhalt	„Anteil ausländischer Schulabgängerinnen und Schulabgänger von allgemein bildenden Schulen mit Schulabschluss (das heißt mindestens Hauptschulabschluss) im Berichtsjahr an allen ausländischen Schulabgängern des Berichtsjahres.“
AE_0037	Anteil öffentlicher Entwicklungsausgaben am Bruttonationaleinkommen	Armut weltweit mindern	Internationale Verantwortung	„Anteil der Ausgaben für öffentliche Entwicklungszusammenarbeit ODA (Official Development Assistance) am Bruttonationaleinkommen. Zur ODA zählen vor allem Ausgaben für die finanzielle und technische Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern, humanitäre Hilfe sowie Beiträge an multilaterale Institutionen für Entwicklungszusammenarbeit (z. B. Vereinte Nationen, EU, Weltbank, regionale Entwicklungsbanken). Daneben sind der Erlass von Schulden sowie bestimmte Ausgaben für Entwicklung im Geberland, etwa Studienplatzkosten für Studierende aus Entwicklungsländern oder Ausgaben für entwicklungsspezifische Forschung, auf die ODA anrechenbar. Grundlage ist die jährliche Meldung an den Entwicklungsausschuss der OECD.“
AE_0038	Deutsche Einfuhren aus Entwicklungsländern	Handelschancen für Entwicklungsländer verbessern	Internationale Verantwortung	„Wert der Einfuhren aus Entwicklungsländern nach Deutschland ohne Einfuhren aus den sogenannten fortgeschrittenen Entwicklungsländern, aber einschließlich der europäischen Entwicklungsländer (z.B. Albanien, Weißrussland, Türkei). Basis für die Festlegung der Entwicklungsländer ist die Länderliste des DAC (Development Assistance Committee) der OECD.“

2.a Nachhaltigkeitsstrategie der Europäischen Union (EUR)

Bibliografie	
Titel	Sustainable Development in the European Union - 2011 Monitoring Report of the EU sustainable development strategy
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	European Union, EUROSTAT, 2011, Luxembourg
Sonstiges	ISBN 978-92-79-18516-8, doi: 10.2785/1538; siehe Bericht für weitere Informationen!
Fundstelle	http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-31-11-224
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	"Die EU Strategie für nachhaltige Entwicklung, eingeführt durch den Europäischen Rat in Göteborg (2001) und erneuert im Juni 2006, strebt eine kontinuierliche Verbesserung der Lebensqualität der heute lebenden und künftige Generationen an. Der Eurostat Fortschrittsbericht, welcher alle zwei Jahre veröffentlicht wird, gewährt ein objektives, statistisches Bild des Fortschritts, basierend auf den Indikatorensatz für nachhaltige Entwicklung. Quantitative Regeln sind durchweg über Indikatoren anwendbar und […] liefern eine verhältnismäßige Beurteilung darüber, ob Europa sich in die richtige Richtung bewegt und dabei - in angemessener Zeit - die in der Strategie definierten Ziele erfüllt. Die dargestellten Daten beziehen sich auf die Periode von 1990 bis 2010 (oder auf das zuletzt verfügbare Jahr)." (Quelle siehe Link Fundstelle, Eurostat)
Ziel/Zweck	Monitoring, Fortschritte zur nachhaltigen Entwicklung messen
Zielgruppe	Information der Bevölkerung und politischer Entscheidungsträger
Fachgebiet	nein, nachhaltige Entwicklung Europas
Verbindungen	Europäischer Prozess parallel zu UNCSD
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	7 Schlüsselherausforderungen, 10 Themen, 4 Indikatorebenen! (unter anderem auch "Kontextindikatoren" - alle sind in der Liste exzerpiert), 133 Einzelindikatoren
Zeitlicher Horizont	Dokumentation der vergangenen Jahre, mit Zielerreichungsgradvergleich
Analyseeinheit	
Dokumentation	Aus dem Englischen übersetzt. Die Schlagwörter werden aus dem Anhang ab S.362 entnommen. Verschiedene Indikatorebenen und Überschriften werden zur Bestimmung verwendet. In einigen Fällen werden weitere Erläuterungen aus dem Text ergänzt.
Hauptschlagwort	Indikator: Aufkommen nicht mineralischer Abfälle
Sekundär Schlagwörter	Thema: Nachh. Konsum und Produktion, Unterthema: Ressourcennutzung und Abfall,"Indicator relevance"
Berechnungsart	
Rechnung	Aus dem Englischen übersetzt: (S.97) Der Indikator gibt die produzierte die Menge nicht-mineralischen Abfalls wieder, in kg pro Jahr. Der Indikator deckt gefährlichen und nicht-gefährlichen Abfall, von allen Wirtschaftssektoren, Verwaltungen und Haushalten ab, inklusive Abfall von Abfallbehandlung (sekundäre Abfälle), aber exklusive mineralischer Abfälle, kontaminierten Böden und Nassbaggermaterial.
Datenquelle	EUROSTAT, auf europäische Ebene (ja nach Verfügbarkeit EU-15, 25 oder 27)

2.b Nachhaltigkeitsstrategie der Europäischen Union (EUR)

Lfd. Nr. AE EUR	**Hauptschlagwort**	**Nebenschlagwort 1**	**Nebenschlagwort 2 - 5**	**Berechnung/Original**
AE_0039	Reales BIP pro Kopf , Wachstumsrate und insgesamt	sozioökonomische Entwicklung	Wohlstand, Lebensstandard	This indicator is a measure of economic activity, namely the value of an economy's total output of goods and services, less intermediate consumption, plus net taxes on products and imports, in a specified period. GDP can be broken down by output, expenditure or income components. The main expenditure aggregates that make up GDP are household final consumption, government final consumption, gross fixed capital formation, changes in inventories, and net exports, i.e. the difference between imports and exports of goods and services (including intra-EU trade).
AE_0040	Investitionen nach institutionellen Sektoren	sozioökonomische Entwicklung	Ökonomische Entwicklung, Zukunftsvorsorge, Effizienz	The indicator gives the share of GDP that is used for gross investment (rather than being used, for example, for consumption or exports). It is defined as total gross fixed capital formation (GFCF) expressed as a percentage of GDP, for the public and private sectors. GFCF consists of resident producers' acquisitions, less disposals of fixed assets, plus certain additions to the value of non-produced (usually natural) assets realised by productive activity. It also includes certain additions to the value of nonproduced assets realised by productive activity, such as improvements to land.
AE_0041	regionale Ungleichheiten BIP je Einwohner	Sozioökonomische Entwicklung	Ökonomische Entwicklung, Verteilungsgerechtigkeit, soziale Inklusion	The within-country dispersion rate of regional GDP at NUTS level 3 is measured by the sum of the absolute differences between regional and national GDP per capita, weighted with the share of population and expressed as a percentage of the national GDP per capita. The indicator is calculated from regional GDP figures based on the European System of Accounts (ESA95). The dispersion of regional GDP is zero when the GDP per capita in all of a country's regions is identical, and it rises if there is an increase in the distance between a region's GDP per capita and the country mean.
AE_0042	Nettovolkseinkommen	Sozioökonomische Entwicklung	Ökonomische Entwicklung	keine Angaben
AE_0043	Sparquote privater Haushalte	sozioökonomische Entwicklung	Ökonomische Entwicklung, Zukunftsvorsorge	The gross household saving rate measures the portion of disposable income not spent by households. It is measured by dividing gross saving by nominal gross disposable income adjusted for the change in the net equity in pension fund reserves. The real gross disposable income of households is defined as the nominal gross disposable income of households divided by the deflator (price index) of household final consumption expenditure.
AE_0044	reales Arbeitsproduktivitätswachstum je	sozioökonomische Entwicklung	Innovation/ Konkurrenzfähigkeit/ Ökoeffizienz, Zukunftsvorsorge,	Labour productivity per hour worked is calculated as real output (GDP deflated) per unit of labour input (measured by the total number of hours worked). It provides a better picture of productivity developments in the economy than labour productivity per person employed,

	geleisteter Arbeitsstunde		Sicherung des Wohlstands	because it eliminates differences in the full time/part time composition of the workforce across countries and years.
AE_0045	Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung	sozioökonomische Entwicklung	Innovation/ Konkurrenzfähigkeit/ Ökoeffizienz, Zukunftsvorsorge, Wissen	The indicator is defined as gross domestic expenditure on research and experimental development (GERD) as a percent of GDP. GERD includes expenditure from business enterprise, higher education, government and private non-profit expenditure in R&D.
AE_0046	Energieintensität der Wirtschaft	sozioökonomische Entwicklung	Innovation/ Konkurrenzfähigkeit/ Ökoeffizienz	Total energy intensity is the ratio between the gross inland consumption of energy and the gross domestic product (GDP). Energy consumption comprises the consumption of solid fuels, liquid fuels, gas, nuclear energy, renewable energies, and other fuels.
AE_0047	Realer effektiver Wechselkurs	sozioökonomische Entwicklung	Innovation/ Konkurrenzfähigkeit/ Ökoeffizienz	keine Angaben
AE_0048	Umsatz durch Innovation	sozioökonomische Entwicklung	Innovation/ Konkurrenzfähigkeit/ Ökoeffizienz	keine Angaben
AE_0049	Erwerbstätigenquote insgesamt	sozioökonomische Entwicklung	Beschäftigung, Wohlstand, soziale Inklusion	The employment rate is defined as the share of persons aged 20 to 64 years in employment. The employment rate by highest level of education attained is defined as the share of employed people within age group 25 to 64 years who have attained a specific level of education in the total population of the same age group.
AE_0050	Erwerbstätigenquote, nach Geschlecht	sozioökonomische Entwicklung	Beschäftigung, Gleichberechtigung, Lebensqualität	The female employment rate is defined as the share of employed women aged 20-64 years in the total female population of the same age group.
AE_0051	Erwerbstätigenquote nach höchstem erreichten Bildungsgrad	sozioökonomische Entwicklung	Beschäftigung	The employment rate is defined as the share of persons aged 20 to 64 years in employment. The employment rate by highest level of education attained is defined as the share of employed people within age group 25 to 64 years who have attained a specific level of education in the total population of the same age group.
AE_0052	Streuung der regionalen Erwerbstätigenquoten, nach Geschlecht	sozioökonomische Entwicklung	Beschäftigung, Lebensstandard	The indicator is expressed as the coefficient of variation of regional employment rates of age group 15-64 at NUTS level 2. For a given country the dispersion of regional employment rates is defined as the square root of the weighted variance of regional employment rates divided by the employment rate at national (respectively, European level). The dispersion of regional employment is zero when the employment rates in all regions are identical. It rises if the differences between employment rates among regions increase.
AE_0053	Arbeitslosenquote, nach Geschlecht	sozioökonomische Entwicklung	Beschäftigung, Armutsgefährdung, soziale Inklusion, Lebensstandard	The unemployment rate is defined as the number of unemployed persons as a percentage of the labour force. The labour force consists of all employed and unemployed persons in that age group. Unemployed persons comprise persons aged 15 to 74 who were (a) without work during the reference week; (b) currently available for work (available for paid employment or self-employment before the end of the two weeks following the reference week); (c) actively seeking work (had taken specific steps in the four-week period ending with the reference week to seek paid employment or self-employment); or who found a job to start later (within a period of, at most, three months).
AE_0054	Arbeitslosenquote nach Altersgruppe	sozioökonomische Entwicklung	Beschäftigung, Armutsgefährdung, soziale Inklusion, Lebensstandard	The unemployment rate is defined as the number of unemployed persons as a percentage of the labour force. The labour force consists of all employed and unemployed persons in that age group. Unemployed persons comprise persons aged 15 to 74 who were (a) without work during the reference week; (b) currently available for work (available for paid employment or self-employment before the end of the two weeks following the reference week); (c) actively seeking work (had taken specific steps in the four-week period ending with the reference week to seek paid employment or self-employment); or who found a job to start later (within a period of, at most, three months).
AE_0055	Ressourcenproduktivität	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Verringerung nicht-erneuerbaren Ressourceneinsatz, Einschränkung von Umweltwirkungen, Jobs sichern	Resource productivity is the ratio between GDP (in chain-linked volumes) and domestic material consumption (see definition of following indicator).
AE_0056	Aufkommen nicht-mineralischer Abfälle	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Ressourcennutzung und Abfall, Effizienz, natürliche Ressourcen schützen, Umweltwirkungen	This indicator presents the amount of non-mineral waste generated, expressed in kg per capita and per year. The indicator covers hazardous and non-hazardous waste from all economic sectors, administrations and households, including waste from waste treatment (secondary waste) but excluding mineral waste, contaminated soils and dredging spoil.
AE_0057	Komponenten des inländischen Materialverbrauchs	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Ressourcennutzung und Abfall	keine Angaben
AE_0058	Inländischer Materialverbrauch, nach Materialien	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Ressourcennutzung und Abfall, Verbrauch natürlicher Ressourcen, Umweltwirkungen, Effizienz	Domestic material consumption measures the total amount of materials directly used by an economy. It is defined as the annual quantity of raw materials extracted from the domestic territory of an economy plus all physical imports minus all physical exports.
AE_0059	Aufkommen und Behandlung kommunaler Abfälle	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Ressourcennutzung und Abfall, Verbrauch natürlicher Ressourcen, Umweltwirkungen, Effizienz	Municipal waste treatment presents the amount of municipal waste recovered through recycling and composting as well as the amount disposed of through landfilling and through incineration. The bulk of this waste stream is from households, though similar wastes from sources such as commerce, offices and public institutions are included. Recycling means any recovery operation by which waste materials are reprocessed. Composting represents the treatment of biodegradable matter.
AE_0060	Schwefeloxidemissionen (SOx), nach Sektor	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Ressourcennutzung und Abfall, Gesundheit, Umweltwirkungen	These indicators monitor anthropogenic atmospheric emissions of SOx, NOx, NMVOC and NH3, by source sector.
AE_0061	Stickstoffoxidemissionen (NOx), nach Sektor	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Ressourcennutzung und Abfall, Gesundheit, Umweltwirkungen	These indicators monitor anthropogenic atmospheric emissions of SOx, NOx, NMVOC and NH3, by source sector.
AE_0062	Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Ressourcennutzung und Abfall, Gesundheit, Umweltwirkungen	These indicators monitor anthropogenic atmospheric emissions of SOx, NOx, NMVOC and NH3, by source sector.

	ohne Methan (NMVOC), nach Sektor			
AE_0063	Ammoniakemissionen (NH3), nach Sektor	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Ressourcennutzung und Abfall, Gesundheit, Umweltwirkungen	These indicators monitor anthropogenic atmospheric emissions of SOx, NOx, NMVOC and NH3, by source sector.
AE_0064	Stromverbrauch der Privathaushalte	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Konsummuster, Umweltwirkungen	The electricity consumption of households represents the total quantity of electricity consumed by all households. Household consumption covers all uses of electricity for space and water heating and for all electrical appliances.
AE_0065	Energetischer Endverbrauch nach Sektor	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Konsummuster, Treibhausgase/ Umwelt- und Luftverschmutzung, Verbrauch endlicher Ressourcen, Importabhängigkeit	The final energy consumption by sector expresses the sum of energy supplied to the final consumer's door for all energy uses, broken down by consuming sector (transport, industry, households, services, agriculture, other).
AE_0066	Pro Kopf Verbrauch bestimmter Lebensmittel	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Konsummuster	keine Angaben
AE_0067	Motorisierungsquote	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Konsummuster, Erreichbarkeit, Lebensqualität, Umweltwirkungen	Motorisation rate refers to the number of passenger cars per 1 000 inhabitants. A passenger car is a road motor vehicle, other than a motorcycle, intended for carrying passengers and designed to seat no more than nine persons (including the driver). The term 'passenger car' therefore covers micro-cars (which need no permit to be driven), taxis and hired passenger cars, provided they have fewer than ten seats; this category may also include pick-ups.
AE_0068	Organisationen und Standorte mit EMAS Registrierung	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Produktionsmuster, Ressourceneffizienz, ökologische performance von Unternehmen	This indicator is defined as the number of EMAS-registered organisations and sites. EMAS is a voluntary environmental management system implemented by companies and other organizations from all sectors of economic activity, including local authorities, to evaluate, report on and improve their environmental performance.
AE_0069	Europäische Ecolabel Lizenzen	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Produktionsmuster, Unternehmens soziale und öko-performance, Verbraucherinformation	This indicator measures the number of Ecolabel licences in European countries. The EU Ecolabel is awarded to products and services with reduced environmental impacts.
AE_0070	Landwirtschaftlich genutzte Fläche mit Agrarumweltbeihilfen	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Produktionsmuster, Umwelt- und Landschaftsschutz, Biodiversität	This indicator monitors trends in agricultural land enrolled in agri-environmental measures as the share of total utilised agricultural area (UAA). The data include agri-environmental contracts signed in 2007-2009 under Regulation (EC) 1698/2005 on support for rural development by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD).
AE_0071	Für ökologische Landwirtschaft genutzte Fläche	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Produktionsmuster, Umwelt- und Tierschutz, Bodenschutz, Biodiversität	This indicator is defined as the share of total utilised agricultural area (UAA) occupied by organic farming (existing organically farmed areas and areas in process of conversion). Organic production is an overall system of farm management and food production that combines best environmental practices, a high level of biodiversity, the preservation of natural resources, the application of high animal welfare standards and a production method in line with the preference of certain consumers for products produced using natural substances and processes (49).
AE_0072	Viehbestandsdichteindex	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Produktionsmuster, Agrarintensität, Wasserschutz, Tierschutz	The livestock density index provides the number of livestock units (LSU) per hectare of utilized agricultural area (UAA). The LSU is a reference unit which allows livestock from various species and ages to be added together. The 'Eurofarm LSU coefficients', which are the basis of this indicator, are established by convention, although originally they were related to the animals' feed requirements, the reference being a dairy cow with an annual yield of 3 000 kg milk, without additional concentrated feeding stuffs. In the interpretation of the livestock density index, the limits of this theoretical unit are to be taken into account. The kinds of livestock aggregated in the LSU total, for the purpose of this indicator, are: equidae, cattle, sheep, goats, pigs, poultry and rabbits.
AE_0073	Anzahl der Personen in Haushalten	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Ressourcennutzung, Verbrauch, Armutsrisiko	The indicator is defined as the average number of persons living in private households. Private households are either a one-person household or a multi-person household, i.e. a group of two or more persons who jointly occupy the whole or part of a housing unit and provide themselves with food and possibly other essentials for living.
AE_0074	Konsumausgaben der privaten Haushalte nach Verwendungszwecken	Nachhaltiger Konsum und Produktion	Umweltwirkungen	Household expenditure refers to any spending done by a person living alone or by a group of people living together in shared accommodation and with common domestic expenses. It includes expenditure incurred on the domestic territory (by residents and non-residents) for the direct satisfaction of individual needs and covers the purchase of goods and services, the consumption of own production (such as garden produce) and the imputed rent of owner-occupied dwellings. Expenditures are measured in chain-linked volumes to the reference year 2000 at 2000 exchange rates.
AE_0075	Von Armut oder sozialer Ausgrenzung bedrohte Personen	Soziale Inklusion	Lebensstandard, Beschäftigung	The at-risk of poverty or social exclusion indicator sums up the number of persons who are at risk of poverty, severely materially deprived or living in households with very low work intensity. Persons present in several sub-indicators are only counted once. Persons at risk of poverty have an equivalised disposable income below 60 % of the national median equivalised disposable income after social transfers. Material deprivation covers indicators relating to economic strain and durables, Severely materially deprived persons live in conditions greatly constrained by a lack of resources and cannot afford at least four of the following: to pay rent or utility bills; to keep home adequately warm; to pay unexpected expenses; to eat meat, fish or a protein equivalent every second day; a week's holiday away from home; a car; a washing machine; a colour TV; or a telephone. Persons are considered living in households with very low work intensity if they are aged 0-59 and the working age members in the household worked less than 20 % of their potential during the past year.
AE_0076	Quote der dauerhaften Armutsgefährdung	Soziale Inklusion	Geldarmut und Lebensumstände	keine Angaben
AE_0077	Anzahl Personen die armutsge-	Soziale Inklusion	Geldarmut und Lebensumstände	The indicator 'at-risk-of-poverty rate after social transfers' measures the share of persons at risk of monetary poverty. Persons are at risk of poverty if their equivalised disposable income is

	fährdet sind, trotz "Sozialhilfe"			below the risk-of-poverty threshold, which is set at 60 % of the national median after social transfers.
AE_0078	Anzahl Personen die armutsgefährdet sind, trotz "Sozialhilfe", nach Geschlecht	Soziale Inklusion	Geldarmut und Lebensumstände	The indicator 'at-risk-of-poverty rate after social transfers' measures the share of persons at risk of monetary poverty. Persons are at risk of poverty if their equivalised disposable income is below the risk-of-poverty threshold, which is set at 60 % of the national median after social transfers.
AE_0079	Armutsgefährdungsrate, nach Altersgruppen	Soziale Inklusion	Geldarmut und Lebensumstände	The indicator 'at-risk-of-poverty rate after social transfers' measures the share of persons at risk of monetary poverty. Persons are at risk of poverty if their equivalised disposable income is below the risk-of-poverty threshold, which is set at 60 % of the national median after social transfers.
AE_0080	Armutsgefährdungsrate, nach Haushaltstypen	Soziale Inklusion	Geldarmut und Lebensumstände	The indicator 'at-risk-of-poverty rate after social transfers' measures the share of persons at risk of monetary poverty. Persons are at risk of poverty if their equivalised disposable income is below the risk-of-poverty threshold, which is set at 60 % of the national median after social transfers.
AE_0081	Unter erheblicher materieller Deprivation leidende Personen	Soziale Inklusion	Geldarmut und Lebensumstände, essentielle Waren	'Material deprivation' covers issues relating to economic strain and durables. Severely materially deprived persons have living conditions greatly constrained by a lack of resources and cannot afford at least four of the following: to pay rent or utility bills; to keep their home adequately warm; to pay unexpected expenses; to eat meat, fish or a protein equivalent every second day; a week holiday away from home; a car; a washing machine; a colour TV; or a telephone.
AE_0082	Relativer Medianwert der Armutsgefährdungslück	Soziale Inklusion	Geldarmut und Lebensumstände, Einkommensverteilung	The relative median at-risk-of-poverty gap is the difference between the median equivalised total income of persons below the at-risk-of-poverty threshold and the threshold itself. It is expressed as a percentage of the at-risk-of-poverty threshold (cut-off point: 60 % of median equivalised income).
AE_0083	Ungleichheit der Einkommensverteilung	Soziale Inklusion	Geldarmut und Lebensumstände, soziale Spannung, Arm-Reich-Lücke	The income inequality indicator (income quintile share ratio) is defined as the ratio of total equivalised disposable household income received by the 20 % of the population with the highest income (top quintile) to that received by the 20 % of the population with the lowest income (lowest quintile).
AE_0084	In Haushalten mit sehr niedriger Erwerbstätigkeit lebende Personen	Soziale Inklusion	Zugang zum Arbeitsmarkt, Wohlstand, Armutsrisiko, Vorbildfunktion	Persons are defined as living in households with very low work intensity if they are aged 0-59 and the working age members in the household worked less than 20 % of their potential during the past year.
AE_0085	Armutsgefährdungsquote von erwerbstätigen Personen	Soziale Inklusion	Zugang zum Arbeitsmarkt	This indicator is defined as the share of persons in work aged 18 or over whose national median disposable household income after social transfers is below the at-risk-of-poverty threshold, which is set at 60 % of the national median.
AE_0086	Langzeitarbeitslosigkeitsrate, Total	Soziale Inklusion	Zugang zum Arbeitsmarkt	The long-term unemployment rate is calculated as long-term (twelve months or longer) unemployed persons aged at least 15 years, who are not living in collective households who are available within the next two weeks and are actively seeking work, as a share of the total active population of the same age group.
AE_0087	Geschlechtsspezifischer Lohnunterschied ohne Anpassungen (GPG)	Soziale Inklusion	Zugang zum Arbeitsmarkt, Wohlstand, Armutsrisiko, Vorbildfunktion	The 'gender pay gap in unadjusted form' is the difference between average gross hourly earnings of male and female paid employees as a percentage of average gross hourly earnings of male paid employees. All employees working in firms with ten or more employees are included.
AE_0088	Frühzeitige Schul- und Ausbildungsabgänger	Soziale Inklusion	Bildung, Arbeitschancen, Wohlstand	The indicator is defined as the percentage of the population aged 18-24 with, at most, lower secondary education (ISCED levels 0,1,2 or 3c short) and who were not in further education or training during the last four weeks.
AE_0089	Armutsgefährungsquote, nach höchstem erreichten Bildungsstand	Soziale Inklusion	Bildung	The indicator 'at-risk-of-poverty rate after social transfers' measures the share of persons at risk of monetary poverty. Persons are at risk of poverty if their equivalised disposable income is below the risk-of-poverty threshold, which is set at 60 % of the national median after social transfers.
AE_0090	Personen mit niedrigem Ausbildungsniveau, nach Altersgruppe	Soziale Inklusion	Bildung, Arbeitschancen, Gleichheit, Qualität der Arbeit	The indicator defines the percentage of the population having reached UNESCO's International Standard Classification of Education (ISCED) level of 2 or less (lower secondary education at most).
AE_0091	Lebenslanges Lernen	Soziale Inklusion	Bildung, Arbeitschancen, Qualifikation	The indicator is defined as the percentage of the population aged 25 to 64 participating in education or training in the last four weeks. Data are from the EU Labour Force Survey. From 2004 onwards, this variable is derived from two variables, i.e. 'participation in regular education' and 'participation in other taught activities'. Self learning activities are no longer covered.
AE_0092	Geringe Lesekompetenz von Schülern	Soziale Inklusion	Bildung	The indicator is defined as the percentage of 15-year-old pupils with reading literacy proficiency level 1 and lower on the PISA reading literacy scale.
AE_0093	Niveau der Computerkenntnisse von Personen	Soziale Inklusion	Bildung	keine Angaben
AE_0094	Niveau der Internetkenntnisse von Personen	Soziale Inklusion	Bildung	keine Angaben
AE_0095	Erwerbstätigenquote älterer Erwerbstätiger	Demografischer Wandel	Anpassungsfähigkeit des europäischen Arbeitsmarkts, Stärkung des öffentlichen Haushalts	The employment rate of older workers is defined as the number of persons (females, males) aged 55-64 in employment as a share of the total population (females, males) of the same age group. The employed population consists of those persons who, during the reference week, performed work for pay or profit for at least one hour, or were not working but had jobs from

				which they were temporarily absent.
AE_0096	Lebenserwartung mit 65 Jahren, nach Geschlecht	Demografischer Wandel	Demografie, Gesundheit, Ausgaben für Pension und Health care	Life expectancy at age 65 is defined as the average number of years still to be lived by a woman or a man who has reached the age of 65, if subjected throughout the rest of his or her life to the current mortality conditions (age-specific probabilities of dying).
AE_0097	Gesamtfruchtbarkeitsrate	Demografischer Wandel	Demografie, Erhalt der Population, Druck auf die Umwelt	The indicator is defined as the mean number of children that would be born alive to a woman during her lifetime, if she were to pass through her childbearing years conforming to the fertility rates by age of a given year. This rate is, therefore, the completed fertility of a hypothetical generation, computed by adding the fertility rates by age for women in a given year.
AE_0098	Unangepasste Netto-Migrationsrate plus Ausgleich	Demografischer Wandel	Demografie, Arbeitsmarkt	The indicator is defined as the ratio of net migration during the year to the average population in that year, expressed per 1 000 inhabitants. The crude rate of net migration is the difference between the crude rate of increase and the crude rate of natural increase, that is, net migration is considered as the part of the total population change which is not attributable to births and deaths.
AE_0099	Aggregierte Ersatzquote	Demografischer Wandel	angemessenes Einkommen Älterer, Lebensstandard, Wohlstand, soziale Inklusion	The indicator is defined as the ratio of the median individual gross pensions of the 65-74 age group relative to the median individual gross earnings of the 50-59 age group, excluding other social benefits. It therefore reflects the level of retired persons' pensions relative to the income from work of people in the decade before retirement.
AE_0100	Armutsgefährdungsquote von älteren Personen	Demografischer Wandel	angemessenes Einkommen Älterer, soziale Inklusion	The indicator is defined as the share of persons with an equivalised disposable income below the riskof- poverty threshold, which is set at 60 % of the national median equivalised disposable income (after social transfers). Retirement and survivor's pensions are counted as income before transfers and not as social transfers. The equivalised income is calculated from the household income taking into account household size and composition.
AE_0101	Staatsverschuldung	Demografischer Wandel	Tragfähigkeit öffentlicher Finanzen, Soziale Sicherheit	The indicator is defined as general government gross debt as a percentage of GDP at current market prices. Gross debt refers to the stock of amounts borrowed by the general government (i.e. state, local government and social security funds) to support its financing requirements. General government sector comprises the subsectors of central government, state government, local government and social security funds. Not all public debt is observable, as some countries have transferred debt to public entities – such as state-owned railways, airlines, motorways, banks, etc. – established under private law.
AE_0102	Durchschnittliches Erwerbsaustrittsalter, nach Geschlecht	Demografischer Wandel	Tragfähigkeit öffentlicher Finanzen, Generationengerechtigkeit, soziale Inklusion	The indicator represents the average age at which active persons definitively withdraw from the labour market.
AE_0103	Altenquotient	Demografischer Wandel	Finanzhaushalt	The old-age dependency ratio is defined as the ratio between the (projected) total number of elderly persons (aged 65 and over) and the (projected) number of persons of working age (from 15 to 64) (18).
AE_0104	Vorausgeschätzter Altenquotient	Demografischer Wandel		The old-age dependency ratio is defined as the ratio between the (projected) total number of elderly persons (aged 65 and over) and the (projected) number of persons of working age (from 15 to 64) (18).
AE_0105	Projektionen der Rentenausgaben (Basisszenario)	Demografischer Wandel		Changes in public pensions expenditure is defined as the change in pensions expenditure at constant prices compared to the previous year. Changes in projected theoretical income replacement ratio relates to current and projected, gross (public and private) and total net replacement rates. The theoretical income replacement ratio compares, collectively, the theoretical level of income from pensions at the moment of take-up with the income from work in the last year before retirement for a hypothetical worker.
AE_0106	Ausgaben für Altenpflege	Demografischer Wandel	Finanzhaushalt, Soziale Sicherheit	The indicator is defined as the percentage share of social protection expenditure devoted to old-age care in GDP. These expenditures cover care allowances, accommodation, and assistance in carrying out daily tasks.
AE_0107	Gesunde Lebensjahre und Lebenserwartung bei der Geburt, nach Geschlecht	Öffentliche Gesundheit		Life expectancy is defined as the mean number of years still to be lived by a person at birth or a certain exact age, if subjected throughout the rest of his or her life to the current mortality conditions. Healthy life years measures the number of years that a person is still expected to live in a healthy condition. It is compiled separately for males and females, at birth and age 65. The indicator combines information on mortality and morbidity. It is based on age-specific prevalence (proportions) of the population in healthy and unhealthy conditions and age-specific mortality information (age-specific probabilities of dying). A healthy condition is defined by the absence of limitations in functioning/ disability.
AE_0108	Sterberate nach chronischen Erkrankungen, nach Geschlecht	Öffentliche Gesundheit	Gesundheit und gesundheits-Ungleichmäßigkeiten, Luftverschmutzung, Gesundheitsrisiken	The death rate due to chronic diseases is defined as the standardised death rate of certain chronic diseases for persons aged less than 65 years, by gender. The following diseases have been considered: malignant neoplasms, diabetes mellitus, ischaemic heart diseases, cerebrovascular diseases, chronic lower respiratory diseases and chronic liver diseases.
AE_0109	Gesunde Lebensjahre und Lebenserwartung im Alter von 65 Jahren, nach Geschlecht	Öffentliche Gesundheit	Gesundheit und gesundheits-Ungleichmäßigkeiten	Life expectancy is defined as the mean number of years still to be lived by a person at birth or a certain exact age, if subjected throughout the rest of his or her life to the current mortality conditions. Healthy life years measures the number of years that a person is still expected to live in a healthy condition. It is compiled separately for males and females, at birth and age 65. The indicator combines information on mortality and morbidity. It is based on age-specific prevalence (proportions) of the population in healthy and unhealthy conditions and age-specific mortality information (age-specific probabilities of dying). A healthy condition is defined by the absence of limitations in functioning/ disability.
AE_0110	Selbstmordrate nach Altersgruppe - Insgesamt	Öffentliche Gesundheit	Gesundheit und gesundheits-Ungleichmäßigkeiten, Mentale Gesundheit	This indicator is defined as the crude death rate from suicide and intentional self-harm per 100 000 persons, by age group. However, in the gender breakdown the standardised death rate is used.
AE_0111	Selbstmordrate nach Altersgruppe - Männer	Öffentliche Gesundheit	Gesundheit und gesundheits-Ungleichmäßigkeiten	This indicator is defined as the crude death rate from suicide and intentional self-harm per 100 000 persons, by age group. However, in the gender breakdown the standardised death rate is used.
AE_0112	Selbstmordrate nach Altersgruppe - Frauen	Öffentliche Gesundheit	Gesundheit und gesundheits-Ungleichmäßigkeiten	This indicator is defined as the crude death rate from suicide and intentional self-harm per 100 000 persons, by age group. However, in the gender breakdown the standardised death rate is used.
AE_01	Nicht erfüllter	Öffentliche	Gesundheit und ge-	This indicator is defined as the share of the population reporting that at least once in the previ-

13	Bedarf nach ärztlicher Untersuchung oder Behandlung nach eigener Auskunft, nach Einkom-mensquintil	Gesundheit	sundheits-Ungleichmäßigkeiten, Gleichberechtigung	ous 12 months they could not afford medical examination or treatment. The indicator is presented here split by income quintile. Income quintiles represent the income of respondents relative to the national population. For example, if a respondent belongs to the quintile Q0_20, they are amongst the 20 % with the lowest income in their country. Income quintiles are recognised as the main indicator of socio-economic disparities.
AE_0114	Produktion von toxischen Chemikalien, nach Giftigkeits-klasse	Öffentliche Gesundheit	Gesundheitsbestim-mende Faktoren	This indicator presents the trend in aggregated production volumes of toxic chemicals, broken down into five toxicity classes. The toxicity classes, starting with the least dangerous, are: harmful chemicals, toxic chemicals, very toxic chemicals, chronic toxic chemicals and CMR (carcinogenic, mutagenic and reprotoxic) chemicals.
AE_0115	Belastung der städtischen Bevölkerung durch Luftver-schmutzung mit Schwebstaub	Öffentliche Gesundheit	Gesundheitsbestim-mende Faktoren, Luftqualität	The indicator shows the population-weighted annual mean concentration of particulate matter at urban background stations in agglomerations.
AE_0116	Belastung der städtischen Bevölkerung durch Luftver-schmutzung mit Ozon	Öffentliche Gesundheit	Gesundheitsbestim-mende Faktoren, Umweltschutz, Luftqua-lität	The indicator shows the population-weighted yearly sum of maximum daily 8-hour mean ozone concentrations above a threshold of 70 micrograms of ozone per cubic metre at background stations in urban areas.
AE_0117	Anteil der in Haushalten lebenden Bevölkerung mit der Ansicht, unter Lärm zu leiden	Öffentliche Gesundheit	Gesundheitsbestim-mende Faktoren	The indicator shows the percentage of the total population who declare that they are affected either by noise from neighbours or from the street (traffic, business, factories, etc.) in their residences.
AE_0118	Schwere Ar-beitsunfälle	Öffentliche Gesundheit	Gesundheitsbestim-mende Faktoren, Produktivität, Qualität der Arbeit	The indicator is based on the incidence rate of serious accidents at work, where 'serious accidents' are defined as accidents which result in more than three days' absence and the rate is the number of accidents per 100 000 persons in employment. Fatal accidents are not included.
AE_0119	Treibhaus-gasemissionen	Klimawandel und Energie		This indicator shows trends in man-made emissions of the six greenhouse gases regulated by the Kyoto Protocol (the so called 'Kyoto basket'): carbon dioxide (CO2), methane (CH4), nitrous oxide (N2O), and the so-called F-gases (hydrofluorocarbons, perfluorocarbons and sulphur hexafluoride (SF6). Each gas is weighted by its global warming potential and aggregated to give total greenhouse gas emissions in CO2 equivalents. The indicator presents annual total emissions as a share of the base year emissions. Emissions and sinks related to land use, land-use change and forestry are excluded.
AE_0120	Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendener-gieverbrauch	Klimawandel und Energie	Treibhausgase mindern, Importabhängigkeit mindern, Ökonomische Förderung (neue Jobs etc.)	The indicator is defined as the share of renewables in gross final energy consumption, which refers to the quantity of energy consumed within a country's border (see indicator 'final energy consumption'). The energy sources taken into account are hydro, geothermal, wind, and solar power, and biomass and the biodegradable fraction of waste.
AE_0121	Treibhaus-gasemissionen nach Sektor	Klimawandel	Treibhausgase mindern	This indicator shows the contribution of key source categories to total greenhouse gas emissions, and how they change over time. A key source category is defined as an emission source category that has a significant influence on a country's greenhouse gas inventory in terms of the absolute level of emissions, the trend in emissions or both. The different greenhouse gases are weighted by their global warming potential, and the results are expressed in CO2 equivalents.
AE_0122	Intensität der Treibhaus-gasemissionen durch Energie-verbrauch	Klimawandel	Kohlenstoff	The greenhouse gas intensity of energy consumption is the ratio between energy-related greenhouse gas emissions and gross inland energy consumption.
AE_0123	Energieabhän-gigkeit	Energie	Importabhängigkeit, Versorgungssicherheit	Energy dependence is calculated as net imports divided by the sum of gross inland energy consumption and maritime bunkers.
AE_0124	Inländischer Bruttoenergie-verbrauch, nach Brennstoff	Energie	Treibhausgase mindern	Gross inland energy consumption is the quantity of energy consumed within a country's border. It is calculated as total domestic energy production plus energy imports minus energy exports (including fuel supplied to international marine bunkers). The indicator is broken down into the main types of energy sources.
AE_0125	Elektrizitätser-zeugung aus erneuerbaren Energiequellen	Energie	Treibhausgase mindern	The indicator is defined as the share of electricity produced from renewables in gross national electricity consumption.
AE_0126	Anteil erneuer-barer Energie am Kraftstoffver-brauch des Verkehrs	Energie	Treibhausgase mindern, Importabhängigkeit	The indicator is defined as the share of renewable energy, calculated on the basis of energy content, in the petrol and diesel consumption of transport.
AE_0127	Kraft-Wärme-Kopplung	Energie	Effizienz	This indicator is defined as the share of electricity from combined heat and power (CHP) generation in gross electricity generation.
AE_0128	Implizierter Energiesteuer-satz	Energie	Effizienz	The indicator is defined as the ratio between the revenue from energy taxes and final energy consumption, expressed as an index. Prices have been deflated. Implicit tax rates measure the average effective tax burden related to the potentially taxable base.
AE_0129	Energiever-brauch vom Verkehr im	Nachhaltiger Transport	Umweltwirkungen, Versorgungssicherheit, erneuerbare Ressour-	This indicator is defined as the ratio between the energy consumption of transport and GDP (in chain-linked volumes to the reference year 2000 at 2000 exchange rates). It covers energy consumed by all types of transport (road, rail, inland navigation and aviation), including com-

	Verhältnis zum BIP		cen, Klimawandel	mercial, individual and public transport, with the exception of maritime and pipeline transport.
AE_0130	Personenbeförderung nach Verkehrszweig	Nachhaltiger Transport	Transport und Mobilität, Energieverbrauch, Luftverschmutzung, Umweltwirkungen	This indicator is defined as the percentage share of each mode of transport in total inland transport, expressed in passenger-kilometres (pkm). It is based on transport by passenger cars, buses and coaches, and trains. All data should be based on movements on national territory, regardless of the nationality of the vehicle. However, the data collection methodology is not harmonised at the EU level. The coverage of passenger transport for many countries is incomplete, mainly due to lack of data on transport by passenger car. Note further, that domestic air transport and human powered mobility (walking, cycling) is not included due to lack of comparable data.
AE_0131	Güterverkehr nach Verkehrszweig	Nachhaltiger Transport	Transport und Mobilität, Energieverbrauch, Luftverschmutzung, Umweltwirkungen	This indicator is defined as the percentage share of each mode of transport in total inland transport expressed in tonne-kilometres (tkm). It includes transport by road, rail and inland waterways. Road transport is based on all movements of vehicles registered in the reporting country. Rail and inland waterways transport is generally based on movements on national territory, regardless of the nationality of the vehicle or vessel, but there are some variations in definitions from country to country.
AE_0132	Güterverkehrsvolumen im Verhältnis zum BIP	Nachhaltiger Transport	Transport und Mobilität, wirtschaftliche Entwicklung, Umweltwirkungen	This indicator is defined as the ratio between the volume of inland freight transport measured in tonne-kilometres and GDP (in chain-linked volumes to the reference year 2000 at 2000 exchange rates). It includes transport by the three inland freight modes: road, rail and inland waterways. Rail and inland waterways transport is based on movements on national territory, regardless of the nationality of the vehicle or vessel. Road transport is based on all movements of vehicles registered in the reporting country.
AE_0133	Umfang der Personenbeförderung im Verhältnis zum BIP	Nachhaltiger Transport	Transport und Mobilität, Umweltwirkungen	This indicator is defined as the ratio between the volume of inland passenger transport measured in passenger-kilometres and GDP (in chain-linked volumes to the reference year 2000 at 2000 exchange rates). It includes transport on national territory by passenger car, bus and coach, and train.
AE_0134	Energieverbrauch nach Verkehrszweig	Nachhaltiger Transport	Transport und Mobilität, Umweltwirkungen, Versorgungssicherheit, erneuerbare Ressourcen	This indicator is defined as the ratio between the energy consumption of transport and GDP (in chain-linked volumes to the reference year 2000 at 2000 exchange rates). It covers energy consumed by all types of transport (road, rail, inland navigation and aviation), including commercial, individual and public transport, with the exception of maritime and pipeline transport.
AE_0135	Treibhausgasemissionen durch Verkehr	Nachhaltiger Transport	Transportauswirkungen, Umweltwirkungen, Versorgungssicherheit	This indicator shows trends in the emissions from transport (road, rail, inland navigation and domesticaviation) of the greenhouse gases regulated by the Kyoto Protocol. Only three gases are relevant in the context of transport (carbon dioxide, methane, and nitrous oxide). These have been aggregated according to their relative Global Warming Potentials to give total greenhouse gas emissions expressed in terms of CO2 equivalents.
AE_0136	Verkehrstote	Nachhaltiger Transport	Transportauswirkungen	Fatalities caused by road accidents include drivers and passengers of motorised vehicles and pedal cycles as well as pedestrians, dying within 30 days from the day of the accident. For Member States not using this definition, corrective factors were applied.
AE_0137	Transportbedingte Stickstoffoxidemissionen (NOx)	Nachhaltiger Transport	Transportauswirkungen, Luftqualität, Gesundheitsrisiken, Umweltwirkungen	This indicator is defined as total emissions of NOx measured in tonnes. Under road transport the following categories are subsumed: passenger cars, light and heavy duty vehicles, mopeds and motorcycles. Non-road transport includes civil and international aviation, international inland waterways and national navigation.
AE_0138	Transportbedingte Feststoffemissionen	Nachhaltiger Transport	Transportauswirkungen, Luftqualität, Gesundheitsrisiken	This indicator is defined as the emissions of particulate matter PM10 (small particles with an aerodynamic diameter less than or equal to a nominal 10 micrometer) and PM2.5 (particulate matter with an average aerodynamic diameter of up to 2.5 µm, referred to as the fine particle fraction which per definition includes the ultrafine particles) from transport, measured in tonnes. Under road transport the following categories are subsumed: passenger cars, light and heavy duty vehicles, mopeds and motorcycles, automobile tire and brake wear, and automobile road abrasion. Non-road transport includes civil and international aviation, international inland waterways and national navigation.
AE_0139	Durchschnittlicher Kohlendioxyd Ausstoß pro km von neuen Personenkraftwagen	Nachhaltiger Transport	Transportauswirkungen, Klimawandel	This indicator is defined as the average emissions of carbon dioxide per kilometre by new passenger cars registered in a given year.
AE_0140	HVPI - Jahresdurchschnittsindizes für Transportpreise	Nachhaltiger Transport	Umweltwirkungen, Lebensstandard	This indicator shows the harmonised consumer price indices for passenger transport services, split into road, rail and air, as well as for purchases of vehicles and operation of personal transport equipment using 2005 as the base year. The Harmonised Indices of Consumer Prices (HICPs) are a set of European Union Consumer Price Indices calculated according to a harmonised approach and a single set of definitions. The HICP was launched in order to provide a comparable measure of consumer price inflation in the EU. It provides the only official measure of consumer price inflation in the euro-zone for the purposes of monetary policy.
AE_0141	Vogelindex	Natürliche Ressourcen	Biodiversität, Ökosystem	This indicator is an aggregated index integrating the population abundance and the diversity of a selection of bird species associated with specific habitats. In all, the index encompasses 136 bird species, which are common in European landscapes. An increase in the indicator means that there are more species whose populations have increased than there are species with decreasing populations.
AE_0142	Fischfang aus Beständen, die sich außerhalb "sicherer biologischer Grenzen" befinden: Status der Fischbestände unter EU Aufsicht im Nordostatlantik	Natürliche Ressourcen	, Ökonomische Zukunftsvorsorge Marine Ökosysteme	This indicator shows the percentage of fish caught in EU-managed waters that are taken from stocks that have been assessed to be outside safe biological limits by the International Council for the Exploration of the Sea. The indicator will highlight problems when overfishing is moderate but may undervalue the problem if overfishing is severe, as in that case the overall catches from overfished stocks will be low due to collapsed fish stocks. The areas considered cover the North-East Atlantic (North Sea, Baltic Sea, Bay of Biscay and the Iberian Peninsula), and exclude the Mediterranean Sea and the Black Sea which are covered by a separate organisation.
AE_0143	Angemessenheit der designierten Gebiete unter	Natürliche Ressourcen	Biodiversität	The index measures the extent to which sites of Community importance proposed by the Member States adequately cover the terrestrial species and habitats listed in Annexes I and II to the Habitats Directive.

	der EU- Habitats-richtlinie			
AE_0144	Anteil der Oberflächen- und Grundwasserentnahme an verfügbaren Vorkommen	Natürliche Ressourcen	Frischwasserressourcen	This indicator shows total water abstraction per year as a percentage of the long-term renewable available water resources (yearly average), separated into groundwater and surface water. 'Annual total gross abstraction from renewable groundwater' is presented as a percentage of Member States' long-term renewable groundwater available for abstraction (yearly average). 'Annual total gross abstraction from renewable fresh surface water' is presented as a percentage of Member States' long-term renewable surface water resources available for abstraction (yearly average). This latter is calculated as total long-term annual average of fresh water resources (long-term annual average of external inflow plus precipitation less long-term annual average of evapotranspiration) less the longterm annual average of renewable groundwater available for abstraction.
AE_0145	Bevölkerungsanteil, der an eine kommunale Kläranlage mit zumindest sekundärer Behandlung angeschlossen ist	Natürliche Ressourcen	Frischwasserressourcen	keine Angaben
AE_0146	Biochemischer Sauerstoffbedarf in Flüssen	Natürliche Ressourcen	Frischwasserressourcen	This indicator is defined as the mean annual five-day BOD (BOD5) in rivers, weighted by the number of measuring stations. BOD5 is a measure of the amount of oxygen required by aerobic microorganisms to decompose organic substances in a water sample over a period of five days in the dark at 20°C. It is a measure of the quality of water: the lower the value of BOD5, the higher the water quality.
AE_0147	Fischereiflotte, Gesamtmaschinenleistung	Natürliche Ressourcen	Marine Ökosysteme	Fishing capacity is measured here in terms of the total engine power of the fishing fleet. The EU-data are derived from the Community Fishing Fleet Register. The data are for the registered fishing vessels of EU Member States. In general the data refer to the situation of the national fleets on 31 December of the reference year.
AE_0148	Anstieg bestimmter Landnutzungsarten	Natürliche Ressourcen	Landnutzung, Versiegelung, Fragmentierung, Biodiversität	This indicator shows the percentage change observed in artificial land cover between the years 2000 and 2006.
AE_0149	Waldzuwachs und Holzeinschlag	Natürliche Ressourcen	Landnutzung, Zukunftsvorsorge, Wettbewerbsfähigkeit, Klimaanpassung	The indicator is defined as the ratio of annual fellings to net annual increment in forest available for wood supply. It is expressed as a percentage. Removals is used here as a proxy for fellings. Fellings refer to the volume of all trees, living or dead, which are felled during a given period, whether or not removed from the forest or other felling sites. Removals (the term is synonymous with roundwood production) are equal to fellings less unrecovered fellings. Net annual increment is defined as gross increment less natural losses over a given period. Gross increment is the average volume of increment of all trees (all diameters, down to a stated minimum diameter) over a given period. It is reported in cubic metres overbark (i.e. including bark). Also included is the recruitment of small trees when they reach the minimum diameter.
AE_0150	Durch Verlichtung geschädigte Waldbäume	Natürliche Ressourcen	Landnutzung	keine Angaben
AE_0151	Öffentliche Entwicklungshilfe als Anteil des Bruttoinlandseinkommen	Globale Partnerschaft		The indicator show net disbursement of ODA at current prices. ODA are grants or loans administered by the official sector with the promotion of the economic development and welfare of developing countries as the main objective. To be eligible as ODA, grants and loans must be concessional in character with a grant element of at least 25 %. The indicator covers aid from EU countries to the countries on the DAC list. GNI at current prices equals GDP minus primary income payable by resident units to non-resident units, plus primary income received by resident units from the rest of the world.
AE_0152	EU Einfuhren aus Entwicklungsländern, nach Einkommensklasse	Globale Partnerschaft	Globalisierung von Handel, Ressourceneffizienz, Ressourcenallokation	This indicator is defined as the value at current prices of EU imports from the countries on the DAC list; these countries are also referred to as 'developing countries' in this section. The indicator is successively broken down by income groups of countries following the World Bank definition.
AE_0153	EU Einfuhren aus Entwicklungsländern, nach Produktgruppe	Globale Partnerschaft	Globalisierung von Handel	keine Angaben
AE_0154	EU Einfuhren aus unterentwickelten Ländern, nach Produktgruppe	Globale Partnerschaft	Globalisierung von Handel	keine Angaben
AE_0155	Aggregierte Summe der Unterstützung für die Landwirtschaft	Globale Partnerschaft	Globalisierung von Handel, Wettbewerb	Current AMS includes, in any given year, all price support and Amber direct payments that farmers receive, and that are not excluded pursuant to other provisions of the WTO Agreement on Agriculture. Amber refers to 'Amber Box Measures' which include certain 'trade distorting' forms of support. The ceiling represents the agreed not-to-be-exceeded reduction commitment. Current EU-27 AMS is elaborated on the basis of notifications to the WTO. AMS is only calculated for the EU as a whole. There is no breakdown by Member State.
AE_0156	EU Finanzierung für Entwicklung, nach Art	Globale Partnerschaft	Finanzierung für Nachhaltigkeit, Investition, Lebensstandard	The indicator comprises net disbursements of official ODA, other official flows (OOF), private flows and private grants. ODA consists of grants or loans from the official sector to promote economic development and welfare in the recipient countries. Private flows include private direct investment, export credits and financing to multilateral institutions. OOF are transactions that do not meet the conditions for eligibility as ODA, either because they are not primarily aimed at development or because they have a grant element of less than 25 %. Private grants refer to aid from private sources, mostly NGOs. The indicator covers aid from EU countries to the countries mentioned in the DAC list.
AE_0157	Ausländische Direktinvestitio-	Globale Partnerschaft	Finanzierung für Nachhaltigkeit, Investition,	FDI includes investments by foreign companies in production facilities or shares in national companies. The indicator covers FDI from EU countries to the countries mentioned in the DAC

	nen in Entwicklungsländern, nach Einkommensklasse		Soziale Folgen	list. Shares are expressed as percentage of the overall FDI amount which is allocated to specific countries or country groups. The unallocated part of FDI is not included. The classification of countries by income groups follows the World Bank definition; LDCs are classified by the UN.
AE_0158	Offizielle Entwicklungshilfe, nach Einkommensklasse	Globale Partnerschaft	Finanzierung für Nachhaltigkeit, Verteilungsgerechtigkeit, Armutsbekämpfung	ODA is defined as net bilateral and imputed multilateral disbursements at current prices for ODA to countries mentioned in the DAC list. Shares are expressed as a percentage of the overall ODA amount which can be allocated to specific countries or country groups. The unallocated part of total net ODA (29 % in 2007) is not included. The classification of countries by income groups follows the World Bank definition; LDCs are classified by the UN.
AE_0159	Ungebundene offizielle Entwicklungshilfe	Globale Partnerschaft	Finanzierung für Nachhaltigkeit	The indicator presents the share of ODA which is untied, that is ODA for which the associated goods and services may be freely procured in all countries. The indicator covers aid from EU countries to the countries mentioned in the DAC list. The shares of untied ODA are calculated based on total bilateral ODA figures that differ from those presented in the table on bilateral ODA by category. Technical co-operation and administration costs are tied by definition and thus excluded from the figures used here.
AE_0160	Bilaterale offizielle Entwicklungshilfe für Infrastruktur Sozialer Einrichtungen	Globale Partnerschaft	Finanzierung für Nachhaltigkeit, Armutsbekämpfung, Wohlstand	The indicator is defined as official bilateral commitments dedicated to social infrastructure and services. It is calculated at current prices and covers assistance from EU countries to the countries mentioned in the DAC list.
AE_0161	Bilaterale offizielle Entwicklungshilfe für Schulden	Globale Partnerschaft	Finanzierung für Nachhaltigkeit, Armutsbekämpfung, Wohlstand	The indicator is defined as official development assistance dedicated to debt relief. It is calculated at current prices. It covers aid from EU countries to the countries mentioned in the DAC list.
AE_0162	CO2-Emissionen pro Kopf in der EU und in den Entwicklungsländern	Globale Partnerschaft	Globales Ressourcenmanagement, politische Einigung, Klimawandel, Treibhausgase	The indicator compares the level of CO2 emissions per capita in the EU with levels in developing countries, in tonnes per inhabitant. 'Developing countries' refers to the countries and territories on the DAC list for which CO2 emission data are available.
AE_0163	Bilaterale offizielle Entwicklungshilfe für Wasserversorgung und sanitäre Einrichtungen	Globale Partnerschaft	Globales Ressourcenmanagement, Armutsbekämpfung, Gesundheit , Lebensstandard	The indicator is defined as official bilateral commitments dedicated to water supply and sanitation. It is calculated at current prices and covers aid from EU countries to the countries mentioned in the DAC list.
AE_0164	Öffentliche Entwicklungshilfe pro Kopf, nach Geber- und Empfängerländer	Globale Partnerschaft		The indicator show net disbursement of ODA at current prices. ODA are grants or loans administered by the official sector with the promotion of the economic development and welfare of developing countries as the main objective. To be eligible as ODA, grants and loans must be concessional in character with a grant element of at least 25 %. The indicator covers aid from EU countries to the countries on the DAC list. GNI at current prices equals GDP minus primary income payable by resident units to non-resident units, plus primary income received by resident units from the rest of the world.
AE_0165	Neue Rechtsverletzungsfälle	Gute Staatsführung	politische Kohärenz und Effektivität, Rechtssicherheit	The indicator measures the total number of new actions brought before the European Court of Justice for failure of a Member State to fulfil its obligations. The referral to the Court is the last stage of the infringement procedure after the letter of formal notice and the reasoned opinion. The breakdown by policy area concerns the number of direct actions, which include the actions for failure to fulfil obligations, but also actions for annulment, failure to act, damages or on arbitration clauses.
AE_0166	Umsetzung von EU Recht, nach Politikbereich	Gute Staatsführung	politische Kohärenz und Effektivität	The indicator measures the progress in the notification by Member States to the European Commission of the national measures for the transposition of directives in all sectors of the Single Market. It is calculated as the percentage of the total number of applicable directives at the reference date for which measures of enactment has been notified to the Commission.
AE_0167	Wählerbeteiligung an nationalen und EU Parlamentswahlen	Gute Staatsführung	Offenheit und Partizipation, Offenheit, Demokratie	Both indicators measure the percentage of the population who cast a vote (or 'turn out') at an election, calculated by dividing the number of votes by the number of names on the voters' register, expressed as a percentage of the total population which has the right to vote. The turnout also included those who cast blank or invalid votes. The two indicators are not fully comparable as they refer to different dates of elections and different reference populations.
AE_0168	Online-Verfügbarkeit des E-Governments	Gute Staatsführung	Offenheit und Partizipation, Informationsfreiheit	E-government availability shows the percentage of the 20 basic services that are fully available online, that is for which it is possible to carry out full electronic case handling. For example, if, for a given country, 13 of the 20 services are assessed to be 100 % available online, and one service is not relevant (e.g. does not exist), the indicator will be a ratio of 13 to 19 (68.4 %). Measurement is based on a sample of URLs of public websites agreed with the Member States as relevant for each service.
AE_0169	Nutzung des E-Governments durch Einzelpersonen	Gute Staatsführung	Offenheit und Partizipation, Ökonomische Förderung, Lebensstandard	E-government usage by individuals is measured by the percentage of individuals aged 16 to 74 who claim to have used the internet for interaction with public authorities during three months preceding the survey. 'Interaction' is further specified as having used the Internet for one or more of the following activities: (i) obtaining information from public authorities' websites; (ii) downloading official forms; (iii) sending completed forms.
AE_0170	Anteil der Steuern auf Umwelt und Arbeit an den Gesamteinnahmen aus Steuern und Sozialbeträgen	Gute Staatsführung	Ökonomische Instrumente, Reale Kosten Konsum und Produktion	The indicator compares the shares of both environmental and labour taxes in total tax revenues. Environmental taxes are defined as taxes where the tax base is a physical unit (or a proxy) of a factor that has proven to have a specifically negative impact on the environment. Environmental tax revenues stem from four types of taxes: energy taxes; transport taxes; pollution taxes; and resource taxes. Taxes on labour are generally defined as all personal income taxes, payroll taxes and social contributions of employees and employers that are levied on labour income (both employed and non-employed).
AE_0171	Bürgervertrauen in EU-Institutionen	Gute Staatsführung		The level of citizens' confidence in the main EU institutions is measured by expressions of institutional 'trust' among citizens of the EU Member States. Citizens questioned expressed their level of confidence in the main institutions by choosing between three alternatives: 'tend to trust'; 'tend not to trust'; and 'don't know'. As 'trust' is not further specified, there is clearly

				room for individual interpretation by the interviewed citizens.

3.a Deutscher Nachhaltigkeitskodex (DNK)

Bibliografie	
Titel	Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Rat für Nachhaltige Entwicklung 2012, wissenschaftliche Begleitung Bassen; Global Reporting Initiative
Sonstiges	In dem pdf zum Nachhaltigkeitskodex ist nur ein Teil der GRI-Indikatoren enthalten. Für das BNK werden aber alle verwendet. Die 78 Indikatoren wurden aus den Unterlagen des GRI exzerpiert.
Fundstelle	pdf: http://www.deutscher-nachhaltigkeitsko-dex.de/fileadmin/user_upload/dnk/dok/kodex/RNE_Der_Deutsche_Nachhaltigkeitskodex_DNK_texte_Nr_41_Januar_2012.pdf
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex ist ein Standard für Transparenz über Nachhaltigkeitsmanagement von Unternehmen. Er schafft Verbindlichkeit durch eine vergleichbare Darstellung der unternehmerischen Verantwortung. Seine Anwendung ist freiwillig. Der deutsche Nachhaltigkeitskodex ist in einem Dialogprozess mit zahlreichen Stakeholdern entstanden. An dem Dialogprozess haben Vertreterinnen und Vertreter der Finanzmärkte, von Unternehmen und der Zivilgesellschaft mitgewirkt. Unternehmen haben den Deutschen Nachhaltigkeitskodex praktisch getestet und positiv auf seine Praxistauglichkeit bewertet.
Ziel/Zweck	Transparenz auf Unternehmensebene
Zielgruppe	Unternehmen und Marktteilnehmer
Fachgebiet	-
Verbindungen	GRI, EFFAS
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	20 Kodexkriterien, durch insgesamt 27 Leistungsindikatoren (GRI) ergänzt
Zeitlicher Horizont	Monitoring
Analyseeinheit	
Dokumentation	Es werden 20+27 AE exzerpiert. Die 20 Kodexeinheiten sind in Textform und werden durch 1 Haupt und ggf. mehrere sekundäre Schlagwörter paraphrasiert. Die Leistungsindikatoren werden als "Indikatoren" in die Liste aufgenommen und mit Stichwörtern paraphrasiert. AE_0172 bis AE_0191 sind aus Kodexkriterien
Hauptschlagwort	Arbeitnehmerrechte achten (14); Betriebliche Weiterbildung (GRI LA8)
Sekundär Schlagwörter	MA-Beteiligung fördern (14); Beratung, Vorsorge, Gesundheit (GRI LA8)
Berechnungsart	
Rechnung	qualitative und quantitative Bewertung
Datenquelle	Betriebsdaten

3.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Deutscher Nachhaltigkeitskodex (DNK)

Lfd.Nr.AE DNK	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Nebenschlagwort 2 - 5	Berechnung/Original
AE_0172	Unternehmensführung für nachhaltige Entwicklung	Transparenz	Kontrolle Chancen/Risiken, Standardkonform	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 1)
AE_0173	Nachhaltigkeitsstrategiegeleitetes Handeln	strategische Positionierung	Transparenz, Umweltschutz, Innovation, demografisch	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 2)
AE_0174	Zielorientiertes Handeln	Transparenz	Kontrolle, Partizipation wes. Anspruchsgruppen	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 3)
AE_0175	Systemgrenzen offenlegen	Wertschöpfungskette	Lieferanten, Transparenz	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 4)
AE_0176	Verantwortlichkeit in der Unternehmensführung	Transparenz		qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 5)
AE_0177	Nachhaltigkeitsstrategie im Unternehmen implementiert	alle Unternehmensteile (Personal, Lieferanten, Produktion etc.)	alle Anspruchsgruppen, Forschung und Entwicklung, Transparenz	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 6)
AE_0178	Offenlegung und Leistungskontrolle im Unternehmen	Zuverlässig	Konsistenz, Berichterstattung, Transparenz	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 7)
AE_0179	Offenlegung des Vergütungssystems	Nachhaltigkeitsziele	Kontrolle des Vorstands	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 8)
AE_0180	Stakeholdermanagement	Identifizierung Anspruchsgruppen	Dialogführung, Integration Anspruchsgruppen	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 9, Stakeholdermanagement)
AE_0181	Innovationsmanagement	Ressourcennutzung	Nutzer-Improvement, Produktlebenszyklus, Wirkungen und Leistungen	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 10)
AE_0182	Natürliche Ressourcen	Verwendung	input-output, Produktlebenszyklus-Nachhaltigkeit	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 11)
AE_0183	Effizienter Ressourceneinsatz	Ziele Ressourceneffizienz	erneuerbare Energien, Rohstoffproduktivität	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 12)
AE_0184	Treibhausgasemissionen			qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 13)
AE_0185	Arbeitnehmerrechte	national und international	Beteiligung der MA fördern	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 14)

AE_0186	Arbeitsumstände	Chancengleichheit und Integration	Gesundheit, faire Bezahlung, Förderung der Familie, Anti-Diskriminierung	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 15)
AE_0187	Förderung der Beschäftigungs-möglichkeiten der MA	demografische Entwicklung		qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 16)
AE_0188	Menschenrechte	Zwangs- und Kinderarbeit	Ausbeutung, Lieferkette, Kernarbeitsnormen, Sozial-standards	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 17)
AE_0189	Regionale Förderung	Gemeinwesen		qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 18)
AE_0190	Politische Einflussnahme	Lobby-Gelder	Zahlungen an Regierungen, Spenden, Transparenz	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 19)
AE_0191	Legale Verhaltensweisen	Anti-Korruption	Transparenz	qualitativ (Nachhaltigkeitskodex 20)
AE_0192	Transparenz Unternehmensfüh-rung	Auswirkungen	Chancen, Risiken	Beschreibung der wichtigsten Auswirkungen, Risiken und Chan-cen.(GRI1,2)
AE_0193	Strategisches Management	Leitbilder	Verhaltenskodex, Dokumen-tation	Intern entwickelte Leitbilder, interner Verhaltenskodex und Prinzipien, die für die ökonomische, ökologische und gesellschaftliche / soziale Leistung der Organisation von Bedeutung sind, sowie die Art und Weise, wie diese umgesetzt werden. (GRI 4,8)
AE_0194	Kontrollinstrumente implemen-tiert	Chancen und Risiken	Standards	Verfahren des höchsten Leitungsorgans, um zu überwachen, wie die Organisation die ökonomische, ökologische und gesellschaftliche / soziale Leistung ermittelt und steuert, einschließlich maßgeblicher Risiken und Chancen sowie der Einhaltung international vereinbarter Standards, Verhaltensregeln und Prinzipien. (GRI 4,9)
AE_0195	Vergütungssystem	Leistungsorientie-rung	Faire Bezahlung	Zusammenhang zwischen der Bezahlung der Mitglieder des höchsten Leitungsorgans, der leitenden Angestellten und der Mitglieder der Geschäftsführung (einschließlich Abfindungen) und der Leistung der Organisation (einschließlich der gesellschaftlichen / sozialen und der ökologischen Leistung).(GRI 4,5)
AE_0196	Evaluierung Führungsebene	Leistungsbeurtei-lung		Verfahren zur Bewertung der Leistung des höchsten Leitungsorgans selbst, insbesondere im Hinblick auf die ökonomische, ökologische und gesellschaftliche / soziale Leistung.(GRI 4,10)
AE_0197	Partizipationsmöglichkeiten aufzeigen			Ansätze für die Einbeziehung von Stakeholdern, einschließlich der Häufigkeit der Einbeziehung unterschieden nach Art und Stakeholder-gruppe. (GRI 4,16)
AE_0198	Stakeholdereinfluss			Wichtige Fragen und Bedenken, die durch die Einbeziehung der Stake-holder aufgeworfen wurden, und Angaben dazu, wie die Organisation auf diese Fragen und Bedenken – auch im Rahmen ihrer Berichterstat-tung – eingegangen ist. (GRI 4,17)
AE_0199	Energie- und Ressourceneffizi-enz	erneuerbare Energien	Produktionsprozess	Initiativen zur Gestaltung von Produkten und Dienstleistungen mit höherer Energieeffizienz und solchen, die auf erneuerbaren Energien basieren, sowie dadurch erreichte Verringerung des Energiebe-darfs.(GRI EN6)
AE_0200	Umweltwirkungen minimieren	Produkte und Dienstleistungen		Initiativen, um die Umweltauswirkungen von Produkten und Dienstleis-tungen zu minimieren, und Ausmaß ihrer Auswirkungen.(GRI EN26)
AE_0201	Nachhaltige Finanzanlagen	Prüfung soziale und Umweltfaktoren		Finanzanlagen, die eine positive oder negative Auswahlprüfung nach Umwelt- oder sozialen Faktoren durchlaufen (z. B. Pensionskassen).(GRI FS11)
AE_0202	Materialverbrauch			Eingesetzte Materialien nach Gewicht oder Volumen.(GRI EN1)
AE_0203	Energieverbrauch	nach Primärener-giequellen		Direkter Energieverbrauch aufgeschlüsselt nach Primärenergiequellen. (GRI EN3)
AE_0204	Wasserentnahme	nach Quellen		Gesamtwasserentnahme aufgeteilt nach Quellen. (GRI EN8)
AE_0205	Abfallmenge	nach Art	Nach Entsorgungsmethode	Gesamtgewicht des Abfalls nach Art und Entsorgungsmethode. (GRI EN22)
AE_0206	Treibhausgasemissionen			Gesamte direkte und indirekte Treibhausgasemissionen nach Gewicht. (GRI EN16)
AE_0207	Minderung der Treibhausgase	Initiativen		Initiativen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen und erzielte Ergebnisse. (GRI EN18)
AE_0208	Gesundheit Arbeitnehmer	Unfälle	Krankheiten, Todesfälle	Verletzungen, Berufskrankheiten, Ausfalltage und Abwesenheit sowie Summe der arbeitsbedingten Todesfälle nach Region. (GRI LA7)
AE_0209	Betriebliche Weiterbildung	Beratung	Vorsorge, Gesundheit	Unterricht, Schulungen, Beratungsangebote, Vorsorge- und Risikokon-trollprogramme, die Mitarbeiter, ihre Familien oder Gemeindemitglie-der in Bezug auf ernste Krankheiten unterstützen. (GRI LA8)
AE_0210	Qualifikation MA			Durchschnittliche jährliche Stundenzahl pro Mitarbeiter und Mitarbei-terkategorie, die der Mitarbeiter aus- oder weitergebildet wurde. (GRI LA10)
AE_0211	Chancengleichheit	Gleichberechtigung	Leitungsorgane	Zusammensetzung der leitenden Organe und Aufteilung der Mitarbeiter nach Kategorie hinsichtlich Geschlecht, Altersgruppe, Zugehörigkeit zu einer Minderheit und anderen Indikatoren für Vielfalt. (GRI LA13)
AE_0212	Anti-Diskriminierung			Gesamtzahl der Vorfälle von Diskriminierung und ergriffene Maßnah-men. (GRI HR4)
AE_0213	Menschenrechte	Zulieferer		Prozentsatz wesentlicher Zulieferer und Auftragnehmer, die unter Menschenrechtsaspekten geprüft wurden, und ergriffene Maßnahmen. (GRI HR2)
AE_0214	Wirtschaftlicher Wert	Steuern	Einnahmen, Betriebskosten, Spenden, Investitionen	Unmittelbar erzeugter und ausgeschütteter wirtschaftlicher Wert, einschließlich Einnahmen, Betriebskosten, Mitarbeitergehälter, Spen-den und andere Investitionen in die Gemeinde, Gewinnvortrag und Zahlungen an Kapitalgeber und Behörden (Steuern). (GRI EC1)
AE_0215	Politische Einflussnahme	Spenden	Zuwendungen	Gesamtwert der Zuwendungen (Geldzuwendungen und Zuwendungen von Sachwerten) an Parteien, Politiker und damit verbundene Einrich-tungen, aufgelistet nach Ländern. (GRI SO6)

AE_0216	Anti-Korruption			Prozentsatz und Anzahl der Geschäftseinheiten, die auf Korruptionsrisiken hin untersucht wurden. (GRI SO2)
AE_0217	Legale Wirtschaftsweisen			Anzahl der Klagen, die aufgrund wettbewerbswidrigen Verhaltens, Kartell- oder Monopolbildung erhoben wurden und deren Ergebnisse. (GRI SO7)
AE_0218	Legale Verhaltensweisen			Wesentliche Bußgelder (Geldwert) und Anzahl nicht monetärer Strafen wegen Verstoßes gegen Rechtsvorschriften. (GRI SO8)

4.a VDI Richtlinie 4070 (VDI)

Bibliografie	
Titel	VDI Richtlinie 4070 -Nachhaltiges Wirtschaften in kleinen und mittelständischen Unternehmen- Anleitung zum Nachhaltigen Wirtschaften
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Februar 2006
Sonstiges	Die Richtlinie beschreibt den Ablauf zur Einführung eines betrieblichen Nachhaltigkeits-Managementsystem. Dazu gehören auch die innerbetriebliche Bestimmung einer Nachhaltigkeitspolitik sowie die Bestimmung von Nachhaltigkeitszielen. Für die AE werden Kenngrößen zur Bewertung als Grundlage für de AE verwendet.
Fundstelle	VDI-Richtlinien
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Aus der Richtlinie: "Wirtschaftlicher Erfolg und Zukunftsfähigkeit der Unternehmen verlangen eine dauerhaft angelegte Entwicklung. Das Leitbild "Nachhaltigkeit", das in dieser Richtlinie ausgestaltet wird, stellt in zunehmendem Umfang Ansprüche an eine moderne Unternehmensführung. Die vorliegende Richtlinie will die Unternehmen auf diese Entwicklung vorbereiten. Sie ist eine Handlungsanleitung, um in den Unternehmen praxisnahe Konzepte zum Nachhaltigen Wirtschaften erarbeiten und umsetzen zu können. Damit soll eine einsichtige, nachvollziehbare, kostengünstige und realisierbare Integration von Anforderungen des Nachhaltigen Wirtschaftens in die Geschäftsprozesse erreicht werden. Diese umfassen Produkte und Dienstleistungen des Unternehmens. Bei Produkten ist deren Lebensweg zu beachten."
Ziel/Zweck	Etablierung eines Standards zum nachhaltigen Wirtschaften in Unternehmen. Einführung eines Managementsystems
Zielgruppe	Unternehmen (besonders kleine und mittlere)
Fachgebiet	-
Verbindungen	besonders "Qualität" (DIN EN ISO 9001) und "Umweltschutz" (DIN EN ISO 14001).
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Bereiche (Ökologie, Ökonomie, Soziales) mit 17, 21 und 17 Kenngrößen. Die Kenngrößen sind unterteilt in "empfohlene", "weiterführende" und "zusätzliche".
Zeitlicher Horizont	Monitoring
Analyseeinheit	
Dokumentation	Kenngrößennamen werden als Hauptschlagwörter verwendet (teilw. leicht vereinfacht). Bei Unsicherheit bezüglich der Bedeutung wurde eine weiterführende Internetrecherche ausgeführt um sekundäre Schlagwörter zu generieren. Die Berechnungsangaben werden als Indikatoren übernommen.
Hauptschlagwort	Kenngrößenname
Sekundär Schlagwörter	aus der Indikatorbeschreibung
Berechnungsart	
Rechnung	Vergleich mit Orientierungswerten
Datenquelle	Betriebsdaten

4.b Analyseeinheiten aus der Vorlage VDI Richtlinie 4070 (VDI)

Lfd.Nr.AE VDI	**Hauptschlagwort**	**Berechnung/Original**
AE_0219	Betriebsergebnis	Jährliche Gewinn- und Verlustrechnung
AE_0220	Eigenkapitalquote	(Eigenkapital / Bilanzsumme) * 100
AE_0221	Eigenkapitalrendite	(Betriebsergebnis / Eigenkapital) *100
AE_0222	Fremdkapitalrendite	((Fremdkapital - Zinsen) / Fremdkapital) *100
AE_0223	Return on Investment (ROI)	((Betriebsergebnis * Umsatz) / (Umsatz * investiertes Kapital))*100
AE_0224	Netto-Wertschöpfung	Umsatz - Vorleistungen - Abschreibungen Sach- und Anlagevermögen
AE_0225	Kapazitätsauslastungsquote	(Ist-Fertigungsstunden / Maschinenkapazität) *100
AE_0226	Ausschussquote	(Ausschuss / produzierte Menge) *100
AE_0227	Fehlerkosten	Summe aller Kosten zur Beseitigung von Qualitätsmängeln
AE_0228	Anteil zertifizierter Lieferanten	(nach entsprechenden Normen zertifizierte Lieferanten / Summe aller Lieferanten)*100
AE_0229	Umsatzwachstum	relative Änderung bezogen auf eine Basisperiode (100 %)
AE_0230	Marktanteil	(Marktabsatz des Unternehmens / gesamtes Marktvolumen) *100
AE_0231	F&E-Anteil	(F&E-Ausgaben / Umsatz) *100
AE_0232	Entwicklung des Anlagevermögens	Anlagevermögen ausgewiesen im Anlagespiegel; für das aktuelle Jahr sind die Investitionen relevant
AE_0233	Entwicklung des Working Capital	Umlaufvermögen – kurzfristige Fremdkapital-Verbindlichkeiten; für das aktuelle Jahr ist die Änderung des Working Capital relevant
AE_0234	Produktivität	(Netto-Wertschöpfung / Anzahl Mitarbeiter) *100
AE_0235	Wertbeitrag	Betriebsergebnis nach Steuern – (Gesamtkapitalkosten × investiertes Kapital)**)
AE_0236	Rohstoffeinsatz	Ggf. Differenzierung nach Rohstoffen, nachwachsenden Rohstoffen, Hilfs- und Betriebsstoffen.
AE_0237	Energieverbrauch	Ggf. Differenzierung

AE_0238	Wasserverbrauch	Ggf. Differenzierung nach Frischwasser und Brauchwasser
AE_0239	Abwassermenge	Ggf. Differenzierung nach unbelastet, mit Schadstofffracht
AE_0240	Emissionen in die Luft	z.B. CO2-Emissionen, Schwefeldioxid, Stickoxide, VOC, Staub, Schwermetalle
AE_0241	Emissionen ins Abwasser	z.B. Chemischer Sauerstoffbedarf, Gesamt-Stickstoff, Gesamt-Phosphor, Schwermetalle
AE_0242	Abfall	Abfallmenge, davon gefährliche Abfälle
AE_0243	Gefahrstoffe	Auflistung gemäß Gefahrstoffverordnung
AE_0244	Gefahrstoffanteil	(Gefahrstoffmenge / Rohstoffeinsatz) *100
AE_0245	Anzahl genehmigungspflichtiger Anlagen	keine Angaben
AE_0246	Anteil des Einsatzes recyclierter Materialen	(Anteil recyclierter Materialien / Gesamtmaterialeinsatz) *100
AE_0247	Anteil regenerativer Energiequellen	(gedeckter Bedarf aus regenerativen Energiequellen / Energieverbrauch) *100
AE_0248	Anteil Verpackungen	(Gesamtverpackungsmenge / produzierte Menge) *100
AE_0249	Anteil Mehrwegverpackungen	(Menge Mehrwegverpackungen / Gesamtverpackungsmenge) *100
AE_0250	Innerbetriebliche Transportzeitquote	(innerbetriebliche Transportzeit / Durchlaufzeit) *100
AE_0251	Anteil der Umweltschutzinvestitionen	(Umweltschutzinvestitionen / Investitionen) *100
AE_0252	Aufwendungen zum betrieblichen Umweltschutz (Umweltkosten)	(Umweltkosten / Gesamtkosten)*100
AE_0253	Anteil Bestandverluste	(Anteile nicht mehr verwertbarer Bestände / produzierte Menge) *100
AE_0254	Beschwerdefälle wegen Umweltbelastung	keine Angaben
AE_0255	Spezifische Verbräuche bzw. Emissionen	Die empfohlenen absoluten Kenngrößen können ins Verhältnis zu einer passenden Bezugsgröße gesetzt werden, beispielsweise produzierte Menge oder Netto-Wertschöpfung.
AE_0256	Zielabweichung (Distance-to-Target)	(Schadstoffkonzentration / vorgegebener Grenzwert) *100
AE_0257	Mitarbeiteranzahl	Festangestellte Mitarbeiter ohne Auszubildende
AE_0258	Anteil an Auszubildenden	(Anzahl Auszubildender / Gesamtanzahl der Mitarbeiter) *100
AE_0259	Gesundheitsquote	(1-(Abwesenheits- und/oder Krankheitstage / Soll- Arbeitstage)) *100
AE_0260	Unfallquote	(unfallbedingte Fehltage / Soll-Arbeitstage) *100
AE_0261	Fluktuationsquote	(Kündigung durch Mitarbeiter / Anzahl der Mitarbeiter) *100
AE_0262	Personalentwicklungsquote	(Anteil Personalentwicklungskosten / Gesamtpersonalkosten)*100
AE_0263	Anzahl von bezahlten Überstunden	(Anzahl bezahlter Überstunden / Gesamtarbeitszeit) *100
AE_0264	Frauenanteil in Führungspositionen	(Anteil Frauen in Führungspositionen / Gesamtanzahl Führungskräfte) *100
AE_0265	Anteil der Beschäftigung von Behinderten	(Anzahl behinderter Arbeitnehmer / Mitarbeiteranzahl) *100
AE_0266	Qualifizierungsindex	Schulungstage pro Mitarbeiter
AE_0267	Schulungsindex	(im Zeitraum geschulte Mitarbeiter / Anzahl der Mitarbeiter) *100
AE_0268	Mitarbeiterbeteiligung am Verbesserungsprozess	Anzahl Verbesserungsvorschläge pro Mitarbeiter
AE_0269	Mitarbeiterbeteiligungsindex	(Mitarbeiter, die sich am Verbesserungsprozess beteiligen / Gesamtanzahl der Mitarbeiter) *100
AE_0270	Lärmbelastung am Arbeitsplatz	Beurteilungspegel (energieäquivalenter Dauerschallpegel) nach DIN 45641 über eine Arbeitsschicht von acht Stunden, in Verbindung mit Arbeitsstättenverordnung und Unfallverhütungsvorschrift
AE_0271	Betriebszugehörigkeit	Durchschnittsdauer der Betriebszugehörigkeit
AE_0272	Eingabe und Beschwerde	Anzahl Eingaben und Beschwerden der Mitarbeiter
AE_0273	Rauchfreie Arbeitsplätze	(Anzahl rauchfreier Arbeitsplätze / Gesamtanzahl Arbeitsplätze) *100

Kontextbezogene Vorlagen: die Liste der Schlagwortkombinationen (SK) ist im Anhang 9.1.3.

5.a Forest Stewardship Council (FSC)

Bibliografie	
Titel	Deutscher FSC-Standard, Deutsche übersetzte Fassung
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Version 2.2 vom 02.02.2011, FSC Deutschland
Sonstiges	Zertifizierungssystem Forst
Fundstelle	http://www.fsc-deutschland.de/index.php?option=com_content&view=article&id=136&Itemid=1 bzw. http://www.fsc-deutschland.de/index.php?option=com_content&view=article&id=123&Itemid=160&lang=de
SK	SKSK0002, SK0003, SK0004, SK0011, SK0013, SK0017, SK0047, SK0048, SK0092, SK0062, SK0071
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Der FSC ist eine internationale NGO, die es sich zum Ziel macht "umweltfreundliche, ökonomisch tragfähige und sozialverträgliche Bewirtschaftung von Wäldern" zu fördern. Gegründet 1993 (nach Rio), mittlerweile in 80 Ländern vertreten. Das FSC-Label wird nach Audit vergeben. Es gibt einen weltweiten Standard, der national angepasst wird.
Ziel/Zweck	Nachhaltige Waldwirtschaft
Zielgruppe	Forstbetriebe und Verbraucher
Fachgebiet	Forst
Verbindungen	(Rio 1992)
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	10 Prinzipien, 56 Indikatoren mit bis zu 14 Subindikatoren und teilweise noch sub-sub-Indikatoren.
Zeitlicher Horizont	ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Der FSC-Standard Deutschland enthält 10 Prinzipien und 52 schriftliche Indikatoren (wo die fehlenden 4 verbliebenen sind unklar. Evtl.: für D gibt es keinen Indikatoren bezüglich indigener Völker (Prinzip 3). Die Übertragbarkeit des gesamten Systems mit Sub-sub-indikatoren ist nicht zielführend. Analog zu den rahmengebenden Vorlagen werden Analyseeinheiten exzerpiert. Ein Hauptschlagwort, das charakterisierend für den Indikator ist und ggf. 1-5

	sekundäre, erklärende Schlagwörter wurden exzerpiert.
Hauptschlagwort	HS: „Der Waldbesitzer befolgt alle nationalen und lokalen Gesetze und behördlichen Bestimmungen.“ = Einhaltung von Gesetzen, HS: „In Unterzeichnerstaaten werden die Bestimmungen aller verbindlichen internationale Abkommen wie dem Washingtoner Artenschutzübereinkommen (CITES), den ILO-Konventionen (Internationalen Arbeitsorganisation), dem Internationalen Tropenholzabkommen (ITTA) und dem Abkommen über die biologischen Vielfalt eingehalten.“ = Einhaltung internationaler Abkommen. NS wurden ggf. aus dem Text des Indikators entnommen.
Sekundär Schlagwörter	In Ausnahmen aus dem Text.
Berechnungsart	
Rechnung	qualitative Bewertung!
Datenquelle	Audit

5.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Forest Stewardship Council (FSC)

Lfd.Nr.AE FSC	Hauptschlagwort	Original	Berechnung
AE_0842	Einhaltung von Gesetzen	Der Waldbesitzer befolgt alle nationalen und lokalen Gesetze und behördlichen Bestimmungen.	qualitativ
AE_0843	Bezahlmoral	Der Waldbesitzer bezahlt alle einschlägigen und gesetzlich vorgeschriebenen Nutzungsentgelte, Honorare, Steuern und sonstige öffentliche Abgaben.	qualitativ
AE_0844	Einhaltung internationaler Abkommen	In Unterzeichnerstaaten werden die Bestimmungen aller verbindlichen internationale Abkommen wie dem Washingtoner Artenschutzübereinkommen (CITES), den ILO-Konventionen (Internationalen Arbeitsorganisation), dem Internationalen Tropenholzabkommen (ITTA) und dem Abkommen über die biologischen Vielfalt eingehalten.	qualitativ
AE_0845	Konfliktlösung durch Dritte	Konflikte zwischen Gesetzen, Verordnungen und den FSC Prinzipien und Kriterien werden für das Zertifizierungsverfahren im Einzelfall vom Zertifizierer und den betroffenen Parteien beurteilt.	qualitativ
AE_0846	Waldfläche erhalten und schützen	Waldflächen müssen vor illegaler Nutzung, Besiedlung und anderen unerlaubten Aktivitäten geschützt werden.	qualitativ
AE_0847	langfristige Verpflichtung zu verantwortungsvollem Bewirtschaften	Der Waldbesitzer verpflichtet sich, den Wald langfristig gemäß den internationalen Prinzipien und Kriterien des FSC zu bewirtschaften.	qualitativ
AE_0848	Dokumentation Eigentumsrechte	Langfristige Eigentums- und Nutzungsrechte am Wald sind eindeutig dokumentiert (z.B. in Form von Grundbucheinträgen, Gewohnheitsrechten oder Pachtverträgen).	qualitativ
AE_0849	Rechte der lokalen Bevölkerung am Wald	Die gesetzlichen und gewohnheitsmäßigen Besitz- und Waldnutzungsrechte der lokalen Bevölkerung werden respektiert, sofern diese Rechte nicht in freier und bewusster Entscheidung an Dritte abgetreten wurden.	qualitativ
AE_0850	Schlichtungsansätze zur Konfliktlösung	Bestehen hinsichtlich Besitzanspruch und Nutzungsrecht Konflikte, werden geeignete Verfahren zu deren Schlichtung angewendet. Die Umstände und der Status etwaiger offener Konflikte werden ausdrücklich im Zertifizierungs- verfahren berücksichtigt. Konflikte von grundsätzlicher Bedeutung, die eine bedeutsame Anzahl von Interessen betreffen, schließen normalerweise die Zertifizierung eines Betriebes aus.	qualitativ
AE_0851	Wahrung indigener Rechte	Die gesetzlichen und gewohnheitsmäßigen Rechte der indigenen Gruppen hinsichtlich Besitz, Nutzung und Bewirtschaftung von Land, Territorien und Ressourcen sind anzuerkennen und zu respektieren.	qualitativ
AE_0852	Lokale Förderung	Der lokalen Bevölkerung sollten Arbeitsmöglichkeiten, Schulungen und andere Dienstleistungen angeboten werden.	qualitativ
AE_0853	Arbeitssicherheit/-gesundheit	Der Forstbetrieb hält die einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen und/oder Verordnungen bezüglich Gesundheit und Sicherheit aller Beschäftigten ein oder übertrifft sie.	qualitativ
AE_0854	Arbeitsrechte	Die Rechte der Beschäftigten, sich zu organisieren und nach eigenem Ermessen mit den Arbeitgebern zu verhandeln, werden gemäß den Konventionen 87 und 98 der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) gewährleistet.	qualitativ
AE_0855	Partizipation betroffener Gruppen	Erkenntnisse über nachteilige soziale Auswirkungen werden in die forstliche Planung und die daraus abgeleiteten Maßnahmen integriert. Mit Personen und Gruppen, die direkt von Bewirtschaftungsmaßnahmen betroffen sind, werden Konsultationen geführt.	qualitativ
AE_0856	Vermeidung- und Wiedergutmachungstechniken	Es werden geeignete Instrumente angewandt, um Streitfälle zu schlichten und bei Verlust oder Beeinträchtigung der gesetzlichen oder gewohnheitsmäßigen Rechte, des Eigentums, der Ressourcen oder des Lebensunterhalts der lokalen Bevölkerung diese gerecht zu entschädigen. Es werden Maßnahmen zur Vermeidung solcher Verluste oder Beeinträchtigungen ergriffen.	qualitativ
AE_0857	Wirtschaftlichkeit	Der Forstbetrieb strebt seine Wirtschaftlichkeit an. Er berücksichtigt dabei alle ökologischen, sozialen und betrieblichen Kosten der Produktion und wahrt die Leistungsfähigkeit der Ökosysteme indem hierzu notwendige Investitionen getätigt werden.	qualitativ
AE_0858	Vermarktungsstrategie	Der Forstbetrieb fördert durch seine Bewirtschaftungsmaßnahmen und Vermarktungsstrategie die optimale Nutzung und lokale Verarbeitung der verschiedenen Waldprodukte.	qualitativ
AE_0859	Effiziente Erntemaßnahmen (Schad- und Abfallarm)	Die Waldbewirtschaftung minimiert Abfälle bei Holzernte und Aufarbeitung und vermeidet Schäden an sonstigen Waldressourcen.	qualitativ
AE_0860	Diversifizierung	Die Waldbewirtschaftung strebt die Stärkung und Diversifizierung der regionalen Wirtschaft an und vermeidet die Abhängigkeit von einem einzelnen Waldprodukt.	qualitativ
AE_0861	Erhalt und Verbesserung der Waldfunktionen	Bei der Waldbewirtschaftung wird der Wert der Waldfunktionen und der Waldressourcen (z.B. Wassereinzugsgebiete und Fischvorkommen) erkannt, erhalten und, wo es sich anbietet, gesteigert.	qualitativ
AE_0862	nachhaltige Ressourcennutzung	Die Menge der genutzten Waldprodukte entspricht einem dauerhaft nachhaltigen Niveau.	qualitativ

AE_0863	Vorsorge Umweltauswirkungen	Abhängigkeit von Intensität und Umfang der Waldbewirtschaftung und der Einmaligkeit der betroffenen Naturgüter werden die Umweltauswirkungen bei der Waldbewirtschaftung vor ihrer Durchführung beurteilt. Je nach Ergebnis der Beurteilung werden die Maßnahmen ggf. angepasst. Dabei sind auch Belange des Landschaftsschutzes sowie der lokalen Verarbeitung mit Einzubeziehen.	qual. (Vorsorge Umweltauswirkungen)
AE_0864	Schutzgebiete	Schutzgebiete sind etabliert um seltene, gefährdete und vom Aussterben bedrohte Arten und deren Lebensräume (z.B. Brut- und Nahrungshabitate) zu schützen. Ausgewiesene Naturschutzgebiete und Schutzzonen sind entsprechend der Größe und Intensität der Waldbewirtschaftung und entsprechend der Einmaligkeit der betroffenen Naturgüter eingerichtet. Überjagung und Überfischung sowie Sammeln und Fallenstellen werden verhindert.	qualitativ
AE_0865	Schutz der Waldfunktionen	Die ökologischen Funktionen und Werte des Waldes werden erhalten, verbessert oder wiederhergestellt. a) Waldverjüngung und Sukzession b) Genetische-, Arten- und Ökosystemvielfalt c) Natürliche Kreisläufe, welche die Produktivität des Waldökosystems beeinflussen	qual. (Schutz der Waldfunktionen)
AE_0866	Schutz besonderer Ökosysteme	Repräsentative Beispiele vorhandener Ökosysteme einer Landschaft sind entsprechend des Umfangs und der Intensität der Waldbewirtschaftung und der Einmaligkeit der betroffenen Naturgüter in ihrem natürlichen Zustand zu erhalten und in Karten darzustellen.	qualitativ
AE_0867	Bodenschutz	Um Bodenerosion und Schäden am verbleibenden Bestand durch Holzerntemaßnahmen, Wegebau und andere mechanische Eingriffe zu vermeiden, werden entsprechende Richtlinien schriftlich erarbeitet und umgesetzt. Der Schutz von Wasservorkommen wird gewährleistet.	qualitativ
AE_0868	Einsatz von Pestiziden	Die Waldbewirtschaftung fördert die Entwicklung und Anpassung von umweltfreundlichen, chemiefreien Methoden der Schädlingsbekämpfung und setzt im Wald grundsätzlich keine Düngemittel und chemischen Biozide ein. Pestizide nach Typ 1A und 1B der Weltgesundheitsorganisation, chlorierte Hydrokarbonate; persistente, toxische oder Pestizide mit biologisch aktiven, sich in der Nahrungskette anreichernden Abbauprodukten sowie alle durch internationale Vereinbarungen verbotenen Pestizide sind nicht zulässig. Falls Chemikalien eingesetzt werden, ist für geeignete Ausrüstung und Ausbildung zu sorgen, um Gesundheits- und Umweltrisiken zu minimieren.	qualitativ
AE_0869	Umweltgerechte Entsorgung	Die Entsorgung von Chemikalien, Behältern, flüssigen und festen anorganischen Abfällen einschließlich der Treibstoff- und Ölrückstände erfolgt umweltgerecht außerhalb des Waldes.	qualitativ
AE_0870	Einsatz biol. Bekämpfungsmittel	Der Gebrauch von biologischen Bekämpfungsmitteln wird minimiert, dokumentiert, überwacht und gemäß nationaler Gesetzgebung und international anerkannter wissenschaftlicher Studien kontrolliert. Auf den Einsatz gentechnisch manipulierter Organismen wird verzichtet.	qualitativ
AE_0871	Kontrolle bei Fremdländischen BA	Die Verwendung von Gastbaumarten wird sorgfältig kontrolliert und beobachtet, um negative ökologische Auswirkungen zu vermeiden.	qualitativ
AE_0872	Umwandlungsverbot	Die Umwandlung von Wald in Plantagen oder die Rodung ist nicht zulässig, außer unter Umständen, in denen die Umwandlung a) einen sehr kleinen Teil des Forstbetriebes berührt; und b) nicht in Wäldern mit hohem Schutzwert stattfindet; und c) klare, wesentliche, zusätzliche, sichere und langfristige Vorteile für den Naturschutz innerhalb des gesamten Betriebes ermöglicht.	qualitativ
AE_0873	Dokumentation Betriebsplanung	Der Bewirtschaftungsplan und die zugehörigen Dokumente enthalten Angaben hinsichtlich: Betriebsziele; Beschreibung der bewirtschafteten Wälder, des Eigentumsstatus und der Nutzungsrechte, der beschränkenden Umweltfaktoren, der sozioökonomischen Bedingungen und der angrenzenden Flächen; Beschreibung des waldbaulichen Systems basierend auf den Inventurergebnissen und der ökologischen Situation; Herleitung des Jahreseinschlages nach Menge und Baumarten; Regelungen zur Beobachtung von Zuwachs und Dynamik des Waldes; Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Umwelt; Pläne zur Identifikation und zum Schutz von seltenen, bedrohten und gefährdeten Arten; Karten zur Darstellung der forstlichen Grunddaten einschließlich geschützter Bereiche, geplanter Wirtschaftsmaßnahmen und Waldeigentum; Beschreibung und Begründung der Erntetechniken einschließlich der einzusetzenden Ausrüstung,	qualitativ
AE_0874	Aktualisierung der Betriebsplanung	Der Bewirtschaftungsplan wird regelmäßig aktualisiert, um die Ergebnisse von Beobachtungen oder neue wissenschaftliche und technische Erkenntnisse einzubeziehen und um sich ändernde ökologische, soziale und ökonomische Verhältnisse zu berücksichtigen.	qualitativ
AE_0875	Ausbildung der MA	Das Forstpersonal ist angemessen auszubilden und anzuleiten, damit die fachgerechte Umsetzung des Bewirtschaftungsplanes gewährleistet ist.	qualitativ
AE_0876	Transparenz	Der Waldbesitzer legt der Öffentlichkeit auf Anfrage eine Zusammenfassung der wichtigsten Teile des Bewirtschaftungsplans vor, ohne vertrauliche Betriebsdaten preisgeben zu müssen.	qualitativ
AE_0877	angepasste Kontrollen	Häufigkeit und Intensität von innerbetrieblichen Kontrollen richten sich nach Umfang und Intensität der Bewirtschaftungsmaßnahmen sowie der Komplexität und Sensibilität des betroffenen Ökosystems. Die Kontrollen werden regelmäßig und reproduzierbar durchgeführt, damit periodische Vergleiche der Ergebnisse eine Evaluierung der Veränderungen ermöglichen.	qualitativ
AE_0878	Dokumentation Betriebs- und Produktionsdaten	Der Forstbetrieb erfasst alle notwendigen Daten zur Betriebskontrolle, mindestens jedoch Daten bezüglich: a) Ertrag aller geernteten Forstprodukte, b) Wachstumsraten, Verjüngung und Zustand des Waldes, c) Zusammensetzung und beobachtete Veränderungen von Flora und Fauna, d) Umweltauswirkungen sowie soziale Folgen der Holzernte und anderer Maßnahmen, e) Kosten, Produktivität und Effizienz der Waldbewirtschaftung.	qualitativ
AE_0879	Transparenz für die Kontrollstellen	Den Kontroll- und Zertifizierungsstellen werden Unterlagen zur Verfügung gestellt, die es ihnen ermöglichen, jedes zertifizierte Forstprodukt von seinem Ursprung her zu verfolgen. Dieser Vorgang wird Produktkette (chain of custody) genannt.	qualitativ
AE_0880	Verbesserung des Betriebsplans nach Kontrolle	Die Ergebnisse der Betriebskontrolle werden bei der Umsetzung und Überarbeitung des Bewirtschaftungsplanes einbezogen.	qualitativ
AE_0881	Informationsfreigabe	Der Waldbesitzer stellt der Öffentlichkeit eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Betriebskontrolle wie unter Punkt 8.2 ausgeführt, zur Verfügung. Vertrauliche Betriebsdaten müssen nicht preisgegeben werden.	qualitativ
AE_0882	Wälder mit hohem Schutzwert (Feststellung)	Es wird eine dem Umfang und der Intensität der Waldbewirtschaftung angemessene Bewertung durchgeführt, ob Wälder mit hohem Schutzwert vorhanden sind.	qualitativ

AE_0883	Hinweis auf Wälder mit hohem Schutzwert	In den im Zusammenhang mit der Zertifizierung durchgeführten Konsultationen wird auf vorhandene Wälder mit hohem Schutzwert besonders hingewiesen und Wege zu ihrer Erhaltung aufgezeigt.	qualitativ
AE_0884	Präventiver Umweltschutz	Der Bewirtschaftungsplan enthält konkrete Maßnahmen zur Erhaltung oder Verbesserung der Schutzziele im Sinne eines vorbeugenden Ansatzes. Diese Maßnahmen sind insbesondere in der öffentlich verfügbaren Zusammenfassung des Bewirtschaftungsplans enthalten.	qualitativ
AE_0885	Wirksamkeit der Maßnahmen werden überprüft	In jährlichen innerbetrieblichen Kontrollen wird die Wirksamkeit der angewandten Maßnahmen überprüft und beurteilt.	qualitativ
AE_0886	Dokumentation der Bewirtschaftungsziele Plantage	Die Bewirtschaftungsziele der Plantage, einschließlich der Ziele der Erhaltung und Wiederherstellung natürlicher Wälder, müssen im Bewirtschaftungsplan explizit dargestellt werden und bei dessen Umsetzung klar zum Ausdruck kommen.	qualitativ
AE_0887	Schutz durch Plantagen	Die Gestaltung und Anlage von Plantagen soll den Schutz, die Wiederherstellung und die Erhaltung von natürlichen Wäldern fördern und nicht den Druck auf natürliche Wälder erhöhen. Wildkorridore, Flussuferzonen und ein Mosaik von Beständen verschiedenen Alters und verschiedener Umtriebszeiten müssen bei der Planung der Plantage im Einklang mit der Größe des Eingriffs berücksichtigt werden. Die Größe und Anlage der einzelnen Abteilungen muss den Mustern in der natürlichen Landschaft entsprechen.	qualitativ
AE_0888	Vielfältigkeit der Plantagen	Eine Vielfältigkeit der Zusammensetzung der Plantagen ist anzustreben, um die ökonomische, ökologische und soziale Stabilität zu erhöhen. Eine solche Vielfältigkeit kann die Größe und räumliche Verteilung der Bewirtschaftungseinheit innerhalb der Landschaft, die Anzahl und genetische Zusammensetzung der Arten, die Altersklassen und die Bestandesstruktur beinhalten.	qualitativ
AE_0889	Standorteignung der Pflanzung	Die Artenwahl für die Pflanzung muss an deren Standorteignung und ihrer Zweckmäßigkeit zur Erfüllung der Bewirtschaftungsziele ausgerichtet sein. Um die Artenvielfalt zu erhöhen, werden einheimische gegenüber Gastbaumarten bei der Einrichtung der Plantagen und der Wiederherstellung degradierter Ökosysteme bevorzugt. Gastbaumarten, welche nur verwendet werden dürfen wenn ihre Produktivität größer ist als jene einheimischen Arten, müssen sorgfältig überwacht werden, um außergewöhnliche Mortalitäten, Krankheiten, Insektenbefall und negative ökologische Auswirkungen zu identifizieren.	qualitativ
AE_0890	Wiederbewaldung gewährleisten	In einem Teil des gesamten bewirtschafteten Gebietes muss die Bewirtschaftung in angemessener Weise in Bezug zur Größe der Plantage und gemäß festzulegender regionaler Standards so ausgerichtet werden, dass eine natürliche Bewaldung wiederhergestellt wird.	qualitativ
AE_0891	Bodenfruchtbarkeit in Plantagen erhalten	Es müssen Maßnahmen getroffen werden, um die Bodenstruktur, -fruchtbarkeit und die biologische Aktivität des Bodens zu erhalten oder zu verbessern. Die Erntetechniken und Erntemengen, der Bau und die Unterhaltung von Straßen und Wegen und die Baumartenwahl dürfen nicht zu einer langfristigen Bodendegradierung, negativen Auswirkungen auf die Wasserqualität und -quantität der zu bedeutenden Änderungen im hydrologischen System führen.	qualitativ
AE_0892	Integrierte Schädlingsbekämpfung und Vermeidungstechniken	Maßnahmen müssen ergriffen werden zur Vorbeugung und Minimierung von Schädlingsbefall, Krankheiten, Feuer und Eindringen von invasiven Pflanzen. Integrierte Schädlingsbekämpfung muss ein wesentlicher Bestandteil des Bewirtschaftungsplans sein, wobei Vorbeugung und biologische Kontrolle Vorrang vor der Anwendung von chemischen Bekämpfungsmitteln und Düngern haben. Die Plantagenbewirtschafter sollen jede Anstrengung unternehmen, vom Einsatz chemischer Bekämpfungsmitteln und Düngern einschließlich ihres Einsatzes in Baumschulen abzukommen.	qualitativ
AE_0893	Beeinträchtigung sozialer und ökologsicher Faktoren durch Plantagen	In einem an die Größe und Vielfalt der Maßnahme angemessen Rahmen muss eine Überwachung der Plantage die regelmäßigen Einschätzungen ökologischer und sozialer Auswirkungen innerhalb und außerhalb der Anlage einschließen (z.B. natürliche Verjüngung, Auswirkungen auf Wasserressourcen und Bodenfruchtbarkeit sowie Auswirkung auf das lokale Gemeinwohl und das soziale Wohlergehen), als Ergänzung zu den in den Prinzipien 8, 6 und 4 behandelten Aspekten. Es sollen keine Arten großräumig gepflanzt werden, bevor lokale Versuche und/oder Erfahrungen gezeigt haben, dass diese ökologisch gut angepasst sind, nicht invasiv sind und keine bedeutenden negativen ökologischen Auswirkungen auf andere Ökosysteme haben. Besondere Aufmerksamkeit gilt den sozialen Aspekten des Landerwerbs für Plantagen, insbesondere dem Schutz lokaler Eigentums-, Nutzungs- oder Zugangsrechte.	qualitativ
AE_0894	Umwandlung natürlicher Wälder	Plantagen, die nach November 1994 aus der Umwandlung von natürlichen Wäldern entstanden sind, dürfen normalerweise nicht zertifiziert werden. Eine Zertifizierung kann nur erlaubt werden, wenn er Zertifizierungsstelle ausreichend Beweise vorliegen, dass der Bewirtschafter bzw. Eigentümer weder direkt noch indirekt für die Umwandlung verantwortlich ist.	qualitativ

6.a Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC)

Bibliografie	
Titel	PEFC-Standards für Deutschland
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	PEFC Deutschland 1002:2009
Sonstiges	Leitlinien für nachhaltige Waldbewirtschaftung zur Einbindung des Waldbesitzers in den regionalen Rahmen
Fundstelle	https://pefc.de/ bzw. https://pefc.de/dokumente.html#filter=.woodowners
SK (bei Kontext)	SK0002 SK0003 SK0004 SK0011 SK0013 SK0047 SK0048 SK0071
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Nachhaltige Waldbewirtschaftung in Deutschland fördern. Zertifizierungssystem, orientiert an den Helsinki-Kriterien für SMF. Zur Vermarktung nachhaltiger Holzprodukte.
Ziel/Zweck	Zertifizierung nachhaltiger Holzprodukte (nachhaltiger Waldbewirtschaftung)
Zielgruppe	Waldbesitzer
Fachgebiet	Forst
Verbindungen	Helsinki-Kriterien
Strukturell	

Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	Entsprechend der Helsinki Kriterien gibt es 6 Überthemen oder –kriterien und insgesamt 45 Indikatoren.
Zeitlicher Horizont	Ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Analog um Vorgehen bei FSC wurden Analyseeinheiten gebildet, indem möglichst charakteristische semantische Einheiten für jeden Indikator gesucht wurden.
Hauptschlagwort	Überschrift: Forstliche Ressourcen
Sekundär Schlagwörter	Aus Indikator: Bewirtschaftungspläne. Ggf. noch weiter ergänzt durch Unterüberschriften.
Berechnungsart	
Rechnung	Qualitative Bewertung
Datenquelle	Audit

6.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC)

Lfd.Nr.AE PEFC	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	original	Berechnung
AE_0895	Forstliche Ressourcen	Bewirtschaftungspläne	Erstellung von Bewirtschaftungsplänen	qualitativ
AE_0896	Forstliche Ressourcen	Dauerbewaldung	Dauerhafte Bewaldung erhalten	qualitativ
AE_0897	Forstliche Ressourcen	Nutzungsänderung	Waldumwandlungen (Nutzungsänderungen entsprechen geltendem Recht)	qualitativ
AE_0898	Gesundheit/Vitalität Wald	Pflanzenschutzmittel	Integrierter Waldschutz wird angewendet (Reduktion PSM)	qualitativ
AE_0899	Gesundheit/Vitalität Wald	Pflanzenschutzmittel	Einsatz von PSM nur nach Gutachten und schwerwiegender Gefährdung des Bestandes oder der Verjüngung	qualitativ
AE_0900	Gesundheit/Vitalität Wald	Kalkung	Bodenschutzkalkung nur nach Vorlage eines Gutachtens	qualitativ
AE_0901	Gesundheit/Vitalität Wald	Düngung	Keine Düngung zur Ertragssteigerung	qualitativ
AE_0902	Gesundheit/Vitalität Wald	Pflegliche Ernte	Bei Erntemaßnahmen werden keine Schäden am Bestand und Boden verursacht. Kein flächiges Befahren.	qualitativ
AE_0903	Gesundheit/Vitalität Wald	Erschließung im Wald	Dauerhaftes Feinerschließungsnetz zur Wald- und Bodenschonung. Rückegassenabstand 20m oder mehr.	qualitativ
AE_0904	Gesundheit/Vitalität Wald	Erschließung im Wald	Dauerhafte Funktionsfähigkeit der Rückegassen sicherstellen.	qualitativ
AE_0905	Gesundheit/Vitalität Wald	Bodenschonung bei Ernte	Zusätzliches Befahren zur Ernte wird auf Mindestmaß reduziert und ggf. bodenschonend gestaltet.	qualitativ
AE_0906	Gesundheit/Vitalität Wald	Pflegliche Waldarbeit	Pflegliche Waldarbeit zur Vermeidung von Fäll- und Rückeschäden	qualitativ
AE_0907	Produktionsfunktion	Wertschöpfung	Der Waldbesitzer wirkt auf eine hohe Wertschöpfung und einen ökonomischen Erfolg hin.	qualitativ
AE_0908	Produktionsfunktion	Holzqualität	Erzeugung hoher Holzqualitäten und breiter Produktpalette im Rahmen der betrieblichen Zielsetzung. Produktorientierte Bewirtschaftung (auch Vermarktung von nicht-Holzprodukten)	qualitativ
AE_0909	Produktionsfunktion	Angemessene Pflege	Eine angemessene und auf die Betriebsziele abgestimmte Pflege wird sichergestellt.	qualitativ
AE_0910	Produktionsfunktion	nur hiebsreife Bestände nutzen	Die Endnutzung nichthiebsreifer Bestände ist grundsätzlich nicht zulässig.	qualitativ
AE_0911	Produktionsfunktion	bedarfsgerechte Erschließung	Eine bedarfsgerechte Erschließung des Waldes ist erforderlich. Unter Berücksichtigung der Umweltbelange	qualitativ
AE_0912	Produktionsfunktion	keine Ganzbaumnutzung	Auf Ganzbaumnutzung wird verzichtet.	qualitativ
AE_0913	Biologische Vielfalt	Mischbestände fördern	Mit Ausnahme natürlicher Reinbestände werden Mischbestände mit STOgerechten Baumarten gefördert.	qualitativ
AE_0914	Biologische Vielfalt	Seltene Arten fördern	Seltene Baum- und Straucharten werden gefördert.	qualitativ
AE_0915	Biologische Vielfalt	nach Herkunftsempfehlung	Die Herkunftsempfehlungen für forstliches Saat- und Pflanzgut werden eingehalten.	qualitativ
AE_0916	Biologische Vielfalt	überprüfbare Herkunft Saat	Saat- und Pflanzgut mit überprüfbarer Herkunft wird verwendet, soweit verfügbar	qualitativ
AE_0917	Biologische Vielfalt	keine GMO	Gentechnisch veränderte Organismen kommen nicht zum Einsatz.	qualitativ
AE_0918	Biologische Vielfalt	angepasste Verjüngung	An die Baumart angepasste, möglichst kleinflächige Verjüngungsverfahren werden angewendet	qualitativ
AE_0919	Biologische Vielfalt	möglichst natürliche Verjüngung	Bevorzugt natürliche Verjüngung, (wenn passend)	qualitativ
AE_0920	Biologische Vielfalt	keine Kahlschläge	Kahlschläge werden unterlassen. (Ausnahme z.B. Umbau)	qualitativ
AE_0921	Biologische Vielfalt	Rücksichtnahme auf bei Bewirtschaftung	Besondere Rücksichtnahme bei der Bewirtschaftung auf beschütze Arten und Biotope sowie Schutzgebiete	qualitativ
AE_0922	Biologische Vielfalt	Totholz	Erhalt und Förderung von Totholz	qualitativ
AE_0923	Biologische Vielfalt	Wildbestände	Angepasste Wildbestände	qualitativ
AE_0924	Schutzfunktion Wald	bei Bewirtschaftung berücksichtigen	Bei der Waldbewirtschaftung sind alle Schutzfunktionen angemessen zu berücksichtigen.	qualitativ
AE_0925	Schutzfunktion Wald	Gewässer im Wald	Gewässer im Wald werden durch die Waldbewirtschaftung nicht beeinträchtigt. Besonders in Wasserschutzgebieten	qualitativ
AE_0926	Schutzfunktion Wald	keine neuen Entwässerungseinrichtungen	Auf die Neuanlage von Entwässerungseinrichtungen wird verzichtet.	qualitativ
AE_0927	Schutzfunktion Wald	Bodenbearbeitung	Zum Bodenschutz keine flächige Bodenbearbeitung die in den Mineralboden eingreift und kein Vollumbruch.	qualitativ
AE_0928	Schutzfunktion Wald	schnellabbaubare Öle und Flüssigkeiten	Einsatz von biologisch schnell abbaubaren Ketthaftölen und Hydraulikflüssigkeiten.	qualitativ
AE_0929	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	Fachpersonal	Ein angepasster Anteil an Fachpersonal wird beschäftigt.	qualitativ
AE_0930	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	Motorsägenschein	Private Selbstwerber weisen einen Motorsägenlehrgang nach.	qualitativ

AE_0931	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	Qualifizierte Unternehmer	Im Forstbetrieb eingesetzte forstwirtschaftliche Dienstleistungs-, Lohnunternehmer und gewerbliche Selbstwerber verfügen über die für die Tätigkeit erforderliche Qualifikation.	qualitativ
AE_0932	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	zertifizierte Unternehmer	Es werden nur Unternehmer eingesetzt, die (PEFC)-zertifiziert sind	qualitativ
AE_0933	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	UVV werden eingehalten	Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften und Betriebssicherheitsverordnungen	qualitativ
AE_0934	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	Sonderkraftstoffe	Für Zweitaktmaschinen werden Sonderkraftstoffe verwendet.	qualitativ
AE_0935	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	Aus-und Fortbildung der MA	Allen in der Forstwirtschaft eingesetzten Beschäftigten ist die Möglichkeit zur Aus-, Fort- und Weiterbildung zu geben.	qualitativ
AE_0936	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	Tarifvertrag	Die Beschäftigten werden auf Grundlage des geltenden Tarifvertrags beschäftigt.	qualitativ
AE_0937	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	Mitgestaltung	Mitgestaltung des Betriebsgeschehens über die gesetzliche Mitbestimmung steht den MA offen.	qualitativ
AE_0938	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	Freier Zugang für Erholung	Die Öffentlichkeit hat zum Zwecke der Erholung freien Zutritt zum Wald.	qualitativ
AE_0939	Sozio-ökonomische Funktion Wälder	Rücksicht auf Kultur und Religion	Auf Standorte mit anerkannter besonderer historischer, kultureller oder religiöser Bedeutung wird besondere Rücksicht genommen.	qualitativ

7.a State of Europe´s Forests (SOEF/MCPFE)

Bibliografie	
Titel	State of Europe´s Forests 2011
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 2011, ISBN 978-82-92980-05-7
Sonstiges	Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe
Fundstelle	http://www.unece.org/forests/fr/outputs/soef2011.html
SK	SK0032, 0046, 0034, 0107, 0092
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Bericht von Forest Europe über Trend und Status der Wälder und des Waldzustandes: „The State of Europe's Forests 2011 report aims at providing decision makers and the broad public with up-to-date, comprehensive and fact-based information on the status and trends in forests and sustainable forest management in Europe in the period 1990-2010. The report was jointly prepared by Forest Europe, UNECE and FAO with significant support from the governments of Finland, France, Norway and Switzerland. The European Forest Institute and the Government of the United Kingdom also made substantial contributions."
Ziel/Zweck	Information über Waldzustand und Entwicklung in Europa
Zielgruppe	Bürger und Entscheidungsträger
Fachgebiet	Forst
Verbindungen	(Rio)
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	6 quantitative Kriterien mit 35 quantitativen Indikatoren UND 2 „parts" mit 17 qualitative Indikatoren (insgesamt 52 Indikatoren).
Zeitlicher Horizont	Ex post, Monitoring
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die Indikatoren wurden aus dem Textbuch exzerpiert.
Hauptschlagwort	HS= übersetzter Indikator (Forest area = Waldfläche)
Sekundär Schlagwörter	NS = verkürzte Übersetzung des Kriteriums "Maintenance and Appropriate Enhancement of Forest Resources and their Contribution to Global Carbon Cycles" = Waldressourcen und Kohlenstoffspeicher erhalten.
Berechnungsart	
Rechnung	Unter Berechnung steht der englische Originaltext zum Indikator Area of forest and other wooded land, classified by broadleaves and conifers, and by availability for wood supply, and share of forest and other wooded land in total land area."(S.18). Wenn keine Kurzbeschreibung vorhanden, Exzerpt aus dem Begleittext, oder "Keine Angaben".
Datenquelle	EUROSTAT

7.b Analyseeinheiten aus der Vorlage State of Europe´s Forests (SOEF/MCPFE)

Lfd.Nr.AE SOEF	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Berechnung/Original
AE_0940	Waldfläche	Waldressourcen und Kohlenstoffspeicher erhalten	Area of forest and other wooded land, classified by broadleaves and conifers, and by availability for wood supply, and share of forest and other wooded land in total land area.
AE_0941	Vorrat	Waldressourcen und Kohlenstoffspeicher erhalten	Growing stock of forest and other wooded land, classified by broadleaves and conifers, and by availability for wood supply
AE_0942	Altersstruktur und Durchmesserverteilung	Waldressourcen und Kohlenstoffspeicher erhalten	Age structure and/or diameter distribution of forestand other wooded land, classified by forest type and by availability for wood supply.
AE_0943	Kohlenstoffspeicher	Waldressourcen und Kohlenstoffspeicher erhalten	Carbon stock of woody biomass and of soils on forest and other wooded land.
AE_0944	Deposition von Luftschadstoffen	Ökosystem Gesundheit	k.A. (Deposition Luftschadstoffe)
AE_0945	Bodenzustand	Ökosystem Gesundheit	Chemical soil properties (pH, cation exchange capacity, C/N ratio, organic C, base saturation) on forest and other wooded land related to soil acidity and eutrophication, classified by main soil types.

AE_0946	Kronenverlichtung	Ökosystem Gesundheit	Defoliation of one or more main tree species on forest and other wooded land in each of the defoliation classes “moderate”, “severe” and “dead”.
AE_0947	Waldschaden	Ökosystem Gesundheit	Forest and other wooded land with damage, classified by primary damaging agent (abiotic, biotic and humaninduced) and by forest type.
AE_0948	Einschlag und Zuwachs	Produktive Funktionen Wald	NAI / fellings
AE_0949	Derbholz (Menge)	Produktive Funktionen Wald	keine Angaben
AE_0950	Nicht-Holzprodukte	Produktive Funktionen Wald	value and quantity of marketed NWG
AE_0951	(vermarktbarer) Services	Produktive Funktionen Wald	keine Angaben
AE_0952	Wälder mit Management-plan	Produktive Funktionen Wald	Wälder mit Managementplan in ha
AE_0953	Baumartenzusammenset-zung	Biodiversität	Area of forest and other wooded land, classified by number of tree species occurring and by forest type.
AE_0954	Regeneration	Biodiversität	Regeneration: Area of regeneration within even-aged stands and uneven-aged stands, classified by regeneration type.
AE_0955	Naturnähe	Biodiversität	Naturalness: Area of forest and other wooded land, classified by “undisturbed by man”, by “semi-natural” or by “plantations”, each by forest type.
AE_0956	Fremdländische Baumarten	Biodiversität	Area of forest and other wooded land dominated by introduced tree species.
AE_0957	Totholz	Biodiversität	Volume of standing deadwood and of lying deadwood on forest and other wooded land classified by forest type.
AE_0958	Genetische Ressourcen	Biodiversität	Area managed for conservation and utilization of forest tree genetic resources (in situ and ex situ gene conservation) and area managed for seed production.
AE_0959	Landschaftsstruktur	Biodiversität	Landscape pattern: Landscape-level spatial pattern of forest cover.
AE_0960	Bedrohte Waldarten	Biodiversität	Number of threatened forest species, classified according to the World Conservation Union (IUCN) Red List categories in relation to total number of forest species.
AE_0961	Geschützter Wald	Biodiversität	Protected forests: Area of forest and other wooded land protected to conserve biodiversity, landscapes and specific natural elements, according to MCPFE11 Assessment Guidelines.
AE_0962	Schutzwald - Boden, Wasser und andere Ökosystemfunktionen	Schutzfunktionen Wald	Area of forest and other wooded land designated to prevent soil erosion, to preserve water resources, or to maintain other forest ecosystem functions, part of MCPFE Class “Protective Functions”.
AE_0963	Schutzwald - Infrastruktur und bewirtschaftete natürliche Ressourcen	Schutzfunktionen Wald	Area of forest and wooded land designated to protect infrastructure and managed natural resources against natural hazards, part of MCPFE Class “Protective Functions”.
AE_0964	Waldbesitz	Sozio-ökonomische Funktionen	Number of forest holdings, classified by ownership categories and size classes.
AE_0965	Beitrag des Forstsektors zum GDP	Sozio-ökonomische Funktionen	Contribution of forestry and manufacturing of wood and paper products to gross domestic product.
AE_0966	Nettoertrag	Sozio-ökonomische Funktionen	Net revenue of forest enterprises.
AE_0967	Ausgaben für Services (aus Wald)	Sozio-ökonomische Funktionen	Total expenditures for long-term sustainable services from forests.
AE_0968	Forstsektor Beschäftigung	Sozio-ökonomische Funktionen	Number of persons employed and labour input in the forest sector, classified by gender and age group, education and job characteristics.
AE_0969	Arbeitssicherheit und Gesundheit	Sozio-ökonomische Funktionen	Frequency of occupational accidents and occupational diseases in forestry.
AE_0970	Holzverbrauch	Sozio-ökonomische Funktionen	Consumption per head of wood and products derived from wood.
AE_0971	Holzhandel	Sozio-ökonomische Funktionen	Imports and exports of wood and products derived from wood.
AE_0972	Energie aus Holzressourcen	Sozio-ökonomische Funktionen	Share of wood energy in total energy consumption, classified by origin of wood.
AE_0973	Zugang für Erholungszwecke	Sozio-ökonomische Funktionen	Area of forest and other wooded land where public has a right of access for recreational purposes and indication of intensity of use.
AE_0974	Kultureller und geistiger Wert	Sozio-ökonomische Funktionen	Number of sites within forest and other wooded land designated as having cultural or spiritual values.
AE_0975	Nationale Waldprogramme oder ähnliches		qual. (Nationale Waldprogramme oder ähnliches)
AE_0976	Institutioneller Rahmen		qual. (Institutioneller Rahmen)
AE_0977	gesetzliche/behördliche Rahmen und internationale Verpflichtungen		qual. (gesetzliche/behördliche Rahmen und internationale Verpflichtungen)
AE_0978	Finanzielle Instrumente / ökonomische Politik		qual. (Finanzielle Instrumente / ökonomische Politik)
AE_0979	Informationelle Mittel		qualitativ
AE_0980	Landnutzung und Waldfläche (politisch)		qual. (Landnutzung und Waldfläche (politisch))
AE_0981	Kohlenstoffbalance (politisch)		qualitativ
AE_0982	Gesundheit und Vitalität (politisch)		qual. (Gesundheit und Vitalität (politisch)
AE_0983	Produktion und Nutzung von Holz (politisch)		qual. (Produktion und Nutzung von Holz (politisch)
AE_0984	Produktion und Nutzung von Nicht-Holzprodukten und Services (politisch)		qual. (Produktion und Nutzung von Nicht-Holzprodukten und Services (politisch)
AE_0985	Biodiversität (politisch)		qual. (Biodiversität (politisch)
AE_0986	Schutzwälder (politisch)		qualitativ
AE_0987	(Wirtschaftlichkeit (politisch)		qual. (Wirtschaftlichkeit (politisch)
AE_0988	Beschäftigung (inklusive Gesundheit und Sicherheit) (politisch)		qualitativ
AE_0989	öffentliches Bewusstsein und Beteiligung (politisch)		qual. (öffentliches Bewusstsein und Beteiligung (politisch)
AE_0990	Forschung, Aus- und		qualitativ

	Weiterbildung (politisch)		
AE_0991	kulturelle und geistige Werte (politisch)		qualitativ

8.a Eforwood

Bibliografie	
Titel	Deliverable PD0.0.16: Manual for data collection for Regional and European cases Background document for EFORWOOD Training; Working document for Task Force
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Final version 2 July 2008 – UPDATE 3 September 2008; EFORWOOD project group (Staffan Berg)
Sonstiges	-
Fundstelle	Interne Dokumentation EFORWOOD-Projekt
SK	SK0017 SK0033 SK0107 SK0092 SK0063 SK0078 SK0108 SK0071
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Aus Text: „EFORWOOD is a four-years (November 2005-October 2009) integrated project, funded under the EU "Global change and ecosystems" research activity of the Sixth Framework Programme. Project includes 38 organisations in 21 countries, with total estimated budget of €20 million – of which the European Commission contribution is approximately €13 million. It gathers a consortium of highest-class experts, including the most representative forest-based sector research institutions and the leading European industry confederations in the sector."
Ziel/Zweck	"The objective of EFORWOOD is to develop a quantitative decision support tool for Sustainability Impact Assessment of the European Forestry-Wood Chain (FWC) and subsets thereof (e.g. regional), covering forestry, industrial manufacturing, consumption and recycling."
Zielgruppe	Wissenschaft (Betriebe)
Fachgebiet	Forst
Verbindungen	Keine bekannt
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen, 26 Indikatoren mit 1-4 Unterkategorien (Fehler in dem Dokument in der Nummerierung: 26 fehlt, also ist die höchste Zahl 27 bei eigentlich 26 Indikatoren).
Zeitlicher Horizont	ex ante & ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die Vorlage für das Exzerpt der EFORWOOD-Indikatoren ist ein interner Projektbericht der die Datenakquise für Nachhaltigkeitsindikatoren einer Anwendungsstudie beschreibt. In TOSIA können beliebig viele weitere Indikatoren entwickelt werden. Diese hier verwendeten Indikatoren sind jedoch von Experten als relevante Indikatoren der Forst-Holzkette identifiziert und beschrieben worden. Deshalb werden sie auch so eingesetzt. Wie unter Hierarchien dargelegt, sind die Ebenen innerhalb der Indikatoren nicht identisch. Um Transparenz zu gewährleisten wurde nur die oberste Ebene verwendet. Also der Indikatorname. Die Berechnungen sind aber auf tieferen Ebenen angegeben. Deshalb werden zu den Berechnungen selber nur in Ausnahmen (wenn es sinnvoll möglich ist) Informationen aufgenommen.
Hauptschlagwort	HS= übersetzter (teilweise gekürzter) Indikatorname
Sekundär Schlagwörter	NS: wo es als hilfreich erachtet wurde, wurden erläuternde NS aus den Beschreibungen zusätzlich exzerpiert.
Berechnungsart	
Rechnung	Siehe oben (Dokumentation)
Datenquelle	-

8.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Eforwood

Lfd.Nr.AE EFO	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Berechnung/Original
AE_0992	Bruttowertschöpfung		keine Angaben (Bruttowertschöpfung)
AE_0993	Produktionskosten		k.A. (Produktionskosten)
AE_0994	Holzhandelsbilanz (und Holzprodukte)	Import/Export	keine Angaben
AE_0995	Ressourcennutzung	recycelt/erneuerbar/ etc.	keine Angaben
AE_0996	Forstunternehmensstruktur		Number of forest holdings and forest-based enterprises classified by size classes
AE_0997	Investitionen in Forschung und Entwicklung		keine Angaben
AE_0998	Produktionsmenge		k.A. (Produktionsmenge)
AE_0999	Arbeitsproduktivität		t/Arbeiter
AE_1000	Innovation		keine Angaben
AE_1001	Beschäftigung		Anzahl Beschäftigte
AE_1002	Gehälter (nach Geschlecht)	Gleichberechtigung	keine Angaben
AE_1003	Arbeitssicherheit		Häufigkeit von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten
AE_1004	Ausbildung der MA (Status und Weiterbildung)		keine Angaben
AE_1005	Corporate social responsibility		Zertifizierte Betriebe und/oder Anteil zertifizierter Materialien
AE_1006	Arbeitsbedingungen		keine Angaben
AE_1007	Verfügbarkeit öffentlicher Waldfunktionen	Erholung& Schutz (Flächennutzung)	keine Angaben
AE_1008	Konsumenten Verhalten und Einstellung	Holzverwendung & Waldwertschätzung	keine Angaben (Konsumentenverhalten)

AE_1009	Energieverbrauch und -produktion		k.A. (Energien)
AE_1010	Treibhausgasemissionen und Kohlenstoff-speicher		k.A. (THG)
AE_1011	Transportentfernung und Ladung (Volu-men)		k.A. (Transportentfernung)
AE_1012	Wassernutzung		Industrie+Pflanzen
AE_1013	Waldressourcen		keine Angaben
AE_1014	Bodenzustand		keine Angaben
AE_1015	Emissionen Umwelt	Wasser&Luft	k.A. (Emissionen)
AE_1016	Biodiversität (Wald)		keine Angaben
AE_1017	Abfallart, -menge und Entsorgung		k.A. (Abfälle)

9.a Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG)

Bibliografie	
Titel	DLG-Zertifikat „Nachhaltige Landwirtschaft"; DLG-Merkblatt 369: Nachhaltiger Ackerbau
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	DLG; Auflage 01/2013
Sonstiges	-
Fundstelle	(Access:19.03.2013, 10:43) http://www.nachhaltige-landwirtschaft.info/; http://www.nachhaltige-landwirtschaft.info/fileadmin/downloads/pdf/Flyer_Nachhaltigkeit2012.pdf; http://www.nachhaltige-landwirtschaft.info/fileadmin/downloads/pdf/dlg-merkblatt_369.pdf
SK	SK0001 SK0016 SK0031 SK0046 SK0020 SK0035 SK0121
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Auf Betriebsebene im Rahmen eines Forschungsprojektes der DLG gemeinsam mit wissenschaftlichen Partnern entwickelt: „DLG-Nachhaltigkeitsstandard für landwirtschaftliche Betriebe". Basierend auf dem Umwelt- und Qualitätsmanagementsystem REPRO. Bewertung landwirtschaftlicher Betrieb Food/Non-Food. Greift die Prinzipien nachhaltiger Landbewirtschaftung auf (Schutz von Boden und Wasser, Effizienter Ressourceneinsatz, Klimawirkungen landwirtschaftlicher Produktion, Biodiversität, Pflanzenschutz, Lebensmittelsicherheit und –hygiene, Arbeitssicherheit, Fortbildung von Betriebsleitern und Angestellten)
Ziel/Zweck	Zertifizierung landwirtschaftlicher Betriebe
Zielgruppe	Betriebe
Fachgebiet	Landwirtschaft
Verbindungen	REPRO
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	Drei Dimensionen, Einteilung in 11 Analysebereich, 25 Indikator und Betriebsanalyse
Zeitlicher Horizont	ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die Indikatoren werden aus dem Merkblatt 369: Nachhaltiger Ackerbau S.12 exzerpiert.
Hauptschlagwort	Das HS ist der Indikatorname.
Sekundär Schlagwörter	NS ist der Analysebereich.
Berechnungsart	
Rechnung	Indikatoren werden von 0-5 bewertet. Unter Berechnung werden nicht die Angaben zur Betriebsanalyse kopiert. Dies sind keine richtigen Messzahlen, geben aber einen Anhaltspunkt wie die Indikatoren im Betrieb erhoben werden können.
Datenquelle	Betrieb

9.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG)

Lfd.Nr.AE	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Berechnung/Original
AE_1018	Treibhausgase	Klimawirkungen	siehe DLG
AE_1019	Energieintensität	Ressourceneinsatz	siehe DLG
AE_1020	Phosphor-Einsatz	Ressourceneinsatz	siehe DLG (Phosphor-Einsatz)
AE_1021	Agrobiodiversität	Biodiversität	siehe DLG
AE_1022	Pflanzenschutzintensität	Biodiversität	siehe DLG
AE_1023	Bodenschadverdichtung	Bodenschutz	siehe DLG
AE_1024	Bodenerosion	Bodenschutz	siehe DLG
AE_1025	Humus-Saldo	Bodenschutz	siehe DLG
AE_1026	Stickstoff-Saldo	Wasser- und Luftbelastung	siehe DLG (Stickstoff-Saldo)
AE_1027	Betriebseinkommen/Wertschöpfung	Rentabilität	siehe DLG
AE_1028	Relative Faktorentlohung	Rentabilität	siehe DLG
AE_1029	Ausschöpfung der mittelfristigen Kapitaldienstgrenze	Liquidität	siehe DLG
AE_1030	Gewinnrate	Stabilität	siehe DLG
AE_1031	Nettoinvestition	Stabilität	siehe DLG
AE_1032	Eigenkapitalveränderung im Unternehmen	Stabilität	siehe DLG
AE_1033	Entlohnung der Arbeitskraft	Beschäftigung	siehe DLG
AE_1034	Arbeitsbelastung	Beschäftigung	siehe DLG
AE_1035	Urlaubstage	Beschäftigung	siehe DLG
AE_1036	Aus- und Fortbildung	Beschäftigung	siehe DLG
AE_1037	Arbeits- und Gesundheitsschutz	Beschäftigung	siehe DLG
AE_1038	Mitbestimmung	Beschäftigung	siehe DLG

AE_1039	Kommunikation mit Öffentlichkeit	Gesellschaftliches Engagement	siehe DLG
AE_1040	Kooperationen	Gesellschaftliches Engagement	siehe DLG
AE_1041	Regionales Engagement	Gesellschaftliches Engagement	siehe DLG
AE_1042	Qualitätssicherungssysteme	Qualitätssicherung	siehe DLG

10.a International Sustainability and Carbon Certification (ISCC)

Bibliografie	
Titel	ISCC-Nachhaltigkeitsanforderungen – Anforderungen an die Herstellung von Biomasse (Pflanzenanbau)
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	ISCC 202, 2012, ISCC 11-01-14 V 1.16 11-01-14
Sonstiges	(Allgemeine und technische Dokumente)
Fundstelle	http://www.iscc-system.org/zertifizierungs-prozess/zertifizierung/allg-grundlagen/
SK	SK0004 SK0009 SK0049 SK0055 SK0093 SK0094 SK0064 SK0095 SK0100
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Aus Text: „Die EU hat 2009 in der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie (2009/28/EG) Anforderungen für die nachhaltige Produktion von Biomasse (flüssige Biomasse und Biokraftstoffe) festgelegt. Deutschland hat diese EU-Richtlinie bereits in der nationalen Gesetzgebung (in der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung und Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung) umgesetzt. Demnach müssen Unternehmen, die eine Vergütung im Rahmen des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) oder eine Anrechnung auf die Biokraftstoffquote erreichen wollen, ab dem 01.01.2011 nachweisen, dass ihre Rohstoffe gemäß der Nachhaltigkeitsverordnungen produziert wurden. ISCC setzt diese gesetzlichen Anforderungen auf allen Stufen des Produktionsprozesses um.“
Ziel/Zweck	„Ziel von ISCC ist die Etablierung eines international ausgerichteten, praktikablen und transparenten Systems zur Zertifizierung von Biomasse und Bioenergie.“
Zielgruppe	Unternehmen
Fachgebiet	Biomasse (energetische)
Verbindungen	RED (EU), ILO, Cross Compliance
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	6 Prinzipien, 85 Kriterien
Zeitlicher Horizont	Ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die ISCC-Zertifizierung ist ein Audit System mit verschiedenen Anforderungen. Zentraler Inhalt ist das Dokument 202 (Anforderungen an die Herstellung von Biomasse). Daraus werden die Analyseeinheiten exzerpiert. Die Kriterien sind qualitativ zu bewerten. Eine Indikatorliste im eigentlichen Sinn steht nicht zur Verfügung. Um die Wesentlichen Inhalten der Zertifizierung zu erfassen wird ein Exzerpt aus den Kriterien gewonnen.
Hauptschlagwort	HS: „In Gebieten mit einem hohen Wert für biologische Vielfalt werden keine Rohstoffe zur Gewinnung von Biomasse produziert.“ = Schutz von Gebieten mit hoher biologischer Vielfalt
Sekundär Schlagwörter	NS wurden, wenn hilfreich, aus dem Begleittext entnommen.
Berechnungsart	
Rechnung	Qualitativ, Zusätzlich Stelle im Gesetz, weitere Informationen zu Mindestanforderungen sind im Dokument enthalten.
Datenquelle	-

10.b Analyseeinheiten aus der Vorlage International Sustainability and Carbon Certification (ISCC)

Lfd.Nr.AE ISC	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Berechnung/Original
AE_1043	Schutz von Gebieten mit hoher biologischer Vielfalt (Wald)	Biodiversität	qualitativ, Artikel 17, 3. der Richtlinie 2009/28/EC und § 4 bis 6 der deutschen BioSt- NachV bzw. BioKraft-NachV
AE_1044	Schutz von Gebieten mit hoher biologischer Vielfalt (Grünland)	Biodiversität	qualitativ, Artikel 17, 3. der Richtlinie 2009/28/EC und § 4 bis 6 der deutschen BioSt- NachV bzw. BioKraft-NachV
AE_1045	Schutz von Gebieten mit hohem Kohlenstoffbestand (Feuchtgebiete, Wald)	Kohlenstoffbestand	qualitativ, Artikel 17, 3. der Richtlinie 2009/28/EC und § 4 bis 6 der deutschen BioSt- NachV bzw. BioKraft-NachV
AE_1046	Schutz von Torfmooren	Kohlenstoffbestand	qualitativ, Artikel 17, 3. der Richtlinie 2009/28/EC und § 4 bis 6 der deutschen BioSt- NachV bzw. BioKraft-NachV
AE_1047	Berücksichtigung ökologischer Aspekte bei der Bauplanung	Umweltwirkungen	qualitativ
AE_1048	Erhalt natürlicher Wasserläufe und angrenzender Vegetation	Umweltwirkungen	qualitativ
AE_1049	Bodenerosion reduzieren	Umweltwirkungen	qualitativ
AE_1050	organische Bodenstoffe erhalten	Umweltwirkungen	qualitativ
AE_1051	Einsatz organischer Dünger nach Bedarf		qualitativ
AE_1052	keine Verbrennung bei Kultivierung		qualitativ
AE_1053	Verbesserung der Bodenstruktur (Verfahren)		qualitativ
AE_1054	Sachgerechte Lagerung kontaminierender Substanzen	Grundwasser	qualitativ
AE_1055	Einhaltung der Wassernutzungsrechte		qualitativ
AE_1056	Düngemittelausbringung - Abstand zu Gewässer	(Eutrophierung)	qualitativ
AE_1057	Düngemittelausbringung - auf absorptionsfähigen Böden	(Eutrophierung)	qualitativ

AE_1058	Dokumentation Düngemitteleinsatz		qualitativ
AE_1059	Düngemittelmaschinen- Wartung		qualitativ
AE_1060	sachgerechte Lagerung von organischem Dünger		qualitativ
AE_1061	sachgerechte Lagerung von organischem Dünger - Kontamination Wasser vermeiden		qualitativ
AE_1062	Düngemittelverwendung gemäß Input/Output Bilanz	Nährstoffbilanz	qualitativ
AE_1063	keine Verwendung ungeklärten Wassers		qualitativ
AE_1064	Lehrgänge integrierter Pflanzenschutz		qualitativ
AE_1065	Nachweis über Präventionsmaßnahmen	Schädlingsmindernde Anbau-methoden	qualitativ
AE_1066	Dokumentation Schädlingsbefall und Verlauf		qualitativ
AE_1067	Dokumentation Regulierungsmaßnahmen	Schutz der Kulturpflanzen vor Schädlingen	qualitativ
AE_1068	Auswahl des PSM durch Fachpersonal		qualitativ
AE_1069	Einsatz legaler PSM		qualitativ
AE_1070	Anwendung der PSM nach Gebrauchsanleitung		qualitativ
AE_1071	Ausrüstung wird Instandgehalten		qualitativ
AE_1072	Dokumentation verwendeter registrierter PSM (durch Rechnun-gen)		qualitativ
AE_1073	Erzeuger hat Kenntnis über Verbote bei PSM		qualitativ
AE_1074	Dokumentation des PSM-Einsatzes		qualitativ
AE_1075	sachgerechte Entsorgung von Resten und Tankspülresten	Grundwasserschutz	qualitativ
AE_1076	sachgerechte Lagerung PSM (Grundwasserschutz)		qualitativ
AE_1077	Misch- und Mengenverhältnisse von PSM werden mit Messgerä-ten überprüft	Ausrüstung	qualitativ
AE_1078	Auffangmöglichkeiten bei PSM-Leckagen vorhanden	Ausrüstung	qualitativ
AE_1079	PSM-Bestände sind gelistet		qualitativ
AE_1080	PSM-Lagerung in Originalverpackungen	Transparenz/Schutz	qualitativ
AE_1081	Flüssigkeiten werden nicht über Pulver gelagert		qualitativ
AE_1082	Ordnungsgemäße Entsorgung alter Bestände an PSM		qualitativ
AE_1083	Keine Wiederverwendung von PSM-behältern		qualitativ
AE_1084	sachgerechte Entsorgung der PSM-Behälter		qualitativ
AE_1085	Nutzung amtlicher Entsorgungsstellen		qualitativ
AE_1086	Reinigung entleerter Behälter mit Hochdruck		qualitativ
AE_1087	Abfallentsorgung und Lagerung		qualitativ
AE_1088	Managementpläne zur Entsorgung, Recycling fördern		qualitativ
AE_1089	Arbeits- und Gesundheitsschutz und Hygiene ist verschriftlicht	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1090	Ausstattung mit Erste-Hilfe-Kästen	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1091	Personal ist entsprechend ausgebildet und hat Schutzkleidung	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1092	Warnschilder sind gut platziert	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1093	Aufzeichnungen über Schulungen	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1094	MA sind für den Umgang mit gefährlichen Stoffen qualifiziert	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1095	Arbeitsschutzschulungen	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1096	Hygiene im Betrieb gegeben	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1097	Unterkünfte und sanitäre Anlagen auf dem Betriebsgelände sind ok	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1098	Notfallausrüstung vorhanden (Chemieunfälle)	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1099	Einrichtung zur Behandlung von Kontamination vorhanden (MA)	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1100	Regelungen zum Wiederbetreten der PSM-behandelten Fläche vorhanden	sichere Arbeitsbedingungen	qualitativ
AE_1101	Selbsterklärung Einhaltung Menschenrechte		qualitativ
AE_1102	Gleichberechtigung der Arbeitskräfte bei Beschäftigung		qualitativ, gemäß ILO 100, 111
AE_1103	Chancengleichheit wird schriftlich gewahrt, keine Diskriminierung		qualitativ
AE_1104	keine Zwangsarbeit		qualitativ, gemäß ILO 29, 105
AE_1105	Versammlung- und Verhandlungsfreiheit		qualitativ, gemäß ILO 87, 98
AE_1106	Mindestlohn entspricht den gesetzlichen Vorgaben		qualitativ
AE_1107	Der Verantwortliche für Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie soziale Belange und die gewählte Vertrauensperson/en verfügen über Kenntnisse und/oder Zugang zu aktuellen nationalen Ge-werkschaftsbestimmungen/Tarifabkommen		qualitativ
AE_1108	Auswirkungen auf Umland werden berücksichtigt und entschädigt		qual. (Auswirkungen auf Umland werden berück-sichtigt und entschädigt)
AE_1109	Kommunikation Geschäftsleitung / Belegschaft		qualitativ
AE_1110	Form von Betriebsrat vorhanden		qualitativ
AE_1111	Beschwerdeformular für MA und Stakeholder		qualitativ
AE_1112	Förderung der Schulbildung auf betrieblichem Gelände		qualitativ, gemäß International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights, Art. 13
AE_1113	Unterlagen über Angestellte werden erstellt		qualitativ
AE_1114	Keine Beschäftigung von Minderjährigen		qualitativ, gemäß ILO 138, 182
AE_1115	Alle Angestellten erhalten Verträge		qualitativ, gemäß ILO 110
AE_1116	Tägliche Arbeitszeit und Überstunden werden dokumentiert		qualitativ
AE_1117	gesetzliche Arbeits- und Pausenzeiten werden eingehalten		qualitativ
AE_1118	Löhne und Gehälter entsprechen den gesetzlichen Bestimmungen / Tarifabkommen		qualitativ
AE_1119	Sozialleistungen werden angeboten		qualitativ
AE_1120	Vermittlung bei sozialen Konflikten		qualitativ
AE_1121	Verträge mit anderen Unternehmen sind fair und transparent		qualitativ
AE_1122	Erzeugung von Biomasse wirkt sich nicht negativ auf Lebensmit-telverfügbarkeit aus		qualitativ

AE_1123	Einhaltung der Landnutzungsrechte		qualitativ
AE_1124	Einhaltung regionaler und internationaler Gesetze/Verträge etc.		qualitativ
AE_1125	Dokumentation jeder Produkteinheit (mind. 3 Jahre)	Managementpraktiken	qualitativ
AE_1126	Dokumentation der Flächen in Nutzung	Managementpraktiken	qualitativ
AE_1127	Subunternehmen müssen ISCC-Standard erfüllen	Managementpraktiken	qualitativ

11.a Umweltbundesamt – Leitfaden Nachhaltige Chemikalien (UBA_LFNC)

Bibliografie	
Titel	UBA – Leitfaden nachhaltige Chemikalien
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Umweltbundesamt, 2010 (März)
Sonstiges	Eine Entscheidungshilfe für Stoffhersteller, Formulierer und Endanwender von Chemikalien
Fundstelle	http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4168.html (Access: 19.03.13; 16:03)
SK	SK0008 SK0023 SK0053 SK0027 SK0104
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	„Dieser Leitfaden liefert keine Bewertungsmethode, die letztlich die „Nachhaltigkeit“ eines Stoffes in Zahlen abbildet. Das ist derzeit aufgrund der Vielschichtigkeit des Themas nicht möglich. Aber der Leitfaden bietet Kriterien, mit denen eine orientierende Bewertung der Nachhaltigkeit von Stoffen und Gemischen für Unternehmen möglich wird.“ (S.8)
Ziel/Zweck	Unterstützung bei der Chemikalienauswahl und -verwendung
Zielgruppe	Hersteller, Formulierer, Endanwender
Fachgebiet	Chemie
Verbindungen	CLP-Verordnung, REACH
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	8 stoffbezogene Kriterien, Unterkriterien und Indikatoren, 7 anwendungsbezogene Kriterien;
Zeitlicher Horizont	Ex ante/ ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	In die Datensammlung werden die Kriterien (15) und dazugehörigen Indikatoren als Analyseeinheiten exzerpiert. Ab S.11 ff. “Stoffbezogene Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit”, können Kriterien und Berechnungsangaben exzerpiert werden. Die Unterteilung in Unterkriterien wird nicht übernommen, davon wird kein Mehrwert erwartet (Bsp.: Giftigkeit des Stoffes à Giftigkeit des Stoffes bei Inhalation, bei Verschluckung, bei Hautkontakt etc. à wichtig ist die Giftigkeit des Stoffes generell.). Ab S.25 ff. „anwendungsbezogene Kriterien zur Bewertung“ werden keine echten Indikatoren direkt zu den Kriterien gelistet. Hier wird der Name des Kriteriums verwendet und NS aus dem Begleittext exzerpiert. Berechnung ist hier „keine Angeben“.
Hauptschlagwort	HS: Name des Kriteriums (teilweise gekürzt)
Sekundär Schlagwörter	NS: werden ggf. aus dem Begleittext exzerpiert
Berechnungsart	
Rechnung	In der Berechnungsspalte wird der Verweis zu der entsprechenden Stoffliste oder Verwaltungsvorschrift festgehalten oder „keine Angaben“.
Datenquelle	-

11.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Umweltbundesamt – Leitfaden Nachhaltige Chemikalien (UBA_LFNC)

Lfd.Nr. AE UBA	**Hauptschlagwort**	**Nebenschlagwort 1**	**Nebenschlagwort 2**	**Berechnung/Original**
AE_1167	Nennung des Stoffes in Problemstofflisten	Toxizität für Mensch und Umwelt		qualitativ (Genannte sind nicht Nachhaltig)
AE_1168	Gefährlichkeit des Stoffes aufgrund physikalisch-chemischer Eigenschaften	Arbeitsbedingungen	Kosten für Vorsorge und Risiken	Einschätzung nach 67/548/EWG oder CLP Verordnung
AE_1169	Gefährlichkeit des Stoffes für den Menschen	Humantoxizität		Einstufung nach 67/548/EEC oder CLP
AE_1170	Problematische Eigenschaften des Stoffes für die Umwelt	Anreicherung in Nahrungsmittel		REACH gelistet PBT/vPvB und Tox, Einstufung nach CLP
AE_1171	Mobilität des Stoffes	Gesundheit und Umwelt	Stoffverluste	Freisetzungspotential in Wasser, Luft, Ferntransport, am Arbeitsplatz
AE_1172	Herkunft Rohstoff	Verantwortung Arbeitsplatz und Umwelt	Soziale Verantwortung	qualitativ (Herkunft Rohstoffe, Genannte sind nicht Nachhaltig)
AE_1173	Treibhausgase			Treibhausgaspotential, CO2-Äquivalente
AE_1174	Ressourcenverbrauch	Erneuerbarkeit der Rohstoffe	Effizienz (Wasser, Energie, Abfälle, Rohstoffe)	k.A. (Ressourcenverbrauch)
AE_1175	Emissionspotential des Stoffes	Gesundheit und Umwelt	Umweltwirkungen	qualitativ
AE_1176	Anwendergruppen des Stoffes	Humantoxizität		qualitativ
AE_1177	Anwendungsmengen des Stoffes	Gefährliche Stoffe		k.A. (Anwendung gefährlicher Stoffe)
AE_1178	Abfallphase des Stoffes	Recycling/ Abbaubarkeit	Entsorgungsart	k.A. (Abfallphase)
AE_1179	Substituierbarkeit des Stoffes	Vermeidung giftiger Stoffe		qualitativ
AE_1180	Nutzenpotenzial des Stoffes	Qualität Endprodukt	nutzen für Umwelt/Gesellschaft/Wirtschaft	qualitativ
AE_1181	Innovationspotenzial des Stoffes	Förderung Produktqualität	Wirtschaftlichkeit	qualitativ

12.a Food and Agriculture Organization / SAFA (FAO)

Bibliografie	
Titel	SAFA Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems Guidelines
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	FAO, 12.06.2012; Natural Resources management and environment department; (Test Version 1.0)
Sonstiges	-
Fundstelle	http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/SAFA_Guidelines_12_June_2012_final_v2.pdf http://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa/safa-pilot-studies/en/ (Access: 20.03.2013; 11:43)
SK	SK0016
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	(Eigene Beschreibung FAO, übersetzt, zusammengefasst) SAFA definiert Nachhaltigkeit für den F&A-Sektor, globale Referenz zur Bewertung der Nachhaltigkeit entlang der F&A-Produktionskette
Ziel/Zweck	Bewertung von Produktionsketten, Identifizierung von Hot Spots und Lücken Eigene Aussage, übersetzt, zusammengefasst) kann auf multiplen Levels für multiple Anwendungen genutzt werden, von unterschiedlichen Akteuren.
Zielgruppe	Unternehmen, NGOs, Regierungen, Investoren
Fachgebiet	Landwirtschaft
Verbindungen	Nach eigener Aussage basierend auf bestehenden Tools, welche das sind ist derzeit unbekannt.
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	4 Dimensionen, 22 Nachhaltigkeitsthemen, über 60 Sub-Themen, über 100 Indikatoren
Zeitlicher Horizont	Basierend auf existierenden Daten und für Benchmarking
Analyseeinheit	
Dokumentation	Auszug aus den SAFA Guidelines (siehe oben).Orientiert an der Einteilung in Themen, Subthemen und Indikatoren. Die Indikatoren werden wörtlich als Indikatoren übernommen (im Dokument die Spalte „What is being measured“). **HS ist das übersetzte Sub-Thema, 1. NS ist das Thema, 2. NS ist ein übersetzter charakterisierender Teil des Indikators** (bzw. semantische Einheit).
Hauptschlagwort	Sub-Thema: kommunale Investition
Sekundär Schlagwörter	1. NS =Thema: Investitionen; 2. NS = charakterisierender Teil des Indikators: Investition F&E, Bildung, Infrastruktur
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	Datenquellen sind im Originaldokument genannt!

12.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Food and Agriculture Organization / SAFA (FAO)

Lfd.Nr. AE FAO	Hauptschlag-wort	Neben-schlagwort 1	Nebenschlagwort 2	Berechnung/Original
AE_0343	Unterneh-mensethik	Führungs-struktur	Code of Conduct öffent-lich	Existence of a publicly accessible mission statement including social, economic and environmental objectives of the enterprise AND existence of a Code of Conduct providing guidance concerning rules, information flow, sanctions and other important sustain-ability issues of the sector(s), supply chain(s) and region(s)
AE_0344	Unterneh-mensethik	Führungs-struktur	Verfahren und Instru-mente zur Bewältigung von Nachhaltigkeitsrisi-ken	Existence of procedures and instruments (e.g. risk management, environmental impact assessment) to identify and address sustainability challenges within sector and supply chain, in compliance with agreed international standards
AE_0345	Unterneh-mensethik	Führungs-struktur	Aktivitäten zur Verbes-serung der Nachhaltig-keit	Number and substantiality (share of turnover or gain invested, number of people affected) of activi-ties and initiatives to improve sustain-ability, such as a rolling-plan for improving sustainability, capacity-building and partner-ships, etc.
AE_0346	Sorgfalts-pflicht	Führungs-struktur	Entscheidungen im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit und deren Kommunikation mit SH	Share of important decisions in relation with which due diligence, risk assessment, or ex-ante and ex-post impact assessment on economic, environmental, social and governance issues were done, and the results shared with affected stakeholders
AE_0347	Sorgfalts-pflicht	Führungs-struktur	Regelmäßige Kommuni-kation mit SH	Existence of regular, timely, correct and adequate communication with all stake-holders affected by operations
AE_0348	Selbstprüfung	Verantwor-tung	Informationsbereitstel-lung	Existence of publicly available information about economic, social and environmental performance (e.g. CSR, CSV, triple bottom line reporting)
AE_0349	Selbstprüfung	Verantwor-tung	Verfügbarkeit von Audit-Dokumentationen	Existence and accessibility to auditors of complete, correct data and records required for holistic auditing and reporting
AE_0350	Verantwor-tung	Verantwor-tung	Vorhandensein transpa-renter Definitionen und Anweisungen für nachhaltiges Manage-ment	Existence of transparent definitions of mandates, responsibilities and accountability concerning sustainable development at all levels of management
AE_0351	Verantwor-tung	Verantwor-tung	Vorhandensein von Vorgängen und Instru-menten um den Code of Cunduct und seine Umsetzung zu prüfen	Existence of procedures and instruments to evaluate the Code of Conduct and improve its implemen-tation, including acting upon deviations

AE_03 52	Verantwor-tung	Verantwor-tung	Verantwortung für Zwischenfälle wird übernommen	Number of incidents where responsibility for incidents was not assumed.
AE_03 53	Stakeholder-Dialog	Partizipation	Stakeholderansprüche werden analysiert (rechtlich)	Existence of a thorough stakeholder analysis based on legitimacy of claims, including explicit justifica-tion AND (*)
AE_03 54	Stakeholder-Dialog	Partizipation	Stakeholderdialog	Percentage of identified stakeholders with whom the enterprise is in dialogue or contact and whose claims are duly considered in decision-making (*)
AE_03 55	Stakeholder-Dialog	Partizipation	Qualität des SH-Dialogs#	Rating of the quality of stakeholder participation in dialogues
AE_03 56	Stakeholder-Dialog	Partizipation	SH-Information zur Entscheidungsfindung	Percentage of identified stakeholders with access to information that is sufficient to empower them to effectively participate in stake-holder dialogue26 (*)
AE_03 57	Stakeholder-Dialog	Partizipation	aktive SH-Information	Percentage of identified stakeholders who are actively in-formed (*)
AE_03 58	Stakeholder-Dialog	Partizipation	Entscheidungen unter SH-Beteiligung	Percentage of decisions on disputed subjects, which are thoroughly justified and explained to affect-ed stakeholders
AE_03 59	Beschwerde-verfahren	Partizipation	Beschwerdemöglichkei-ten und Integrität	Percentages of personnel, customers and other stake-holders, respectively, with access formal, mutually recognised grievance procedures AND Existence and utilisation of procedures or instru-ments ensuring integrity of complaining persons or groups27
AE_03 60	Konfliktlösung	Partizipation	Dialog zur Lösungsfin-dung durch unabhängi-ge dritte Partei	Percentage of disputed subjects that are addressed in a dialogue-based solution-finding process lead by an independent, commonly agreed party
AE_03 61	Konfliktlösung	Partizipation	Dialogbasierte Konflikt-lösung	Existence and utilisation of procedures or instruments (e.g. mediators) ensuring that conflict solution is dialogue-based (not power-based)
AE_03 62	Fairness und Legalität	Gesetzliche Regeln	Legalität und Men-schenrechte	Existence of a written commitment to legality and compliance (see left), and to not com-mitting or being complicit in human rights violation is explicitly stated in the company's internal business practice and codes.
AE_03 63	Fairness und Legalität	Gesetzliche Regeln	Anti-Korruption und Bestechung	Existence of internal guidelines against bribery and corruption AND below indicator (*)
AE_03 64	Fairness und Legalität	Gesetzliche Regeln	Mitarbeiterschulung zu Korruption	Number of trainings for employees who work in areas vulnerable to corruption AND below indicator (*)
AE_03 65	Fairness und Legalität	Gesetzliche Regeln	Anzahl Korruptions- und Bestechungsfälle	Number of cases of bribery and corruption involving the enterprise (*)
AE_03 66	Rechtsmittel, Wiederher-stellung und Prävention	Gesetzliche Regeln	Wiedergutmachung bei Verstoßen	Existence of mechanisms for adequate remedy, restoration and commitment to non-repetition in case of infringements
AE_03 67	Rechtsmittel, Wiederher-stellung und Prävention	Gesetzliche Regeln	Beschwerden wegen Verstößen werden aufgenommen	Existence of simple and accessible recourse mechanism to address complaints of infringements by internal or external stakeholders Number of infringements after liability was assumed and adequate remedy was provided
AE_03 68	Rechtsmittel, Wiederher-stellung und Prävention	Gesetzliche Regeln	Erneute/Wiederholte Verstöße	Number of infringements after liability was assumed and adequate remedy was provided
AE_03 69	Mitverant-wortlichkeit	Gesetzliche Regeln	Teil des CoC ist die Einhaltung strikter gesetzlicher Regelungen in Umwelt und Sozial-fragen	Existence of a statement in the Code of Conduct that requires compliance with the stricter environ-mental and social laws, where there are differences between old and new location
AE_03 70	Mitverant-wortlichkeit	Gesetzliche Regeln	Beeinflussung der Behörden	Number of incidents where local or national authorities were pressurised to offer conditions conven-ient to the enterprise, but detrimental to society or environment.
AE_03 71	Mitverant-wortlichkeit	Gesetzliche Regeln	Verbesserung des Regelwerks zur Nachhal-tigkeit	Activities and initiatives taken to improve the regulatory framework on sustainability
AE_03 72	Mitverant-wortlichkeit	Gesetzliche Regeln	Beeinflussung der legalen Rahmens hin zu nachhaltiger Entwick-lung	Number of attempts to influence the legal framework in the direction of sustainable development
AE_03 73	legale Res-sourcennut-zung	Gesetzliche Regeln	Verbot illegaler Nutzung natürlicher Ressourcen	Existence of a written protocol that excludes ownership of any operation involving the use of natural resources under legal or legitimate dispute
AE_03 74	legale Res-sourcennut-zung	Gesetzliche Regeln	Verstoß gegen Sorg-faltspflicht bei Nut-zungs- und Eigentums-rechten etc. natürlicher Ressourcen	Number of incidents were due diligence for recognition and respect for formal and informal claims, user or access arrangements over natural resources was not carried out
AE_03 75	Qualitätsma-nagement	ganzheitliches Management	Planungsinstrumente und Dokumentation	Quality and complete-ness of planning instruments and documentation, and of implementation, in the social, governance, environment and economic dimensions
AE_03 76	Zertifizierte Produktion und Beschaf-fung	ganzheitliches Management	geprüfte Zulieferer	Share of inputs sourced from suppliers that have passed independent evaluations of social, ethical, human rights or environ-mental compliance or of sustainability performance
AE_03 77	Zertifizierte Produktion und Beschaf-fung	ganzheitliches Management	Produktionsstätten die zertifiziert sind	Share of production taking place, or share of turnover generated, at sites that are certified according to accepted systems for environmental and social management
AE_03 78	Vollkosten Buchführung	ganzheitliches Management	Internalisierung exter-ner Effekte	Rating of the comprehensiveness of internalisation of external effects into accounts
AE_03 79	Treibhausgase	Atmosphäre	Treibhausgasemissionen Unternehmen	Net GHG emissions of the enterprise (kg of CO2-eq)

AE_0380	Treibhausgase	Atmosphäre	Treibhausgasintensität von Operationen	GHG intensity of operations (net emissions in kg of CO2-eq per unit product or revenue or area etc.)
AE_0381	Treibhausgase	Atmosphäre	Effizienz THG-reduzierung	List and efficacy rating of GHG mitigation measures, including carbon sequestration by soils and vegetation, and carbon off-set schemes (e.g. Gold Standard37, Clean Development Mechanism38)
AE_0382	Treibhausgase	Atmosphäre	Reduktion THG	Reduction of GHG emissions through mitigation measures (kg of CO2-eq)
AE_0383	Luftver-schmutzung	Atmosphäre	Emissionen Luftschad-stoffe	Total emissions of ammonia, CO, NOx, SOx, photochemical oxidants, particulate matter (PM2.5, PM10, suspended particulate matter etc.), pesticides, microorganisms
AE_0384	Luftver-schmutzung	Atmosphäre	Konsum ozonabbauen-der Substanzen	Total consumption of ozone-depleting sub-stances (all substances treated in the annexes to the Montreal Proto-col39)
AE_0385	Luftver-schmutzung	Atmosphäre	Umgebungskonzentrati-on gasförmiger Partikel	Ambient concentrations of gaseous pollutants (as above) in the surroundings of production sites
AE_0386	Luftver-schmutzung	Atmosphäre	effiziente Reduktion Luftverschmutzung	List and efficacy rating of measures implemented for reducing emissions of ammonia, CO, NOx, SOx, photochemical oxidants, particulate mat-ter, pesticides, microorganisms
AE_0387	Luftver-schmutzung	Atmosphäre	effiziente Reduktion ozonabbauender Substanzen	List and efficacy rating of measures implemented for reducing emissions of ozone-depleting subtanc-es
AE_0388	Wasserquanti-tät	Frischwasser	Wasserverbrauch alle Quellen	Total freshwater use from all sources (tap water, rivers, wells, communal grid etc.; in m3)
AE_0389	Wasserquanti-tät	Frischwasser	Entnahme/ Auffüllung	Ratio of water withdrawal to recharge
AE_0390	Wasserquanti-tät	Frischwasser	wasserbezogenen Konflikte	Number of water-related disputes (law-suits, social unrest, substantial and lasting dissonance)
AE_0391	Wasserquanti-tät	Frischwasser	Wassermangel	Number, intensity and duration of disturbances and disruptions of production due to lack of water
AE_0392	Wasserquanti-tät	Frischwasser	Bewässerungsmaßnah-men	Rating of irrigation technologies and their application (timing, installation etc.)
AE_0393	Wasserquanti-tät	Frischwasser	hygienisch unbedenkli-che Wiederverwendung von Wasser	Hygienically safe water re-use (including water from rainwater harvesting) and recycling (in m3 or in % of total water or treated wastewater volume)
AE_0394	Wasserquanti-tät	Frischwasser	Wasserproduktivität	Water productivity, expressed in unit of product, or value of output (including services) per unit of water supply (cubic metre)
AE_0395	Wasserquali-tät	Frischwasser	Wasserqualität	Water quality in groundwater and open water on and close to production sites (downstream): NO3, PO4, salts, faecal coliforms, plant protection products; BOD, COD (in ppm, dS/m, l of O2 per l of water etc.)
AE_0396	Wasserquali-tät	Frischwasser	Verschmutzungsrisiko (Wasser)	Rating of pollution risk from excreta and silage: safety of storage facilities, prox-imity to nearest water body (precision and efficiency of application technology, timing and conditions during application)
AE_0397	Wasserquali-tät	Frischwasser	Pestizide die aquatisch von Bedeutung sind	Amount of pesticides used that can have detrimental effects on aquatic ecosys-tems (also consider metabolites). If possible, rate the quality of pesticide applica-tion.
AE_0398	Wasserquali-tät	Frischwasser	Leckagen, Menge verschmutzen Wassers	Rating of pollution: number of spills, volumes discharged, pollutant load of dis-charged water
AE_0399	Wasserquali-tät	Frischwasser	Abwasserbehandlung	Rating of wastewater treatment procedures by standard effluent quality
AE_0400	organisches Material	Land	organische Auflage	Percentage of land where soil organic matter in the topsoil exceeds 1%.
AE_0401	physikalische Struktur	Land	Bodendichte	Percentage of land where infiltration rate is between 10 and 20 mm of water per hour
AE_0402	chemische Qualität	Land	Pflanzenverfügbarkeit Nährstoffe	Plant-available N, P and K content in the root zone
AE_0403	chemische Qualität	Land	Nährstoffverfügbar-keit/Nährstoffverbrauch	Ratio of nutrient (N, P. K) supply to demand, at farm or parcel level
AE_0404	chemische Qualität	Land	Nährstoffversorgung aus eigenen Quellen	Percentage of crop and livestock nutrient (N, P, K) demand covered from farm sources
AE_0405	chemische Qualität	Land	Versauerung	Percentage of land where pH in the root zone is between 5.5 and 7.0
AE_0406	Degradation und Desertifi-kation	Land	Bodenerosion	Percentage of land where soil erosion is below 10 tons per hectare and year AND indicator marked with “*”
AE_0407	Degradation und Desertifi-kation	Land	Bodendegradation	Net loss or gain of productive land surface (area where productivity was restored minus area lost due to degradation or sealing) (*).
AE_0408	Degradation und Desertifi-kation	Land	Habitatverlust durch Anbau	Percentage of area used for growing any ingredient for a product, where natural habitat was de-stroyed during the last ten years AND indicator marked with “*”.
AE_0409	Degradation und Desertifi-kation	Land	Bodenschutzfläche	Percentage of utilised areas where effective soil conservation or rehabilitation measures are in place AND indicator marked with “*”
AE_0410	Habitatdiver-sität und Verbunden-heit	Biodiversität	Habitattypen und Korridore	Number of habitat types51 within sphere of influence and presence of biodiversity corridors between the natural habitats
AE_0411	Ökosystemare Unversehrt-heit	Biodiversität	Schutzfläche	Percentage of total area where natural or near-natural ecosystems and habitats are protected from human interventions
AE_0412	Ökosystemare Unversehrt-heit	Biodiversität	Entwaldung und Schädi-gung Urwald	Net deforestation (in ha) due to the activities and share of primary forest damaged
AE_0413	Biodiversität	Biodiversität	Pflanzenschutzmittel etc.	Amount of toxic substances used for plant protection, livestock treatments, clean-ing etc., total or per hectare
AE_04	Biodiversität	Biodiversität	Einführung invasiver	Number of incidences of introduction of potentially invasive species

14			Arten	
AE_04 15	Biodiversität	Biodiversität	Fischfangerfolg	Trends in catch per unit effort
AE_04 16	Biodiversität	Biodiversität	Zertifizierte Fläche und Bestände	Percentage of utilised area and stocks with certified organic or integrated produc-tion
AE_04 17	landwirt-schaftliche Biodiversität	Biodiversität	Fläche Monokultur	Percentage of utilised area where a single plant species is grown, without rotation or percentage of the livestock by breed
AE_04 18	landwirt-schaftliche Biodiversität	Biodiversität	Förderung von Holzt aus zertifizierten Beständen	Existence of a writ-ten policy promoting the purchase of wood products from known, un-controversial sources audited on their sustainable forestry plan
AE_04 19	landwirt-schaftliche Biodiversität	Biodiversität	Anteil zertifizierter holzbasierter Materia-lien	Percentage of wood-based materials (paper, cork, wood) contained in products, packages and facili-ties that come from certified sources (e.g. FSC, PEFC) or were recycled
AE_04 20	bedrohte Arten	Biodiversität	Kontrolle der Entwick-lung bedrohter Arten	Substantiality of measures taken to improve state of threatened wild species and trend of their population
AE_04 21	bedrohte Arten	Biodiversität	Schutz bedrohter wilder und domestizierter Arten	Number of wild species and domesticated plant varieties and animal breeds recog-nised as deserving protection (e.g. under national programs) and their population trend with the sphere of influence
AE_04 22	bedrohte Arten	Biodiversität	Förderung zertifizierter mariner Produkte	Existence of a writ-ten policy promoting the purchase of marine products from known, un-controversial sources Percentage of marine-based products that come from labelled sources (e.g. MSC)
AE_04 23	bedrohte Arten	Biodiversität	Anteil zertifizierter mariner Produkte	Percentage of marine-based products that come from labelled sources (e.g. MSC)
AE_04 24	nicht-erneuerbare Ressourcen	Material und Energie	Materialverbrauch nicht erneuerbar	Percentage of total material use (raw materials, associated process materials, semi-manufactured goods) made up of materials that are rare (static range of few decades) and cannot be substituted
AE_04 25	nicht-erneuerbare Ressourcen	Material und Energie	nicht erneuerbare Materialien je Produkt-einheit	Total non-renewable material use per unit produced (by weight, volume, value etc.)
AE_04 26	Energiever-sorgung	Material und Energie	Energieeffizienz	Energy efficiency: amount of final energy (in MJ) used per unit of produce / revenue / area / work-force. Calculate from quantities of energy carriers and energy densities, correct by energy ex-ports and imports (e.g. contractual work in agriculture).
AE_04 27	Energiever-sorgung	Material und Energie	Anteil erneuerbarer Energien	Percentage of renewable energy sources in total energy use
AE_04 28	Ökoeffizienz	Material und Energie	Einsatz recycelter Materialien	Percentage of total material use that is made up of recycled materials AND indicator marked with "*".
AE_04 29	Ökoeffizienz	Material und Energie	Abfallmenge	Total amount of annual waste (units volume or weight) by category: hazardous / non-hazardous and trend of waste avoidance (*).
AE_04 30	Ökoeffizienz	Material und Energie	Abfallmenge / Produkt-einheit	Total amount of waste and of hazardous waste generated per unit produced and trend of waste avoidance
AE_04 31	Ökoeffizienz	Material und Energie	Nahrungsmittelabfall/ Nahrungsmittelproduk-tion	Percentage of lost or wasted food in relation to total amount of food produced and marketed
AE_04 32	Abfallentsor-gung	Material und Energie	Abfalltrennung	Percentage of total waste segregated
AE_04 33	Abfallentsor-gung	Material und Energie	Entsorgungsarten	Share of disposal methods in disposed waste (reuse/ recycling/composting/ recovery/ burn/ deep well injection/landfill/export)
AE_04 34	Abfallentsor-gung	Material und Energie	Entsorgung giftiger Abfall	Yearly amount of treated waste classified as "hazardous" by the Basel Convention, Annexes I through IV
AE_04 35	Abfallentsor-gung	Material und Energie	Lagerung giftiger Abfälle	Amount of hazardous waste stored and average age of waste and compliance with international standards53.
AE_04 36	Stress Fauna	artgerechte Tierhaltung	Stallung, Gesundheit	Assessment of housing conditions, body condition and behaviour of animals (e.g. based on Welfare Quality55 proto-cols)
AE_04 37	Stress Fauna	artgerechte Tierhaltung	Stallung, Umwelteinflüs-se	Assessment of lighting, aeration, noise, space, hygiene and water sup-ply; signs of stress
AE_04 38	Stress Fauna	artgerechte Tierhaltung	Schlachtung	Assessment of conditions and distances of transportation to slaughterhouses and methods of killing
AE_04 39	Stress Fauna	artgerechte Tierhaltung	Krankheit bei Tieren	Incidence of animals affected by illnesses or injuries, and animals lost prematurely due to dis-eases, injuries and accidents (including during transport to slaughter-house)
AE_04 40	Stress Fauna	artgerechte Tierhaltung	Veterinärkosten	Annual cost of veterinary treatments or amounts of veterinary medicines, including those used prophylactically, curatively and to boost performance.
AE_04 41	Stress Fauna	artgerechte Tierhaltung	Modifikationen ohne Betäubung	Percentage of animals subject to tail docking, beak clipping etc. with-out use of analgesics or anaes-thetics
AE_04 42	artgerechte Konditionen	artgerechte Tierhaltung	Bedingungen für norma-les Verhalten der Tiere	Assessment of possibilities for animals to ex-press normal behaviour (space, bedding, contact with conspecifics, etc.)
AE_04 43	interne Investitionen	Investitionen	Investition F&E, Bildung, Infrastruktur	Percentage of revenue that is invested into research, capacity-building and infra-structure that improve sustainability perfor-mance59.
AE_04 44	kommunale Investitionen	Investitionen	Investition in Allgemein-güter	Percentage of total revenue that is invested into the maintenance or rehabilitation of common goods (soils, water, forests etc.) and into capacity-building at community level
AE_04 45	langfristige Investitionen	Investitionen	Entscheidungskriterien für Investitionen	Rating of the decision criteria for investing and holding resp. selling shares, facilities etc.
AE_04 46	langfristige Investitionen	Investitionen	Investition in Erhalt der produktionsorte	Ratio between actual and necessary investment into maintenance of production facilities (taking into account capital availability)
AE_04 47	langfristige Investitionen	Investitionen	Anlagedauer	Ratio between periods that shares are held and facilities are used, compared with aver-age holding periods on the market and with potential useful life of such facilities.
AE_04 48	Versorgungs-sicherheit	Schwachstel-len	Zulieferer	Number of actual and alternative suppliers
AE_04 49	Versorgungs-sicherheit	Schwachstel-len	Zuliefererabhängigkeit	% dependence on the biggest provider of inputs

AE_04 50	Versorgungs-sicherheit	Schwachstel-len	Stabilität der Zulieferer	Stability of supplier relations (e.g. past problems)
AE_04 51	Versorgungs-sicherheit	Schwachstel-len	Vertragsverhältnisse, Bewertung	Rating of contractual arrangements by duration, conditions, volume
AE_04 52	Stabiles Marketing	Schwachstel-len	Käuferanalyse	Number of actual and alternative buyers
AE_04 53	Stabiles Marketing	Schwachstel-len	Abhängigkeit von einer Einnahmequelle	% dependence on the biggest source of in-come
AE_04 54	Stabiles Marketing	Schwachstel-len	Stabilität der Käuferbe-ziehung	Stability of buyer relations (e.g. past problems)
AE_04 55	Stabiles Marketing	Schwachstel-len	Vertragsverhältnisse, Bewertung	Rating of contractual arrangements by duration, conditions, volume
AE_04 56	Stabiles Marketing	Schwachstel-len	Zugang und Verwen-dung von Informations-systemen	Rating of access to and utilisation of information systems (related to markets and policies)
AE_04 57	Liquidität und Sicherheit	Schwachstel-len	Schulden	Indebtedness (share of debt in total assets)
AE_04 58	Liquidität und Sicherheit	Schwachstel-len	Schuldendienstquote	Debt service coverage ratio (% of short-term debt service limit that is utilised)
AE_04 59	Liquidität und Sicherheit	Schwachstel-len	Stabilität der Geldge-berbeziehung	Stability of lender relations (e.g. past problems)
AE_04 60	Liquidität und Sicherheit	Schwachstel-len	Sicherheitsnetz zur Überbrückung von Liquiditätsproblemen	Existence of a formal and informal safety net that is sufficient to withstand liquidity crises
AE_04 61	Beschäftigung	Schwachstel-len	Zeit von Ausschreibung zu Stellenbesetzung	Average duration from announcement to filling of positions
AE_04 62	Beschäftigung	Schwachstel-len	Fluktuationsrate	Fluctuation rate of personnel (annual percentage of total personnel leaving the enterprise)
AE_04 63	Beschäftigung	Schwachstel-len	Qualifikation gleich Anforderung	Matching of job applicant qualifications with requirements
AE_04 64	Beschäftigung	Schwachstel-len	legal angestelltes Personal, unbefristet	Percentage of personnel with legally recognised, work contract of unlimited duration
AE_04 65	Stabilität der Produktion	Schwachstel-len	geographisch, Vertei-lung der Produktion in Risikogebieten	Geographical distribution of production sites in relation with major production risks62
AE_04 66	Stabilität der Produktion	Schwachstel-len	Stabilität der Produktion	Stability of production (e.g. past interruptions)
AE_04 67	Stabilität der Produktion	Schwachstel-len	Abhängigkeit von einer Art	% dependence on a single species or variety of crop, fish, tree, livestock
AE_04 68	Stabilität der Produktion	Schwachstel-len	Überbrückungsrohstoff	Existence of stocks of inputs, food etc. that are sufficient to with-stand crop shortfalls and supply bottlenecks
AE_04 69	Produktinfor-mation	Produktsi-cherheit und Qualität	Korrekt und verständli-che Produktausweisung	Percentage of compre-hensively66 and correctly labelled products in total produced volume (or in turnover or profit)
AE_04 70	Nachverfolg-barkeit	Produktsi-cherheit und Qualität	Transparente Produkti-on	Percentage of stages of production, processing and distribution for which traceability is guaranteed and related sanctions defined
AE_04 71	Lebensmittel-sicherheit	Produktsi-cherheit und Qualität	zertifizierte Produkti-onseinrichtungen	Number of production facilities certified by an independent party concerning food safety manage-ment (e.g. HACCP, Good Manufacturing Practice)
AE_04 72	Lebensmittel-sicherheit	Produktsi-cherheit und Qualität	chemische und biologi-sche Kontamination	Number of incidents of chemical and biological food contamination (heavy metals, pesticides and their metabolites, mycotoxins, GMO)
AE_04 73	Lebensmittel-qualität	Produktsi-cherheit und Qualität	hochwertige Nahrungs-mittelproduktion	Percentage of food products that meet the highest nutritional standards, e.g. low contents of satu-rated and trans fat, added sugars and added sodium, no food additives
AE_04 74	Lebensmittel-qualität	Produktsi-cherheit und Qualität	hochwertige Nahrungs-mittelproduktion	Percentage of food products that achieve a high rating in a nutritional rating system, such as the overall nutritional quality index67
AE_04 75	Lebensmittel-qualität	Produktsi-cherheit und Qualität	Ausgaben für Werbung für unter 12 jährige (nicht gesundes Essen)	Expenditures on advertisement for children under age 12 (except healthy products) and in primary schools
AE_04 76	Wertschöp-fung	Lokale Wirt-schaft	Niedrigster Lohn im regionalen Vergleich	Ratio of lowest paid wage to average regional wage
AE_04 77	Wertschöp-fung	Lokale Wirt-schaft	regionale Beschäftigung und neue Jobs	Percentage of region-ally hired workforce and of new jobs created in the region
AE_04 78	Wertschöp-fung	Lokale Wirt-schaft	Wertschöpfung/ Ertrag	Ratio of value added through operations (or tax payments) to total revenue (or profit)
AE_04 79	Wertschöp-fung	Lokale Wirt-schaft	Förderung lokale Wirtschaft	Percentage of total revenue (or profit) invested into the regional economy
AE_04 80	Wertschöp-fung	Lokale Wirt-schaft	lokale Wertschöpfungs-ketten	Percentage of turnover (or profit) coming from short resp. local value chains
AE_04 81	lokale Wert-schöpfung	Lokale Wirt-schaft	Inputs aus der Region	Percentage of inputs procured from the region (not for inputs that are not regionally available)
AE_04 82	Lohnlevel	Lebensstan-dard	Bezahlung	Remuneration (lowest wages paid, corrected to account for in-kind payments; including informally employed personnel) compared with local living wage.
AE_04 83	Capacity building	Lebensstan-dard	Weiterbildung Mitarbei-ter	Percentage of work-force undergoing training and further education during their employment / during one year disaggregated by sex and ethnicity (if available).
AE_04 84	Capacity building	Lebensstan-dard	Weiterbildung Zulieferer	Percentage of suppliers provided training on sustainability-related topics (e.g. integrated or organic crop production, health, nutrition, human rights etc.)

AE_0485	Capacity building	Lebensstandard	Zeit Training und Weiterbildung der MA	Average quantity of training and further education of workers
AE_0486	Anstellungsverhältnis	Arbeitsrechte	legale Beschäftigungsverhältnisse, keine prekären	Percentage of personnel with a legally binding work contract and no precarious employment AND who benefit from a contribution of the employer to formal and safe pension and other social security schemes, and who can take paid sick, personal and annual leave
AE_0487	Anstellungsverhältnis	Arbeitsrechte	Tariflohn und soziale Sicherung	Percentage of personnel whose wages and benefits are rendered in full compliance with all applicable laws and wage setting procedures involving social partners
AE_0488	Anstellungsverhältnis	Arbeitsrechte	Menschenrechtsverletzungen	Number of human rights abuses
AE_0489	Anstellungsverhältnis	Arbeitsrechte	Mindestlohn, zeitgerechte Bezahlung	Percentage of personnel who are paid a living wage and who al-ways receive their full wage in time
AE_0490	Zwangsarbeit	Arbeitsrechte	Zwangsarbeit	Number of incidents of forced, bonded or prisoner labour among workers and subcontractors
AE_0491	Zwangsarbeit	Arbeitsrechte	positive Beeinflussung von Zulieferern bezüglich Zwangsarbeit	Percentage of suppliers pro-actively and positively influenced on the issue of forced labour
AE_0492	Kinderarbeit	Arbeitsrechte	Kinderarbeit	Number of incidents of unacceptable forms of child labour among workers and subcontractors
AE_0493	Kinderarbeit	Arbeitsrechte	MA unter 18 die gefährlichen Stoffen ausgesetzt werden oder Überstunden/ nachts arbeiten	Percentage of workers under the age of 18 engaged in hazardous work, overtime or night shifts
AE_0494	Kinderarbeit	Arbeitsrechte	positive Beeinflussung von Zulieferern bezüglich Kinderarbeit	Percentage of suppliers pro-actively and positively influenced on the issue of child labour
AE_0495	Versammlungsfreiheit	Arbeitsrechte	Versammlungsfreiheit und Verhandlungsfreiheit	Percentage of work-force who are free to organise, associate and collectively bargain
AE_0496	Versammlungsfreiheit	Arbeitsrechte	Gewerkschaftsfreiheit	Percentage of work-force adhering to an association defending workers' rights
AE_0497	Arbeitszeit	Arbeitsrechte	Arbeitszeit ILO	Percentage of work-force whose working time arrangements are fully compliant with ILO standards
AE_0498	Nicht-Diskriminierung	Gleichberechtigung	Gleichberechtigung im CoC	Equity and non-discrimination commitments are explicitly mentioned in the Code of Conduct AND means for the implementation of an equity policy (e.g. equal pay audits) exist
AE_0499	Nicht-Diskriminierung	Gleichberechtigung	Diskriminierung im Betrieb	Number of incidences of discrimination in hiring, remuneration, access to training, promotion, termination, or retirement
AE_0500	Nicht-Diskriminierung	Gleichberechtigung	Belästigung	Number of incidences of harassment
AE_0501	Nicht-Diskriminierung	Gleichberechtigung	Lohnunterschiede	Wage gap: wage differential (in % of the higher wage) between permanent and temporary staff, local and migrant workers etc. doing similar work
AE_0502	Nicht-Diskriminierung	Gleichberechtigung	Überprüfung der Einstellungsverfahren	Assessment of recruitment procedure (e.g. job adverts, short-list, interview, selection criteria list) ensuring that anti-discrimination procedures are imple-mented
AE_0503	Gleichberechtigung	Gleichberechtigung	Lohnunterschiede nach Geschlecht	Similar indicators as for S3.1, but with a focus on gender (e.g. gender wage gap)
AE_0504	Unterstützung gefährdeter Menschen	Gleichberechtigung	Trainingszeit nach Gruppen	Average number of training days differentiated by group (e.g. age, sex, race)
AE_0505	Unterstützung gefährdeter Menschen	Gleichberechtigung	Angestelltenförderung	Percentage of personnel with access to trainings and career development programs and other measures to promote women, handicapped, youth etc.
AE_0506	Unterstützung gefährdeter Menschen	Gleichberechtigung	Förderung schwacher Gruppen	Assessment of policies and programmes that favor vulnerable groups
AE_0507	Unterstützung gefährdeter Menschen	Gleichberechtigung	behindertengerechte Arbeitsplätze	Share of workplaces appropriately equipped for disabled persons
AE_0508	Unterstützung gefährdeter Menschen	Gleichberechtigung	mögliche Behindertenarbeitsplätze und tatsächliche Behindertenarbeitsplätze	Ratio of jobs that could be done by disabled persons to the actual number of disabled persons employed
AE_0509	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Arbeitsunfälle	Number of work-related accidents and injuries
AE_0510	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Unfallrate	Recordable incident rate: number of personnel involved in recordable injury or illness per 100 persons
AE_0511	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Krankheitstage	Severity rate (number of lost days per incident)
AE_0512	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	MA mit Zugang zu sauberem Wasser und Sanitäranlagen	Percentage of personnel with access to clean drinking water and to improved sanitary installations
AE_0513	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Training in Arbeitssicherheit	Percentage of personnel adequately trained on occupational health and safety

AE_05 14	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	MA die für gefährliche Arbeit ausgebildet sind	Percentage of personnel doing dangerous work who is adequately trained
AE_05 15	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Schutzkleidung und medizinische Hilfe	Percentage of personnel with access to adequate protective gear and medical assistance
AE_05 16	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Lagerung und Verwen-dung gefährlicher Substanzen	Rating of the storage and application of dangerous substances
AE_05 17	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Feuerschutz	Rating of fire safety
AE_05 18	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	MA die giftigen Sub-stanzen ausgesetzt sind	Rating of personnel exposure to hazardous substances and situations
AE_05 19	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Sicherheits- und Ge-sundheitskonzept	Rating of security and health concepts
AE_05 20	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	psychische Arbeitsplatz-gestaltung	Number of activities, effectiveness of activities addressing the psycho-social work environment
AE_05 21	physische und psychische Gesundheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Förderung Gesundheit der Bevölkerung	Extent and effectiveness of activities addressing community health is-sues (e.g. promoting healthy lifestyle)
AE_05 22	Gesundheits-ressourcen	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	MA in adäquaten Wohnungen	Percentage of personnel (both men and women) with access to decent housing (if applicable), clean sanitary facilities, clean drinking water and effective medical aid
AE_05 23	Gesundheits-ressourcen	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	MA Zugang zu medizini-scher Grundversorgung	Percentage of workers with access to medical assistance or minimum levels of healthcare
AE_05 24	Gesundheits-ressourcen	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Ausgaben für Gesund-heit MA	Extent (e.g. money spent) and efficacy of activities, effectiveness of activities addressing personal health re-sources
AE_05 25	Nahrungsmit-telsicherheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Förderung bezahlbarer gesunder Lebensmittel	Share of production sites where operations contribute to the improvement of the economic and physical access of the local population to sufficient, safe and nutritious food
AE_05 26	Nahrungsmit-telsicherheit	Menschliche Gesundheit und Sicherheit	Verbesserung der Lebensmittelsicherheit	Percentage of personnel whose food security is directly improved through activities of the enterprise
AE_05 27	Kenntnis über Eingeborene	kulturelle Diversität	monetärer Wert von "altem Wissen"	Monetary value of benefits related with traditional, cultural and ecosystem knowledge that is shared in a fair and equitable way based on mutually agreed terms
AE_05 28	Lebensmittel-hoheit	kulturelle Diversität	Freiheit der Lebensmit-telwahl	Percentage of stake-holders who confirm they can freely pursue their own food production and consumption choices

13.a Global Bioenergy Partnership (GBEP)

Bibliografie	
Titel	GBEP Sustainability Indicators for Bioenergy
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Global Bioenergy Partnership/FAO, First Edition, December 2011, ISBN 978-92-5-107249-3
Sonstiges	-
Fundstelle	http://www.globalbioenergy.org/?id=25880 (Access: 03.07.2013, 10:07)
SK	SK0031 SK0034 SK0091 SK0108 SK0109 SK0095 SK0112 SK0112 SK0118 SK0119
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Die GBEP Steuerungsgruppe hat freiwillige Nachhaltigkeitsindikatoren für Bioenergie entwickelt. Diese Indikatoren sollen Analysen zu Bioenergie auf inländischem Level leiten. Ein Ziel der Initiative ist Übereinstimmung mit vielen verschiedenen Regierungen und internationalen Organisationen zu erreichen.
Ziel/Zweck	Konsensfähige Unterstützung von Entscheidungsunterstützung in Bioenergiefragen.
Zielgruppe	(politische) Entscheidungsträger
Fachgebiet	Bioenergie
Verbindungen	Agenda 21
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen/Themen, 24 Indikatoren.
Zeitlicher Horizont	Ex post (monitoring)
Analyseeinheit	
Dokumentation	Aus dem o.g. Dokument ab S. 41 sind alle Informationen zu den Indikatoren zu exzerpieren. Die HS sind Indikator-namen übersetzt und ggf. gekürzt. NS wurden aus den Begleittexten bzw. aus den Methodology sheets abgelesen. Angaben zu den Berechnungen wurden keine gemacht. Stellvertretend ein Verweis auf die Methodology Sheets in der Quelle. Die Hierarchieebnen sind problematisch!
Hauptschlagwort	HS: Lifecycle GHG emissions = Treibhausgasemissionen
Sekundär Schlagwörter	NS: bei Bedarf aus dem Text
Berechnungsart	
Rechnung	Teilweise aus den Indikatorbeschreibung oder den methodology sheets.
Datenquelle	-

13.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Global Bioenergy Partnership (GBEP)

Lfd.Nr.AE GBEP	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Nebenschlag-wort 2	Berechnung/Original
AE_1182	Lebenszyklus GHG-Emissionen			siehe Originalquelle
AE_1183	Bodenqualität	Bodenkohlenstoff		siehe Originalquelle
AE_1184	Einschlagslevel Holzressourcen			siehe Originalquelle
AE_1185	Nicht-GHG Emissionen Luftverschmutzung, inklusive Lufttoxinen(?)	Luftqualität	Gesundheit	siehe Originalquelle
AE_1186	Wassernutzung und Effizienz	Wasserquelle	Erneuerbarkeit	siehe Originalquelle
AE_1187	Wasserqualität	Düngung und Verschmutzung		siehe Originalquelle
AE_1188	Biologische Vielfalt in der Landschaft			siehe Originalquelle
AE_1189	Landnutzung und Landnutzungsänderungen in Zusammenhang mit Bioenergie-Rohstoffproduktion			siehe Originalquelle
AE_1190	Verteilung und Besitz von Land für neue Bioenergieproduktion	Rechtsgültigkeit		siehe Originalquelle
AE_1191	Preis und Versorgung eines nationalen Nahrungsmittelkorbes			siehe Originalquelle
AE_1192	Einkommensänderungen			siehe Originalquelle
AE_1193	Jobs im Bioenergiesektor			siehe Originalquelle
AE_1194	Veränderung der unbezahlten Zeit von Frauen und Kindern bei der Sammlung von Biomasse			siehe Originalquelle
AE_1195	Bioenergie die verwendet wird um den Zugang zu modernen Energieleistungen zu erweitern	Energieversor-gung		siehe Originalquelle
AE_1196	Veränderung der Sterblichkeit und Krankheitsbelastung aufgrund von indoor Rauch			siehe Originalquelle
AE_1197	Vorfälle von Arbeitsunfällen, -Krankheit und Todesfällen			siehe Originalquelle
AE_1198	Produktivität	Ressourcenver-fügbarkeit	Effizienz	siehe Originalquelle
AE_1199	Netto-Energiebilanz	nach Energiequel-len	nach WSK-Abschnitt	siehe Originalquelle
AE_1200	Bruttowertschöpfung			siehe Originalquelle
AE_1201	Wandel im Konsum fossiler Kraftstoffe und traditioneller Nutzung von Biomasse			siehe Originalquelle
AE_1202	Training und Umqualifizierung der Belegschaft/Arbeiterschaft			siehe Originalquelle
AE_1203	Energiediversität	Versorgungssi-cherheit	Ressourcenver-fügbarkeit	siehe Originalquelle
AE_1204	Infrastruktur und Logistik für Distribution von Bioenergie	Erschließung		siehe Originalquelle
AE_1205	Kapazität und Flexibilität der Bioenergienutzung			siehe Originalquelle

14.a AgBalance, BASF

Bibliografie	
Titel	AgBalance
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	BASF, 2011
Sonstiges	
Fundstelle	http://www.basf.com/group/corporate/de_DE/sustainability/eco-efficiency-analysis/agbalance (Access: 20.03.2013, 12:13) diverse Dokumente zum Download, verwendete Informationen zu den Indikatoren stammen aus der Broschüre AgBalance.
SK	SK0031
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	(Eigenbeschreibung BASF) "Basierend auf der langjährigen Erfahrung mit der Ökoeffizienz-Analyse und SEEBALANCE®, hat die BASF AgBalance entwickelt, eine Methode zur Messung und Bewertung von Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft", stoffflussbasiert
Ziel/Zweck	(Eigenbeschreibung BASF) „ AgBalance ermöglicht, Nachhaltigkeit von landwirtschaftlichen Prozessen und Produktion entlang der gesamten Wertschöpfungskette ganzheitlich zu bewerten.", Vergleichende Bewertung von alternativen Produkten oder Systemen, Identifizierung von Schwachstellen
Zielgruppe	Unternehmen/ Landwirte
Fachgebiet	Landwirtschaft
Verbindungen	SEEBALANCE, nach Aussage BASF enge Kooperation mit Experten aus dem Fachbereich, TÜV geprüfte Methode
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen, 16 Indikatorkategorien, 69 Indikatoren, 200 Messgrößen (Anmerkung die Messgrößen selber wurden nicht gefunden)
Zeitlicher Horizont	Je nach Datenlage und Untersuchungsobjekt
Analyseeinheit	
Dokumentation	Broschüre AgBalance (Download als pdf von BASF bereitgestellt: http://www.basf.com/group/corporate/de_DE/sustainability/eco-efficiency-analysis/agbalance), S. 14 „Overview of indicators", übersetzt
Hauptschlagwort	Hauptschlagwort = Name des Indikators
Sekundär Schlagwörter	Nebenschlagwort = Name der Indikatorkategorie, NS 2 = ggf. der vom Indikator charakterisierte Bestandteil des Codebuchs
Berechnungsart	
Rechnung	keine Berechnungsangaben, sondern Name des Indikators

Datenquelle	-

14.b Analyseeinheiten aus der Vorlage AgBalance, BASF

Lfd.Nr.AE AGB	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Berechnung/Original
AE_0274	Humussaldo	Boden, Bewirtschaftungsform	k.A. (Humussaldo)
AE_0275	Nährstoffsaldo	Boden, Bewirtschaftungsform	k.A. (Nährstoffsaldo)
AE_0276	Verdichtung	Boden, Bewirtschaftungsform	k.A. (Verdichtung)
AE_0277	Erosion	Boden, Bewirtschaftungsform	k.A. (Erosion)
AE_0278	Biodiversitätsstatus	Biodiversität	k.A. (Biodiversitätsstatus)
AE_0279	Agrarumweltmaßnahmen	Biodiversität	keine Angaben
AE_0280	Schutzgebiete	Biodiversität	keine Angaben
AE_0281	Ökotoxizität	Biodiversität	k.A. (Ökotoxizität)
AE_0282	Bewirtschaftungsintensität	Biodiversität	keine Angaben
AE_0283	Stickstoffüberschuss	Biodiversität	k.A. (Stickstoffüberschuss)
AE_0284	Fruchtfolge	Biodiversität	keine Angaben
AE_0285	Auskreuzungspotenzial	Biodiversität	keine Angaben
AE_0286	Wassernutzung gesamt		k.A. (Wassernutzung)
AE_0287	landwirtschaftliche genutzte Fläche	Landnutzung	keine Angaben
AE_0288	Landnutzung / Landnutzungswandel	Landnutzung	keine Angaben
AE_0289	Nicht erneuerbare Energien	Energieverbrauch	k.A. (nicht erneuerbare Energien)
AE_0290	Erneuerbare Energien	Energieverbrauch	k.A. (erneuerbare Energien)
AE_0291	Luftemissionen	Emissionen	k.A. (Luftemissionen)
AE_0292	Treibhausgasemissionen	Emissionen	k.A. (THG)
AE_0293	Versauerungspotenzial	Emissionen	k.A. (Versauerungspotenzial)
AE_0294	Ozonstörungspotenzial	Emissionen	k.A. (Ozonstörungspot.)
AE_0295	fotochem. Ozonbildungspotenzial	Emissionen	k.A. (Fotochem. Ozonpot.)
AE_0296	Wasseremissionen	Emissionen	k.A. (Wasseremissionen)
AE_0297	Abfallstoffe	Emissionen	k.A. (Abfälle)
AE_0298	Verbrauch abiotischer Ressourcen	Ressourcenverbrauch	k.A. (Verbrauch abiotischer Res.)
AE_0299	Ökotoxizitätspotenzial		k.A. (Ökotox.pot.)
AE_0300	Gehalt/ Lohn	Landwirt/ Unternehmen	keine Angaben
AE_0301	Weiterbildung	Landwirt/ Unternehmen	keine Angaben
AE_0302	Organisationsgrad/Verbandmitgliedschaft	Landwirt/ Unternehmen	keine Angaben
AE_0303	Löhne/ Gehälter vor-/nachgelagerter Bereich	Landwirt/ Unternehmen	keine Angaben
AE_0304	Vergiftungspotenzial (Arbeiter)	Landwirt/ Unternehmen	k.A. (Vergiftungspot.)
AE_0305	Risikopotenzial am Arbeitsplatz	Landwirt/ Unternehmen	k.A. (Risikopotenzial)
AE_0306	Streiks und Aussperrungen	Landwirt/ Unternehmen	keine Angaben
AE_0307	Rückstände in Lebens-/ Futtermitteln	Verbraucher	keine Angaben
AE_0308	Grenzwertüberschreitungen / unerlaubte GVO	Verbraucher	keine Angaben
AE_0309	Vergiftungspotenzial (Verbraucher)	Verbraucher	k.A. (Vergiftungspotenzial)
AE_0310	Produkteigenschaften	Verbraucher	k.A. (Produkteigenschaften)
AE_0311	Produktrisiken	Verbraucher	k.A. (Produktrisiken)
AE_0312	Zugang zu Land	Lokale/nationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0313	Beschäftigungsverhältnisse	Lokale/nationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0314	Gleichberechtigung	Lokale/nationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0315	Die Beschäftigten werden auf Grundlage des geltenden Tarifvertrags beschäftigt.	Lokale/nationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0316	Qualifikation der Arbeitnehmer	Lokale/nationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0317	Beschäftigte / Angestellte	Lokale/nationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0318	Teilzeitbeschäftigte	Lokale/nationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0319	Familienunterstützung	Lokale/nationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0320	Importe aus Entwicklungsländern	Internationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0321	Fairer Handel	Internationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0322	Kinderarbeit	Internationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0323	ausländische Direktinvestitionen	Internationale Gemeinschaft	keine Angaben
AE_0324	Auszubildende	zukünftige Generationen	keine Angaben
AE_0325	Soziale Sicherung	zukünftige Generationen	keine Angaben
AE_0326	Forschung und Entwicklung	zukünftige Generationen	keine Angaben
AE_0327	Kapitalanlagen	zukünftige Generationen	keine Angaben
AE_0328	Bodenbearbeitung	Variable Kosten	keine Angaben
AE_0329	Saatgut	Variable Kosten	keine Angaben
AE_0330	Pflanzenschutz	Variable Kosten	k.A. (Kosten PSM)
AE_0331	Düngung	Variable Kosten	k.A. (Düngung)
AE_0332	Maschinenkosten	Variable Kosten	k.A. (Maschinenkosten)
AE_0333	Abschreibungen	Fixkosten	k.A. (Abschreibungen)
AE_0334	Instandhaltung	Fixkosten	k.A. (Instandhaltung)
AE_0335	Versicherungen	Fixkosten	k. A. (Versicherungen)
AE_0336	Arbeitskosten	Fixkosten	k.A. (Arbeitskosten)
AE_0337	Investitionen	Fixkosten	k. A. (Investitionen)
AE_0338	Weitere Fixkosten	Fixkosten	k. A. (Weitere Fixkosten)
AE_0339	Subventionen	Makroökonomie	keine Angaben (Subventionen)
AE_0340	Bruttowertschöpfung	Makroökonomie	K.A. (Bruttowertschöpfung)

AE_0341	Gewinn	Makroökonomie	K.A. (Gewinn)
AE_0342	zusätzliche volkswirtschaftliche Effekte	Makroökonomie	keine Angaben

15.a Sensor

Bibliografie	
Titel	SENSOR – Tools for Impact Assessment
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	1. Diehl K, König B, Helming K & Wascher D (eds). 2009. Tools for Impact Assessment. Project Summary – IP SENSOR. Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research e.V., Müncheberg, Germany 2. Bach, H. Et al (2009) Indicators – methodology and descriptions In: Helming K, Wiggering H (eds.): SENSOR Report Series 2008/09, www.sensor-ip.eu, ZALF, Germany
Sonstiges	1. SENSOR-Sustainability Impact Assessment:Tools for Environmental, Social and Economic Effects of Multifunctional Land Use in European Regions 2. SENSOR Project Deliverable Report 2.3.2/3 (Tools for Environmental, Social and Economic Effects of Multifunctional Land Use in European Regions)à für Datensammlung wird der Report verwendet (1. Link)
Fundstelle	2. http://tran.zalf.de/home_ip-sensor/products/SENSOR_report_series_200911_indicators.pdf; 1. http://www.sensor-ip.org/ (Access: 20.03.13; 13:00)
SK	SK0017
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Aus dem "project deliverable": The Integrated EU project SENSOR aims to develop ex-ante Sustainability Assessment Tools (SIAT) to support policy making regarding multifunctional land use in European regions. Land use represents a key human activity which drives socio-economic development in rural regions and manipulates structures and processes in the environment.[…] In the SENSOR project, indicators provide a means to measure the sustainability of land use changes and related (policy) options with regard to their impacts on a range of environmental, economic and social issues.
Ziel/Zweck	Politikunterstützung in Fragen multifunktionaler Landnutzung in Europa.
Zielgruppe	Regierung, Entscheidungsträger
Fachgebiet	Landnutzung
Verbindungen	Nicht bekannt
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen, 24 „Impact issues", 49 Indikatoren (Nummerierung in der Quelle lückenhaft)
Zeitlicher Horizont	Ex ante
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die Exzerpte für die Datensammlung stammen aus dem Endbericht (1.). Auf S.21 ist eine Liste aller Impact issues und Indikatoren. Jeder Impact issue wird durch einen oder mehrere Indikatoren beschrieben. Als HS wird die Übersetzung der Indikatoren verwendet, als NS die Übersetzung des Impact Issue-Namen und in die Berechnungsspalte, das englische Original des Indikatornamens. Ist die Bedeutung eines Indikators oder Issues unklar, kann das Dokument 2 zur Hilfe genommen werden. Dort sind weitere Erläuterungen zu den Indikatoren zu finden.
Hauptschlagwort	HS: Ammonia emission from agriculture = Ammoniakemissionen (Name Indikator)
Sekundär Schlagwörter	NS: Air quality = luftqualität (Impact Issue)
Berechnungsart	
Rechnung	Dem Dokument 2. (siehe Fundstelle) sind detaillierte Angaben zu den Indikatoren zu finden, die hier nicht relevant sind.
Datenquelle	-

15.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Sensor

Lfd.Nr. AE SEN	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Berechnung/Original
AE_1206	Ammoniakemissionen (aus Landwirtschaft)	Luftqualität	Ammonia emission from agriculture
AE_1207	Stickoxidemissionen (NOx)	Luftqualität	Nitrogen oxide (NOx) emissions
AE_1208	Stickstoff (N) Überschuss	Wasserqualität und -ressourcen	Nitrogen (N) surplus
AE_1209	Phosphor (P)-Überschuss	Wasserqualität und -ressourcen	phosphorus (P) surplus
AE_1210	Wasserhaltekapazität des Bodens	Wasserqualität und -ressourcen	water retention capacity of the soil
AE_1211	Bodenerosionsrisiko durch Wasser	Bodenqualität und -ressourcen	Soil erosion risk by water
AE_1212	Bodenversiegelung	Bodenqualität und -ressourcen	soil sealing
AE_1213	Winderosion	Bodenqualität und -ressourcen	wind erosion
AE_1214	Bodenkohlenstoffgehalt	Bodenqualität und -ressourcen	soil carbon content
AE_1215	CO2-Emissionen	Klima	CO2 emission
AE_1216	Methanemissionen	Klima	methane emission
AE_1217	Stickstoffoxidemissionen(Lachgas)	Klima	nitrous oxide emission
AE_1218	Kohlenstoffbindung in Biomasse	Klima	carbon sequestration in biomass
AE_1219	Boden und tote organische Masse	Klima	soil and dead organic matter
AE_1220	Fossiler Energieverbrauch Fläche	Erneuerbare/nicht erneuerbare Ressourcen	Fossil energy demand area
AE_1221	Fossiler Energieverbrauch Tier	Erneuerbare/nicht erneuerbare Ressourcen	fossile energy demand animal
AE_1222	Biomassepotenzial	Erneuerbare/nicht erneuerbare Ressourcen	biomass potential
AE_1223	terrestrische Habitate bedroht von Eutrophierung	Biodiversität	Terrestrial habitats at risk from eutrophication
AE_1224	Populationstrends von Ackervögeln	Biodiversität	population trends of farmland birds
AE_1225	Totholz	Biodiversität	deadwood

AE_1226	landschaftliche Verknüpfung	Biodiversität	spatial cohesion
AE_1227	Pestizideinsatz	Biodiversität	pesticide use
AE_1228	Landnutzungsänderung	Landnutzung	Land use change (in 9 classes)
AE_1229	Erzeugung von städtischem Müll durch Touristen	Abfallproduktion/-generation/-recycling	Generation of municipal waste by tourists
AE_1230	Abwasserabfluss aufgrund von Tourismus	Abfallproduktion/-generation/-recycling	discharge of sewagewater due to tourism
AE_1231	Waldbrandgefahr	Umweltrisiken	Forest fire risk
AE_1232	Klimawandelpotenzial	Umweltrisiken	global warming potential
AE_1233	Nettostrom gehandelter Waren in Land- und Forstwirtschaft und dem Energiesektor	Wettbewerb, Handel, Investitionen	Net flows of traded goods in agriculture, forestry and the energy sector
AE_1234	Arbeitskosten Sektor	Betriebskosten, Geschäftsführung	Labour cost per sector
AE_1235	Energiekosten	Betriebskosten, Geschäftsführung	energy cost
AE_1236	Administrative Kosten	Administrative Kosten	Administrative costs
AE_1237	Arbeitsproduktivität	Innovation und Forschung	Labour productivity
AE_1238	Inflationsrate - Konsumentenpreisindex	Konsumenten und Haushalte	Inflation rate - consumer price index
AE_1239	Bruttowertschöpfung je Sektor (Land- und Forstwirtschaft, Tourismus, Energie)	Besondere Regionen oder Sektoren	Gross value added per sector (agriculture, forestry, tourism, energy)
AE_1240	öffentliche Ausgaben	Öffentliche Einrichtungen	Public expenditure
AE_1241	Bruttoinlandsprodukt	Makroökonomisches Umfeld	Gross domestic product
AE_1242	Arbeitslosenrate	Beschäftigung und Arbeitsmarkt	Umenmployment rate
AE_1243	Beschäftigung je Sektor (sektoral und total)	Beschäftigung und Arbeitsmarkt	employment by sector (both sectoral and total)
AE_1244	Abweichung regionaler Arbeitslosigkeit	Inklusion und Schutz	deviation of regional unemployment
AE_1245	Abweichung regionales Einkommen	Inklusion und Schutz	deviation of regional income
AE_1246	Exposition Luftverschmutzung	Gesundheit und Sicherheit	exposure to air pollution
AE_1247	Exposition Wasserverschmutzung	Gesundheit und Sicherheit	exposure to water pollution
AE_1248	Exposition Feuerrisiko	Gesundheit und Sicherheit	exposure to fire risk
AE_1249	unabhängiger Nahrungsindex (Kalorien, Fett, Proteine)	Kriminalität, Terrorismus und Sicherheit	self-sufficiency index for food (calories, fat, proteine)
AE_1250	Migration	Zugang zu sozialem Schutz, Gesundheits- und Bildungssystem	migration
AE_1251	Druck durch Sozial-Tourismus	Tourismusdruck	social tourism pressure
AE_1252	Erholungsdruck durch Tourismus	Tourismusdruck	recreational pressure from tourism
AE_1253	Beständigkeit geschätzter Kulturlandschaften	Landschaftsidentität	continuity of appreciated landscape heritage
AE_1254	Veränderung visueller Attraktivität	Landschaftsidentität	change of visual attractivity

16.a Bioenergie und Nachhaltigkeit (Dürr, M.)

Bibliografie	
Titel	Bioenergie und Nachhaltigkeit – Ein Bewertungsmodell für Bioenergieprojekte unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Martina Dürr, Diplomica Verlag GmbH, Hamburg 2011, ISBN: 978-3-8428-5982-1
Sonstiges	-
Fundstelle	In Print (Kopie abgelegt, siehe Endnote)
SK	SK0019 SK0034
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Forschungsarbeit zur Nachhaltigkeitsbewertung von Bioenergieprojekten. Bewertungsmodell und Indikatorenauswahl basiert auf VDI 4070, wurde aber um besonders geeignete Indikatoren für Bioenergie erweitert (von 23 Indikatoren stammen 14 aus der Richtlinie). Außerdem wurde eine überbetriebliche Betrachtungsweise gewählt anstelle der rein unternehmensbezogenen Betrachtungsweise der VDI. Bewertungsmodell unter Verwendung der VDI-Richtlinie 4070, angepasst auf die speziellen Anforderungen bei Bioenergieprojekten. Auswahl der Indikatoren aus der Richtlinie teilweise übernommen, teilweise modifiziert und einige neu entwickelt. Bewertungsgrundlage sind gesetzliche Vorgaben (Richt- und Grenzwerte) sowie branchenspezifische oder –unspezifische Durchschnittswerte, die als Anhaltspunkt für die positive, negative oder neutrale Bewertung dienen.
Ziel/Zweck	Bewertungsmodell für Bioenergieprojekte
Zielgruppe	Wissenschaft und Betriebe
Fachgebiet	Bioenergie
Verbindungen	VDI 4070
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Säulen der Nachhaltigkeit, 23 (bzw.24 wenn Biomasse I und Biomasse II als zwei Indikatoren gelten) Indikatoren
Zeitlicher Horizont	Ex ante & ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Im Anhang ab S.151 sind alle Indikatoren gelistet und erläutert. Dort sind auch die Grenzwerte und Benchmarks beschrieben. Als HS wird der Indikatorname verwendet. Die Berechnungen sind anhand der Benchmarks zu bewerten. In der Berechnungsspalte wird deshalb Benchmark notiert, oder qualitativ wenn zutreffend. Wenn von der Autoren zu benannt, wurden die aus der Richtlinie stammenden Indikatoren auch als solche in der Berechnungsspalte durch (VDI) gekennzeichnet. NS werden bei Bedarf aus der Beschreibung exzerpiert.
Hauptschlagwort	HS: Betriebsergebnis (Name des Indikators)
Sekundär Schlagwörter	NS: bei Bedarf aus der Indikatorbeschreibung
Berechnungsart	
Rechnung	Siehe Quelle für Berechnungsangaben und Benchmarks!
Datenquelle	-

16.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Bioenergie und Nachhaltigkeit (Dürr, M.)

Lfd.Nr.AE Dürr	Haupt	Berechnung/Original
AE_1255	Betriebsergebnis	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1256	Eigenkapitalquote	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1257	Kapazitätsauslastung	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1258	Qualitätsmanagementsystem	vorhanden vs. Nicht vorhanden
AE_1259	Umsatzwachstum	(VDI) qualitativ
AE_1260	Forschung und Entwicklung	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1261	Investitionsnachrechnung	qualitativ/Benchmark
AE_1262	Energieabnehmerstruktur	qualitativ (Abnehmerstruktur)
AE_1263	Landnutzungssystem	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1264	Landnutzungsänderung	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1265	Energieverbrauch	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1266	Emissionen	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1267	Abfall (Art)	k.A. (Abfall)
AE_1268	Einsatz regenerativer Energien	(VDI) qualitativ
AE_1269	Bestandsverluste	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1270	Energieeffizienz	qualitativ/Benchmark
AE_1271	Auszubildende	(VDI) bildet aus vs. bildet nicht aus
AE_1272	Beschäftigung von Behinderten	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1273	Frauen in Führungspositionen	(VDI) qualitativ/Benchmark
AE_1274	Arbeits- und Gesundheitsschutz	qualitativ
AE_1275	Akzeptanz in der Öffentlichkeit	qual. (Akzeptanz in der Öffentlichkeit)
AE_1276	Versorgungssicherheit	qualitativ
AE_1277	Regionale Wertschöpfung	qualitativ
AE_1278	Flächennutzungskonkurrenz	qualitativ/Benchmark

17.a SEEBALANCE, BASF

Bibliografie	
Titel	SEEBALANCE- Nachhaltigkeitsbewertung
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	BASF: Peter Saling, Öko-Institut: Gensch, Uni Jena: Kreisel, Kralisch, Diehlmann, Preuße; Uni Karlsruhe: Meurer, Kölsch, Schmidt; Karlsruhe 2007
Sonstiges	Entwicklung der Nachhaltigkeitsbewertung SEEbalance – im BMBF-Projekt „Nachhaltige Aromatenchemie“
Fundstelle	Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie, Band 22
SK	SK0023 SK0025 SK0027 SK0074 SK0083 SK0121
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Projektteil aus dem Gesamtvorhaben: “Nachhaltige Aromatenchemie” (gefördert vom BMBF), Basierend auf der Methodik der Ökobilanz und der Ökoeffizienzanalyse nach BASF. Ein wesentlicher Bestandteil der Projektarbeit ist die Erstellung einer Übersicht zur Methodenentwicklung und zur praktischen Entwicklung von Sozialindikatoren (sowie ein kontinuierliches Screening zu Bewertungsansätzen und Bewertungsmodellen). Bestehende Industrie-verfahren werden als Benchmark eingesetzt.
Ziel/Zweck	Entwicklung einer Methodik zur Nachhaltigkeitsbewertung chemischer Produktionsketten
Zielgruppe	Wissenschaftler, Unternehmen
Fachgebiet	Chemie
Verbindungen	Nicht bekannt
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen, nach Exzeption 39 Indikatoren, Soziale Dimension ist in 4 Teile untergliedert.
Zeitlicher Horizont	Ex ante ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Es handelt sich um ein Bewertungsinstrument, das drei Methoden kombiniert: Ökobilanz, Kostenvergleichsrechnung und Soziale Bewertung. Die Grundlage ist die Durchführung einer LCA. Welche Wirkungskategorien betrachtet werden ist vom Bewerter abhängig. Um den angestrebten Kontext inhaltlich herauszuarbeiten, wurde das Fallbeispiel Phenolherstellung genauer betrachtet und die darin enthaltenen Wirkungskategorien bzw. Kriterien und Indikatoren exzerpiert. S.65ff. Leider sind die schriftlichen Ausführungen stellenweise nicht ganz eindeutig (vgl. S.76, Abb.62 und 64). Zur Wiedergabe wurden Teile der gelisteten Wirkungskategorien verwendet und ergänzt durch die Kategorien des „Ökologiefingerprints“. Ähnlich wie diese ökologischen Faktoren wurden auch die ökonomischen aus dem Zusammenhang der Anwendungsstudie exzerpiert (S.76, Abb.65). die Sozialen Indikatoren wurden nicht der Anwendungsstudie entnommen. Sondern sind ab S.99 für die SEEBALANCE-Methode allgemein zu finden.
Hauptschlagwort	HS: Name der Wirkungskategorie oder Vergleichbares (siehe Dokumentation)
Sekundär Schlagwörter	Keine NS
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	-

17.a Analyseeinheiten aus der Vorlage SEEBALANCE, BASF

Lfd.Nr.AE	Hauptschlagwort	Berechnung/Original

SEB		
AE_1128	Meldepflichtige Arbeitsunfälle	keine Angaben
AE_1129	Tödliche Arbeitsunfälle	keine Angaben
AE_1130	Anerkannte Berufskrankheiten	keine Angaben
AE_1131	Toxizitätspotenzial	k.A. (Tox.pot.)
AE_1132	Löhne und Gehälter (inkl. Sachleistungen)	keine Angaben
AE_1133	berufliche Aus- und Weiterbildung	Kosten für berufliche Bildung
AE_1134	Streiks und Aussperrungen	keine Angaben
AE_1135	Beschäftigte	keine Angaben
AE_1136	Qualifizierte Arbeitnehmer	keine Angaben
AE_1137	Weibliche leitende Angestellte (Chancengleichheit)	keine Angaben
AE_1138	Schwerbehinderte Beschäftigte (Integration)	keine Angaben
AE_1139	Teilzeitbeschäftigte	keine Angaben
AE_1140	Aufwendungen für Familienunterstützungen	keine Angaben
AE_1141	Ausbildung (Auszubildende)	keine Angaben
AE_1142	Aufwendungen für Forschung und Entwicklung	keine Angaben
AE_1143	Investitionen	k. A. (Investitionen)
AE_1144	Aufwendungen für Vorsorgeeinrichtungen	keine Angaben
AE_1145	Direktinvestitionen in Entwicklungsländern	keine Angaben
AE_1146	Kumulierter Energieaufwand	LCA KEA
AE_1147	Treibhauspotenzial	LCA GWP
AE_1148	Humantoxizitätspotenzial	LCA HTTP
AE_1149	Versauerungspotenzial	LCA AP
AE_1150	Photochemische Oxidation	LCA POCP
AE_1151	Ozonabbau	LCA ODP
AE_1152	Abfall	k.A. (Abfall)
AE_1153	Ökotoxizitätspotenzial	k.A. (Ökotox.pot.)
AE_1154	Materialverbrauch	k.A. (Materialverbrauch)
AE_1155	Flächennutzung	k.A. (Flächennutzung)
AE_1156	ROI	keine Angaben (ROI)
AE_1157	Rohstoffkosten	? 25%/Jahr der TFK?
AE_1158	Abschreibungen	k.A. (Abschreibungen)
AE_1159	Ausgaben Verwaltung und Forschung	? 10% der TFK/ Jahr
AE_1160	Steuern und Versicherung	K.A. (Steuern und Versicherung)
AE_1161	Gemeinkosten (Fabrik)	? 2 % der TFK/ Jahr
AE_1162	Materialkosten	? 80 % der Arbeitskosten
AE_1163	Kosten für Hilfs- und Betriebsstoffe	K.A. (Kosten für Hilfs- und Betriebsstoffe)
AE_1164	Wartungsmaterialkosten	? 10 % der Arbeitskosten
AE_1165	Arbeitskosten	(9/Schicht, 23 $/hr)
AE_1166	Kosten für Laborkontrolle	K.A. (Kosten für Laborkontrolle)

18.a Technikfolgenabschätzung der grünen Bioraffinerie (ITA)

Bibliografie	
Titel	ITA – Technikfolgenabschätzung der Grünen Bioraffinerie
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Institut für Technikfolgenabschätzung der österreichischen Akademie der Wissenschaften (ITA), Wien 2003, Susanne Schidler
Sonstiges	Projekt-Endbericht
Fundstelle	http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/d2-2d21-1.pdf; http://www.oeaw.ac.at/ita/projekte/gruene-bioraffinerie/publikationen; http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/d2-2d21-2.pdf (Access: 21.03.13; 9:03)
SK	SK0039, SK0059, SK0099
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	(Eigene Beschreibung)" Ziel des vorliegenden Projektes war es, eine erste Bewertung der Grünen Bioraffinerie auf Technologieebene durchzuführen. Da es noch keine Referenzanlagen gibt, und daher weder Messreihen oder Erfahrungen über die Auswirkungen in einer konkreten Region vorhanden sind, wurde die Bewertung anhand von Literaturrecherche und Expertenbefragungen durchgeführt. […]Um den Beitrag der Grünen Bioraffinerie zur nachhaltigen Entwicklung abbilden zu können, wurde ein Bewertungsrahmen entwickelt. Grundlage dazu bildete ein Kriterienvorschlag, der anhand der Ergebnisse einer Literaturrecherche erarbeitet wurde. Der Vorschlag basierte auf einem integrierten (dimensionsübergeifenden) Ziel- und Regelsystem, das zu den drei generellen Nachhaltigkeitszielen." à modifizierter HGF-Ansatz
Ziel/Zweck	Bewertung Bioraffinerie aus wissenschaftlicher Sicht
Zielgruppe	Wissenschaft
Fachgebiet	Bioraffinerie
Verbindungen	HGF-Ansatz
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	26 Kriterien, 14 Cluster, 6 Kategorien
Zeitlicher Horizont	Ex ante
Analyseeinheit	
Dokumentation	Endbericht (siehe oben) ab S.42, HS ist aus dem Titel der Kriterien, NS ist Titel der „Regel", Indikatoren sind keine angegeben.
Hauptschlagwort	(orig.) Anteil petrochemischer Prozesschemikalien (Kreislaufführung); (HS) Anteil petrochemischer Prozesschemikalien (Kreislaufführung)

Sekundär Schlagwörter	(orig.) Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen; NS erneuerbare Ressourcen
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	-

18.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Technikfolgenabschätzung der grünen Bioraffinerie (ITA)

Lfd.Nr.AE ITA	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Berechnung/Original
AE_0529	gefährdende Emissionen	Schutz der menschliche Gesundheit	k.A. (Art&Menge Emissionen)
AE_0530	Problemabfälle/-behandlung	Schutz der menschliche Gesundheit	k.A. (Problemabfälle)
AE_0531	Anbaumethoden (Chemikalieneinsatz)	Schutz der menschliche Gesundheit	k.A. (Anbaumethoden, Chemikalien)
AE_0532	gefährdende Prozesschemikalien	Schutz der menschliche Gesundheit	k.A. (Prozesschemikalien)
AE_0533	Regionale Wertschöpfung	Gewährleistung der Grundversorgung	keine Angaben
AE_0534	Kooperationsformen	Gewährleistung der Grundversorgung	keine Angaben
AE_0535	Regionale Infrastruktur	Gewährleistung der Grundversorgung	keine Angaben
AE_0536	Subventionen/Verdienst/Nebenerwerb	Gewährleistung der Grundversorgung	keine Angaben
AE_0537	Lebensqualität	Gewährleistung der Grundversorgung	k.A. (Lebensqualität)
AE_0538	Qualität der Arbeit	Gewährleistung der Grundversorgung	keine Angaben
AE_0539	Veränderung des Verhältnisses Subventionen/Verdienst/Nebenerwerb	Selbstständige Existenzsicherung	keine Angaben
AE_0540	Schaffung/ Sicherung Arbeitsplätze	Selbstständige Existenzsicherung	k.A. (Schaffung /Sicherung Arbeitsplätze)
AE_0541	Marktanalyse /Marktfähigkeit	Selbstständige Existenzsicherung	k.A. (Marktanalyse)
AE_0542	Verhältnis extensiv/ intensiv Flächen	Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	keine Angaben
AE_0543	klimarelevante Emissionen	Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	k.A. (THG)
AE_0544	Wasserverbrauch	Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	k.A. (Wassernutzung)
AE_0545	Grundwassergefährdung	Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	k.A. (Grundwassergefährdung)
AE_0546	Beeinträchtigung der Bodenfunktionen (Versiegelung, Anbau, Emissionen)	Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	k.A. (Beeinträchtigung Bodenfunktion)
AE_0547	Ersatz oder Ausgleichshandlungen	Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	keine Angaben
AE_0548	Verhältnis Subventionen/Verdienst/Nebenerwerb	Ausgleich externer Einkommensunterschiede	keine Angaben
AE_0549	Regionale Wertschöpfung	Ausgleich externer Einkommensunterschiede	keine Angaben
AE_0550	extensiv/ intensiv Flächen (/dt)	erneuerbare Ressourcen	keine Angaben
AE_0551	biol. Bewirtschaftete Flächen (/dt)	erneuerbare Ressourcen	keine Angaben
AE_0552	(standortfremde) Monokulturen	erneuerbare Ressourcen	keine Angaben
AE_0553	Anteil regenerativer Energien	erneuerbare Ressourcen	k.A. (erneuerbare Energien)
AE_0554	Wasserverbrauch	erneuerbare Ressourcen	k.A. (Wassernutzung)
AE_0555	Transportwege	nicht erneuerbare Ressourcen	k.A. (Transportwege)
AE_0556	nicht erneuerbare Energieträger	nicht erneuerbare Ressourcen	k.A. (nicht erneuerbare Energien)
AE_0557	Versieglung (Anlagen, Transportwege)	nicht erneuerbare Ressourcen	k.A. (Versiegelung)
AE_0558	petrochem. Prozesschemikalien (Kreislaufführung)	nicht erneuerbare Ressourcen	k.A. (petrochem. Prozesschemikalien)
AE_0559	Emissionen (Art und Menge)	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	k.A. (Emissionen)
AE_0560	Grundwasserbelastung (Stoffe und Ausmaß)	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	keine Angaben
AE_0561	Bodenbelastung Anbaumethoden	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	k.A. (Bodenbelastung)
AE_0562	Problemabfälle/ -behandlung	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	keine Angaben
AE_0563	Störungsanfälligkeit der Anlage, mögliche Folgen	Vermeidung unvertretbarer technischer Risiken	keine Angaben
AE_0564	Unfälle durch Unachtsamkeit, Unwissenheit	Vermeidung unvertretbarer technischer Risiken	keine Angaben
AE_0565	Anzahl der Patentanmeldungen	Nachhaltige Entwicklung von Sach,-Human- und Wissenskapital	keine Angaben
AE_0566	Erfahrungswissen erhalten	Nachhaltige Entwicklung von Sach,-Human- und Wissenskapital	keine Angaben
AE_0567	Zusatzqualifikation notwendig/wer zahlt	Nachhaltige Entwicklung von Sach,-Human- und Wissenskapital	keine Angaben
AE_0568	Ausgaben für F&E Fristigkeit/Innovationsklima	Nachhaltige Entwicklung von Sach,-Human- und Wissenskapital	keine Angaben
AE_0569	Wertschöpfung/Arbeitsstunde	Nachhaltige Entwicklung von Sach,-Human- und Wissenskapital	(Wertschöpfung/Arbeitsstunde)
AE_0570	Kapitalproduktivität	Nachhaltige Entwicklung von Sach,-Human- und Wissenskapital	keine Angaben
AE_0571	Ressourcenproduktivität	Nachhaltige Entwicklung von Sach,-Human- und Wissenskapital	keine Angaben (Ressourcenproduktivität)
AE_0572	Kooperationsformen (Partizipation Akteure)	Chancengleichheit	keine Angaben
AE_0573	Regionale Wertschöpfung	Chancengleichheit	keine Angaben
AE_0574	Regionale Infrastruktur	Chancengleichheit	keine Angaben
AE_0575	höhere Aufwendungen (Transaktionskosten für die Technologie)	Chancengleichheit	k.A. (Transaktionskosten)
AE_0576	Kooperationsformen (Betroffene)	Partizipation	keine Angaben
AE_0577	Erfahrungswissen erhalten	Erhaltung kulturellen Erbes und Vielfalt	keine Angaben
AE_0578	traditionelles Selbstverständnis	Erhaltung kulturellen Erbes und Vielfalt	keine Angaben
AE_0579	Erhaltung der Kulturlandschaft	Erhaltung kultureller Funktionen der Landschaft	keine Angaben
AE_0580	Naturschutzflächen	Erhaltung kultureller Funktionen der Landschaft	keine Angaben
AE_0581	Regionale (soziale) Infrastruktur (Inklusion)	Erhaltung der sozialen Ressourcen	keine Angaben

AE_0582	Traditionelles Wissen	Erhaltung der sozialen Ressourcen	keine Angaben

19.a Testing Framework for Sustainable Biomass (Cramer)

Bibliografie	
Titel	Testing framework for sustainable biomass
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Jacqueline Cramer, 2007
Sonstiges	„Final report from the project group Sustainable production of biomass“
Fundstelle	im Literaturverzeichnis: Cramer 2007
SK	SK0080, SK0095
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Im Auftrag der niederländischen Regierung, Kriterien für nachhaltige Biomasseproduktion zur energetischen Verwertung. Entstanden ist ein Rahmenwerk um die Nachhaltigkeit der Biomasseproduktion zu testen. Fokus liegt auf energetischer Nutzung der Biomasse, soll aber übertragbar sein für die Verwendung in der chemischen Industrie.
Ziel/Zweck	Nachhaltigkeitsbewertung Biomasseproduktion
Zielgruppe	Politikberatung
Fachgebiet	Biomasse
Verbindungen	Nach eigener Aussage ist die Angleichung an existierende Systeme der Ausgangspunkt. „Examples of this are FSC (Wood Certification), Round Table for Sustainable Palm Oil, Round Table for Responsible Soy, the Dutch assessment guideline for wood and the Essent Green Gold Label system.”, GRI
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	9 Prinzipien , 25 Kriterien, (25) Indikatoren.
Zeitlicher Horizont	Ex post/ex ante
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die Indikatoren sind als „mimimum requirement“ formuliert. Anstelle von Indikatoren gibt es auch „Reporting“-Aufforderungen. Aus diesem Grund wurde das HS aus der Beschreibung des Kriteriums exzerpiert und ein NS aus der Beschreibung des zugehörigen Prinzips oder Indikators (wenn erforderlich).Teilweise stimmen die Indikatoren mit GRI überein, bzw. es wird darauf verwiesen. 3.2.2. Criteria, indicators and reportings at the company level (S.11 ff.)
Hauptschlagwort	Principle 4: Biomass production must not affect protected or vulnerable biodiversity and will, where possible, have to strengthen biodiversity. Criterion 4.4: In new or recent developments, maintenance or recovery of biodiversity within biomass production units Indicator 4.4.1 (minimum requirement) If biomass production is taking place in recently cultivated areas (after 1 January 2007), room will be given to set-aside areas (at least 10%). --> **HS: Erhalt und Regeneration von Biodiversität**
Sekundär Schlagwörter	NS: Entwicklungsfläche, Extensivfläche Indikator „qualitativ“
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	-

19.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Testing Framework for Sustainable Biomass (Cramer)

Lfd.Nr.AE CRA	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Nebenschlagwort 2	Nebenschlagwort 3	Berechnung/Original
AE_0583	Treibhausgasreduktion				k.A. (THG-Reduktion)
AE_0584	Schutz oberirdischer Kohlenstoffsenken				k.A. (Kohlenstoffsenke)
AE_0585	Schutz unterirdischer Kohlenstoffsenken				k.A. (Kohlenstoffsenke)
AE_0586	Landnutzungsänderung	Nahrungsmittelkonkurrenz	Versorgungssicherheit		k.A. (Landnutzungsänderungen)
AE_0587	Preisänderungen Land und Nahrungsmittel	Nahrungsmittelkonkurrenz	Versorgungssicherheit		k.A. (Prozesschemikalien)
AE_0588	Keine Verstöße gegen geltendes Recht - Biodiversität	Eigentumsrechte	Umweltrecht		keine Angaben
AE_0589	keine Zerstörung von Biodiversität	Schutzgebiete			qualitativ
AE_0590	keine Beeinträchtigung der Biodiversität in HCV areas	Schutzgebiete			keine Angaben
AE_0591	Erhalt und Regenration von Biodiversität	Entwicklungsfläche	Extensivfläche		keine Angaben
AE_0592	Förderung von Biodiversität wo möglich	Good practise			keine Angaben
AE_0593	keine Verstöße gegen geltendes Recht - Boden	Abfallmanagement	Erosionsschutz	Betriebsaudits	keine Angaben
AE_0594	Bodenschonender Anbau	Nährstoffhaushalt	Erosionsschutz	Versalzung	keine Angaben
AE_0595	Nährstoffaustrag vermeiden				keine Angaben
AE_0596	keine Verstöße gegen geltendes Recht - Wasser	Berieselung	Grundwassernutzung	Klärung	keine Angaben
AE_0597	Wassernutzung	Restriktive Nutzung	Wasserqualität erhalten/verbessern		k.A. (Wassernutzung)
AE_0598	keine nicht-erneuerbaren Wasserquellen				keine Angaben
AE_0599	keine Verstöße gegen geltendes Recht - Luftqualität	Luftemissionen	Abfallmanagement		keine Angaben
AE_0600	Reduktion der Luftemissionen beim Anbau	Produktion und Verarbeitung	Abfallmanagement		k.A. (Reduktion Luftemissionen)

AE_0601	Keine Brandrodung				keine Angaben
AE_0602	lokale Wertschöpfung				keine Angaben
AE_0603	keine negativen Effekte auf Arbeitsumstände				keine Angaben
AE_0604	Beachtung der Menschenrechte				keine Angaben
AE_0605	Legale Landnutzung	Eigentumsrechte			keine Angaben
AE_0606	Regionale Förderung				keine Angaben
AE_0607	Berichterstattung	Offenlegung Maßnahmen gegen Korruption			keine Angaben

20.a Sustainability Indicators for Chemical Processes (Ruiz)

Bibliografie	
Titel	Sustainability Indicators for Chemical Processes: I. Taxonomy
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Ruiz- Mercado G.J., Smith R.L., Gonzales M.A., Ind. Eng. Chem. Res., 2012, 51 (5), pp 2309–2328, DOI: 10.1021/ie102116e
Sonstiges	Artikel
Fundstelle	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie102116e (weiterhttp://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie200755k) Access: 27.03.2013; 8:22
SK	SK0113
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Entwicklung von Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbewertung chemischer Prozesse. Zur Verbesserung bestehender und neuer Designs. Integration von Nachhaltigkeit in Prozessdesign. Keine soziale Dimension abgebildet mit der Begründung, dass es keine Parameter für das frühe Prozessdesign gibt, die das sinnvoll abbilden. Sogenannte EHS (Environmental Health and Safety)-Indikatoren sind enthalten.
Ziel/Zweck	Nachhaltiges Prozessdesign (Chemie)
Zielgruppe	Industrie
Fachgebiet	Chemie, Prozessdesign
Verbindungen	GREENSCOPE
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	4 „Areas“ (Environment, Efficiency, Economic, Energy), insgesamt 139 Indikatoren
Zeitlicher Horizont	ex ante
Analyseeinheit	
Dokumentation	HS ist übersetzter Indikator, zusätzlich wird die Berechnungsanweisung ergänzt
Hauptschlagwort	Solvent recovery energy = "Lösungsmittelrückgewinnungsenergie"
Sekundär Schlagwörter	keine NS, nur Indikator (Kopie des Originals)
Berechnungsart	
Rechnung	Einheiten sowie best und worst cases sind in der Liste zum Nachschlagen
Datenquelle	-

20.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Sustainability Indicators for Chemical Processes (Ruiz)

Lfd.Nr.AE Ruiz	Hauptschlagwort	Berechnung/Original
AE_0608	Anzahl gefährlicher Materialien (input)	Nhaz. mat. = Number of hazardous substances fed to the process
AE_0609	Masse gefährlicher Materialien (input)	mhaz. mat. = Total mass of hazardous substances fed to the process kg 0 No hazardous goods
AE_0610	spezifische gefährliche Rohstoffe (input)	mhaz.mat. Spec. = mhaz. Mat. / Mass of product
AE_0611	Masse verwendeter persisteneter, bioakkumulativer und toxischer Chemikalien	mPBT mat. = Total mass of PBT substances used by the process kg 0 All chemicals used are PBT
AE_0612	Chemical exposure Index	CEI = The relative acute health hazard potential from possible chemical release incidents
AE_0613	Gesundheitsgefährung, Reizung	HH irritation = Volume of irritating substances in the workplace / Mass of product
AE_0614	Gesundheitsgefährung, chronische Toxizität	HH chronic toxicity = Volume of air polluted to a workplace threshold value / Mass of product
AE_0615	Sicherheitsgefährdung, Stoffmobilität	SH mobility = Mass released into air in case of failure / mass of product
AE_0616	Sicherheitsgefährdung, Feuer, Expolsion	SH fire,explosion = Probable energy potential for reaction with O2 / mass of product
AE_0617	Sicherheitsgefährdung, Wahrscheinlichkeit Reaktion / Dekomposition	SH reac/dec I = Probability for undesired reaction or decomposition
AE_0618	Sicherheitsgefährdung durch Reaktion / Dekompositi-on	SH reac/dec II = Probable energy potential from uncontrolled reactions / mass of product OR SH reac/dec II = Probable adiabatic temperature rise
AE_0619	Sicherheitsgefährdung, aktue Toxizität	SH acute tox. = Volume of air polluted to immediate dangerous concentration / mass of product
AE_0620	Fehlerbaumanalyse	FTA = Probability of system failure if the reliability of the individual components is known
AE_0621	Spezifische toxische Freisetzung	TRs = Total mass of toxics (TRI) released / mass of product
AE_0622	Intensität toxischer Freisetzung	TRs = Total mass of toxics (TRI) released / sales revenue or value added
AE_0623	Umweltquotient	EQ = (Total mass of waste / mass of product) * unfriendliness quotient
AE_0624	Gesundheitsrisiko, Krebseffekte	EB cancer eff. = Total mass of benzene equivalents / sales revenue or value added
AE_0625	Umweltgefährdung, Persistenz organischer Substanzen	EH degradation = Mass released of organic substances / mass of product
AE_0626	Umweltgefährdung, Luft	EH air = Volume of limit concentration air emission equivalents / mass of products
AE_0627	Umweltgefährdung, Wasser	EH water = Volume of limit concentration water release equivalents / mass of products

AE_0628	Umweltgefährdung, fester Abfall	EH solid = Total mass of inorganic solid waste / mass os product
AE_0629	Umweltgefährdung, Bioakkumulation (Nahrungskette oder Boden)	EH bioacc. = Mass of potential releases (incl. Product) to accumulate in the food chain / mass of product
AE_0630	Treibhausgaspotenzial	GWP = Total mass of CO2 equivalents / mass of product
AE_0631	Treibhausgasintensität	GWI = Total mass of CO2 equivalents / Sales revenue or value added
AE_0632	Ozonabbaupotenzial	ODP = Total mass of CFC-11 equivalents / mass of product
AE_0633	Ozonabbauintensität	ODI = Total mass of CFC-11 equivalents / sales revenue or value added
AE_0634	Photochemische Oxidation (potential)	PCOP = Total mass of ethylene equivalents / mass of product
AE_0635	Photochemische Oxidation (smog) Intensität	PCOP = Total mass of ethylene equivalents / sales revenue or value added
AE_0636	Versauerungspotential (atmo.)	AP = Total mass of SO2 equivalents / mass of product
AE_0637	Versauerungsintensität (atmo.)	API = Total mass of SO2 equivalents / sales revenue or value added
AE_0638	Versauerungspotential (aqu.)	WP acid. water = Total mass of released H + ions / mass of product
AE_0639	Versauerungsintensität (aqu.)	WPI acid. water = Total mass of released H + ions / sales revenue or value added
AE_0640	Eutrophierungspotenzial (aqu.)	WP basi. water = Total mass of released OH^- ions / mass of product
AE_0641	Eutrophierungsintensität (aqu.)	WPI basi: water = Total mass of released OH - ions / sales revenue or value added
AE_0642	Versalzungspotential (aqu.)	WP salinity = Total mass of released Na^+, Cl^-, SO_4^{2-}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^+ / mass of product
AE_0643	Versalzungsintensität (aqu.)	WPI salinity = Total mass of released Na^+, Cl^-, SO_4^{2-}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^+ / sales revenue or value added
AE_0644	Sauerstoffbedarf (aqu.) pot.	WP O2 dem. = Total mass of dissolved O2 removed / Mass of product
AE_0645	Sauerstoffbedarf (aqu.) intens.	WPI O2 dem. = Total mass of dissolved O2 removed / sales revenue or value added
AE_0646	Ökotoxizität (aqu.) pot.	WP tox. other = Total mass of formaldehyde equivalents / mass of product
AE_0647	Ökotoxizität (aqu.) int.	WPI tox. other = Total mass of formaldehyde equivalents / sales revenue or value added
AE_0648	Metall-Ökotoxizität (aqu.) pot.	WP tox. metal = Total mass of Cu equivalents/ mass of product
AE_0649	Metall-Ökotoxizität (aqu.) int.	WPI tox. metal = Total mass of Cu equivalents / sales revenue or value added
AE_0650	Eutrophierung pot.	EP = Total mass of phosphate equivalents / mass of product
AE_0651	Eutrophierung int.	EPI = Total mass of phosphate equivalents / sales revenue or value added
AE_0652	Spezifische Emergie	SMI M = Total emergy consumed in the process / mass of product
AE_0653	Emergie int.	MI M = Total emergy consumed in the process / sales revenue or value added
AE_0654	Emergie	ELR = Total emergy supplied from nonrenewable resources / Total emergy supplied from renewable resources
AE_0655	Emergieausbeute	EYR = Total emergy content of the product / Total emergy supplied to the process
AE_0656	Emergie-Nachhaltigkeitsindex	ESI = Emergy yield ratio / Environmental loading ratio
AE_0657	Breeding Factor?	BF M = Total emergy content of the product / Total emergy supplied from nonrenewable resources
AE_0658	Erneurbarkeitsindex	RI = Total emergy supplied from renewable resources / Total emergy supplied to the process
AE_0659	Feste Abfallstoffe (Total)	$m_{s, tot}$ = Total mass of solid waste
AE_0660	spezifische feste Abfallstoffe	$m_{s, spec.}$ = Mass of specific type of solid waste / mass of product
AE_0661	Feste Abfallstoffe zur Rückgewinnung	$m_{s, recov.}$ = Mass of recovered solid waste
AE_0662	Feste Abfallstoffe zur Entsorgung	$m_{s, disp.}$ = Mass of nonrecovered solid waste
AE_0663	Recycelte Massefraktion	$w_{s, recycl.}$ = Mass of recycled solid waste / total mass of solid waste
AE_0664	Entsorgung Massefraktion	$w_{s, nonrecycl.}$ = Mass of nonrecycled solid waste / total mass of solid waste
AE_0665	Gefahrstoffabfall feste Massefraktion	$w_{s, haz.}$ = Mass of hazardous solid waste / total mass of solid waste
AE_0666	Gefahrstoffabfallentsorgung	$m_{s, haz.}$ = Mass of hazardous solid waste released into the environment
AE_0667	Spezifische Gefahrstoffabfall	$m_{s, haz. Spec.}$ = Mass of hazardous solid waste released / mass of producht
AE_0668	Nicht gefährlicher Abfall	$m_{s, nhaz.}$ = Mass of nonhazardous solid waste released into the environment
AE_0669	Nicht gefährlicher Abfall int.	$m_{s, nhaz. spec.}$ = Mass of nonhazardous solid waste released / sales revenue or value added
AE_0670	Flüssiger Abfall	$V_{l, tot.}$ = Total volume of liquid rated as waste
AE_0671	spezifischer flüssiger Abfall	$V_{l, spec.}$ = Total volume of liquid waste / mass of product
AE_0672	nichtverschmutzter flüssiger Abfall	$V_{l, nonpoll.}$ = Total volume of liquid waste rated as nonpolluted
AE_0673	verschmutzter flüssiger Abfall	$V_{l, poll.}$ = Total volume of liquid waste rated as polluted
AE_0674	Reaktionsausbeute	ε = Mass of product / Theoretical mass of product
AE_0675	Atomökonomie	AE_i= [(Molecular weight) * (stoichiometric coefficient)]$_i$ / $\Sigma_{reagents}$ [(Molecular weight) * (stoichiometric coefficient)]$_{reagents}$
AE_0676	Tatsächliche Atomökonomie	AAE = AE * ε
AE_0677	Stöchiometrischer Faktor	SF = 1 + Total mass of excess reagents / Theoretical total mass of excess reagents
AE_0678	Reaktion Masse Effizienz	RME = Mass of product/ Total mass of reagents
AE_0679	Materialverbrauch (total)	$m_{mat., tot.}$ = Total mass input
AE_0680	Masseintensität	MI = Total mass input / mass of product
AE_0681	Masseintensität (Wert)	MI_V = Total mass input / sales revenue or value added
AE_0682	Masseproduktivität	MP = Mass of product / Total mass input to process or process step
AE_0683	Umweltfaktor	E = Total nonproduct or non-H2O mass out of process / mass of product
AE_0684	Masseverlustindex	MLI = Total nonproduct mass out of process or process step / mass of product
AE_0685	Umweltfaktor bezogen auf Molekulargewicht	E_{mw} = [(Molecular weight) * (stoichiometric coefficient)]$_{waste}$ / [(Molecular weight) * (stoichiometric coefficient)]$_{product}$
AE_0686	Effektive Masseausbeute	EMY = Mass of product / Total mass of hazardous reagents
AE_0687	Kohlenstoffeffizienz	CE = Moles of carbon in product / Moles of carbon in reagents
AE_0688	Materialrückführung (Parameter)	MRP = Total mass of reaction and postreaction solvents + mass of catalysts recovered / Total mass of reaction and postreaction solvents + mass of catalysts used
AE_0689	Lösemittel und Katalysator Umweltauswirkungen	f = Total mass of reaction and postreaction solvents + mass of catalysts used / mass of product
AE_0690	Physische ROI	$pROI_M$ = Mass of product / Mass input needed in excess
AE_0691	Erneuerbarkeits-index	RI_M = Renewable mass input / Total mass input
AE_0692	Breeding Materialfaktor ?	BF_M = Mass of product / nonrenewable mass input
AE_0693	Recycelte Materialfraktion	$w_{recycl. mat.}$ = Recycled mass input / Total mass input
AE_0694	Massefraktion Produkt von recyceltem Material	$w_{recycl. prod.}$ = Mass of product from recyclable materials / mass of product
AE_0695	Massefraktion des Produktes, designed für Wieder-verwendung, Demontage oder Recycling	$w_{recov. prod.}$ = Potential mass of product designed for recovery / Total mass of product

AE_0696	Wasserverbrauch	$V_{water, tot.}$ = Volume of water consumed in the process or process unit
AE_0697	Frischwasserverbrauch	FWC = Volume of fresh water consumed / mass of product
AE_0698	Wasserintensität	WI = Volume of fresh water consumed / sales revenue or value added
AE_0699	Verbrauch nach Wasserarten	$\varphi_{water\ type}$ = Consumption volume per type of water / Total consumption volume
AE_0700	Kapitalwert	NPV = The total of the present value of all cash flows minus the present value of all capital investments
AE_0701	Zeitwertrate	PVR = Present value of all positive cash flows / Present value of all negative cash flows
AE_0702	dynamische Amortisationsdauer	DPBP = Time required, after start-up, to recover the fixed capital investment, FCI, required for the project, with all cash flows discounted back to time zero.
AE_0703	diskontierter Geldfluss Rendite	DCFROR = The highest after-tax interest or discount rate at which the project can just break even (NPV = 0)
AE_0704	Kapitalkosten	CCF = Revenue - Total production costs
AE_0705	(Spez.) Wirtschaftliches Potenzial	EP = Revenue - Raw material costs- Utility costs
AE_0706	ROI	ROI = Average annual net profit / Fixed capital investment
AE_0707	Amortisationsdauer	PBP = Fixed capital investment / average annual cash flow
AE_0708	Turnover-Ratio	TR = Gross annual sales / fixed capital investment
AE_0709	Kumulativer Wert (cash)	CCP = The worth of the project at the end of its life
AE_0710	Kumulative Rate (cash)	CCR = Sum of all positive cash flows / Sum of all negative cash flows
AE_0711	Nettoertrag	R_n = Net profit - Total capital investment
AE_0712	Einkommen aus Ökoprodukten	REV = Net revenues from eco-products
AE_0713	Einkommensrate aus Ökoprodukten	$REV_{eco\text{-}prod.}$ = Revenues from eco - products / Total revenue
AE_0714	äquivalente jährliche Kosten	C_{eq} = Annual investment cost (AIC) + Annual negative cash flow
AE_0715	Produktionskosten (total)	TPC = Manufacturing cost (COM) + General expenses (GE)
AE_0716	Produktionskosten	E_{PC} = Raw material costs (C_{RM}) + Treatment cost of output flows (C_{WT}) + Labour cost (C_{OL})
AE_0717	Kapitalkosten	C_{TM} = Direct costs (C_{direct}) + Indirect costs ($C_{indirect}$) + Working capital (WC)
AE_0718	Produktionskosten	COM = Direct manufacturing costs (DCM) + Fixed manufacturing costs (FMC) + Plant over-head costs (POC)
AE_0719	spez. Rohstoffkosten	C_{SRM} = Raw material costs / mass of product
AE_0720	Materialkosten (total)	$C_{mat, tot.}$ = Absolute cost of total material used in the process or process unit
AE_0721	Energiekosten (total)	$C_{E, tot.}$ = Absolute cost of energy used
AE_0722	Spez. Energiekosten	$C_{E, spec.}$ = Total energy cost / Total production cost
AE_0723	durchschnittliche Kosten nach Energiequelle	$C_{E, source}$ = SUM (cost per source of energy / total energy consumption)
AE_0724	Wasserkosten (total)	$C_{water\ tot.}$ = Absolute cost of water used in the process or process unit
AE_0725	Wasserkosten (Fraktion)	$C_{water\ spec.}$ = Total water costs / Total production costs
AE_0726	durchschnittliche Kosten nach Wasserquelle	$C_{water\ type}$ = SUM (cost per type of water / Total water consumption)
AE_0727	Feste Abfallstoffe Kosten	$C_{s\ tot.}$ = External waste removal fees, internal storage, personnel, waste treatment, and transportation cost
AE_0728	Abfallkosten (fest), fraktioniert	$C_{s\ spec.}$ = Total solid waste costs / Total production costs
AE_0729	flüssige Abfallkosten (total)	$C_{l\ tot.}$ = External waste removal fees, internal storage, personnel, waste treatment, and transportation cost
AE_0730	Abfallkosten (flüssig), fraktioniert	$C_{l\ spec.}$ = Total liquid waste costs / Total production costs
AE_0731	Kosten für Luftreinhaltung	$C_{pur.\ air}$ = External waste removal fees, internal storage, personnel, waste treatment, and transportation cost
AE_0732	fraktionierte kosten für Luftreinhaltung	$C_{pur.\ Air\ fract.}$ = Total costs of purifying air / total production costs
AE_0733	Energieverbrauch (total)	E_{tota}l = Total energy consumed by the process or process unit
AE_0734	Energieintensität (spec.)	R_{SEI} = Net energy used as primary fuel equivalent / mass of product
AE_0735	Energieintensität	R_{EI} = Net energy used as primary fuel equivalent / sales revenue per value added
AE_0736	Energie für Abfallbehandlung	WTE = Waste treatment energy requirements / mass of product
AE_0737	Lösungsmittelrückgewinnungsenergie	SRE = Solvent recovery energy requirements / mass of product
AE_0738	Ressourcenenergie-effizienz	η_E = Energy content of the product / Total material-input energy
AE_0739	erneuerbare Energien-Index	RI_E = Net energy supplied from renewable resources / Net energy supplied to the process
AE_0740	Breeding energy factot ?	BF_E = Energy content of the product / Nonrenewable material-input energy
AE_0741	Energie für Recycling	$E_{recycl.}$ = Energy used for recycling
AE_0742	Exergieverbrauch	Ex_{total} = exergy consumed in all steps of the process or process unit
AE_0743	Exergieintensität	R_{Ex} = Net exergy used / mass of product
AE_0744	Ressourcenexergie-effizienz	η_{Ex} = Exergy content of the product / Total material-input exergy
AE_0745	erneurbare Exergien-Index	RI_{Ex} = Net exergy supplied from renewable resources / Exergy entering to the process
AE_0746	Breeding exergy factor ?	BF_{Ex} = Exergy content of the product / Nonrenewable material-input exergy

21.a ProEthanol

Bibliografie	
Titel	Proethanol 2G – Deliverable D7.1
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Maga, D., Hiebel, Dr. M., Fraunhofer UMSICHT
Sonstiges	Verbundprojekt; Projektbericht: PROETHANOL2G-FP7-251151; 28-03-2012 –v1.0, ENERGY.2009.3.2.3: Second Generation Biofuels – EU-Brazil Coordinated Call
Fundstelle	http://proethanol2g.org/box/data/upimages/PROETHANOL2G_-_Deliverable_report_7_1.pdf (Access: 27.03.13; 8:35)
SK	SK0114
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Forschungsprojekt im Rahmen von FP7 zur Integration von Biologie und Technik in eine ökonomische und energieeffiziente 2G Bioethanol Bioraffinerie. Rohstoff Stroh (EU) und Bagasse (BRA). Die Definition von Nachhaltigkeit und die dazugehörigen Kategorien sind Ergebnis der Projektarbeit.
Ziel/Zweck	Allgemein: Entwicklung der Bioraffinerietechnologie, Speziell: Nachhaltigkeitsbewertung
Zielgruppe	Forschung

Fachgebiet	Bioraffinerie
Verbindungen	Nicht bekannt
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	4 Kategorien (Gesundheit, Umwelt, Wissen und physisches Kapital, regionale Entwicklung und Akzeptanz), 13 Kriterien, 13 Indikatoren.
Zeitlicher Horizont	ex ante, ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die Indikatoren sind getrennt nach LCA-fähige und andere. Die LCA-Indikatoren sind deutlich. Die anderen teilweise etwas wage aus dem Text erkennbar. HS aus Titel des Kriteriums, als Indikator wird der Name des „Characterisation factors“ bei den LCAs verwendet (S.11) bzw. bei den nicht-LCAs aus dem Text frei exzerpiert (S.12 ff).
Hauptschlagwort	HS: Climate Change = Klimawandel;
Sekundär Schlagwörter	Indikator: „global warming potential“, keine NS!
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	-

21.b Analyseeinheiten aus der Vorlage ProEthanol

Lfd.Nr.AE ProE	Hauptschlagwort	Berechnung/Original
AE_0747	Menschliche Gesundheit	Human Toxicity Potential (LCA)
AE_0748	Arbeitsrecht	qualitativ
AE_0749	Verbrauch fossiler Ressourcen	fossil depletion potential(LCA)
AE_0750	Effiziente Nutzung Biomasse	cumulative energy demand (kummulativer Energieverbrauch aller Bioraffinerieprodukte pro Jahr / kummulativer Energieverbrauch aller Roh- Zusatz- und Betriebsstoffe pro Jahr)
AE_0751	Bodenversauerung	terrestrial acidification potential(LCA)
AE_0752	Wassereutrophierung	freshwater eutrophication potential (LCA)
AE_0753	Klimawandel	Global warming potential (LCA)
AE_0754	Frischwasserverbrauch	Wasserverbrauch nach Art der Quelle
AE_0755	Rückführung von Nährstoffen	mineral depletion potential (LCA)
AE_0756	Wasser Eutrophierung und Ökotoxizität	freshwater ecotoxicity potential (LCA)
AE_0757	Bodenschutz	keine Berechnung in ProEthanol
AE_0758	Biodiversität und Ökosysteme	keine Berechnung in ProEthanol
AE_0759	Investitionen, Entwicklung von Kapital zur Förderung sozialer Wohlfahrt (auch zukünftig)	
AE_0760	Regionale Wertschöpfung	Schätzung der Vollzeitangestellten
AE_0761	Landnutzungskonkurrenz	Flächenverbrauch schätzen

22.a Biorefinery Sustainabilty Assessment (Schaidle)

Bibliografie	
Titel	Biorefinery Sustainability Assessment
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	(2010) Joshua A. Schaidle, Christopher J. Moline, and Phillip E. Savage; in “Environmental Progress & Sustainable Energy” (Vol.30, No.4) DOI 10.1002/ep; American Insititute of Chemical Engineers
Sonstiges	Artikel, Wiss. Publikation
Fundstelle	Wileyonlinelibrary.com, AIChE
SK	SK0069, SK0084
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	In dem Artikel wird eine vergleichende Nachhaltigkeitsbewertung von drei Bioraffinerien präsentiert (Produktion flüssiger Kraftstoffe). 1 Biochemische Produktion von Ethanol aus Getreide und 2 aus Cellulose und 3 thermochemische Produktion von Fischer-Tropsch-Diesel aus Biomasse-Syngas. Daten zu ökonomischen. Ökologischen du sozialen Messzahlen wurden aus der Literatur gesammelt. Ein AHP wurde ausgeführt. Daraus wurde ein „tool“ entwickelt (Darstellung unterschiedlicher Gewichtungen).
Ziel/Zweck	Nachhaltigkeitsbewertung Bioraffinerieralternativen
Zielgruppe	Forschung
Fachgebiet	Bioraffinerie
Verbindungen	Nicht bekannt
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen,10 "metrics"
Zeitlicher Horizont	ex ante ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	HS ist der übersetzte Name der Nachhaltigkeitsmessgröße, NS gibt es nicht. Die Berechnungsart wurde aus dem Text gelesen und ist teilweise identisch mit dem HS
Hauptschlagwort	HS Energy demand = Energieverbrauch
Sekundär Schlagwörter	keine sekundären, Berechnung aus dem Text
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	Literatur, LCA

22.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Biorefinery Sustainabilty Assessment (Schaidle)

Lfd.Nr.AE Schai	Hauptschlagwort	Berechnung/Original
AE_0762	Energieverbrauch	WTW total energy input / Energiegehalt Kraftstoff UND WTW total fossil fuel input / Energiegehalt Kraftstoff
AE_0763	Treibhausgasemissionen	GWP (LCA)
AE_0764	SO_x und NO_x Emissionen	SO_x, NO_x (LCA)
AE_0765	Eutrophierung	Eutrophierungspotenzial
AE_0766	Wasserverbrauch	Wasserverbrauch in der Bioraffinerie
AE_0767	Rendite	ROI
AE_0768	Arbeitsplätze	k.A. (Schaffung Arbeitsplätze)
AE_0769	Nahrungsmittelpreise	Nahrungsmittelpreise (Literatur)
AE_0770	Luftverschmutzung	Luftverschmutzung
AE_0771	Ort der Luftverschmutzung	Ort der Luftverschmutzung (Literatur)

23.a IChem

Bibliografie	
Titel	IChem – The Sustainability metrics
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	2002, IChemE (Institution of chemical engineers)
Sonstiges	Sustainable Development Progress Metrics – recommended for use in the Process Industries
Fundstelle	http://nbis.org/nbisresources/metrics/triple_bottom_line_indicators_process_industries.pdf (Access: 27.03.2013; 9:43), http://www.icheme.org/communities/special-interest-groups/sustainability/resources/sustainability%20tools.aspx
SK	SK0085
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Indikatoren zur Messung der Nachhaltigkeit einer Anlage. Die „metrics“ sollen Ingenieuren dabei unterstützen, Aspekte nachhaltiger Entwicklung zu beachten. Sie sollen auch Betrieben ermöglichen, Ziele zu setzen, Standards zu entwickeln und geeignete Benchmarks festzulegen und für Monitoringzwecke.
Ziel/Zweck	Messung der Nachhaltigkeit von „Operating units“(Fabriken, Ketten, Einrichtung oder Prozess) ,Nachhaltigkeit chemischer Industrie fördern,
Zielgruppe	Betriebe
Fachgebiet	(chemische Industrie)
Verbindungen	GRI
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen, 49 "metrics"
Zeitlicher Horizont	ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die HS wurden aus dem Text von den metrics übersetzt. Der Fokus lag dabei auf den grün umrandeten metrics. Diese wurden als Endversionen der Messzahlen angesehen. Die anderen Messzahlen dienen der Bestimmung dieser metrics. S. 8 ff. Weitere metrics werden unter additional items geführt (z.B. Diskriminierung). Da diese aber als additional und „where appropriate“ ohne weitere Angaben geführt werden, außerdem nicht als metric definiert sind, wird auf die Aufnahme in die Sammlung verzichtet.
Hauptschlagwort	HS: (Total Net Primary Energy Usage rate = Imports – Exports) = Energieverbrauch (Total)
Sekundär Schlagwörter	Keine sekundären Schlagwörter. Als Indikator bzw. Berechnung wurde das englische Original verwendet.
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	Im Anhang sind weitere Angaben zu Charakterisierungsfaktoren etc. zu finden.

23.b Analyseeinheiten aus der Vorlage IChem

Lfd.Nr.AE ICE	Hauptschlagwort	Berechnung/Original
AE_0772	Energieverbrauch (Total)	Total Net Primary Energy Usage rate = Imports – Exports
AE_0773	erneuerbare Energie	Percentage Total Net Primary Energy sourced from renewables
AE_0774	Primärenergieverbrauch	Total Net Primary Energy Usage per kg product
AE_0775	Primärenergieverbrauch	Total Net Primary Energy Usage per unit value added
AE_0776	Materialverbrauch (Total)	Total raw materials used per kg product
AE_0777	Materialverbrauch (Total)	Total raw materials used per unit value added
AE_0778	Anteil Recyceltes Material	Fraction of raw materials recycled within company
AE_0779	Anteil Recyceltes Material vom Verbraucher	Fraction of raw materials recycled from consumers
AE_0780	Anteil gefährlicher Materialien	Hazardous raw material per kg product
AE_0781	Wasserverbrauch	Net water consumed per unit mass of product
AE_0782	Wasserverbrauch	Net water consumed per unit value added
AE_0783	Landnutzung	Total land occupied+affected for value added
AE_0784	Land wiederhergestellt	Rate of land restoration (restored per year /total)
AE_0785	Versauerung	Atmospheric acidification burden per unit value added
AE_0786	Treibhausgas	Global warming burden per unit value added
AE_0787	Gesundheitsgefährdende Emissionen	Human Health burden per unit value added

AE_0788	Ozonabbauende Emissionen	Ozone depletion burden per unit value added
AE_0789	photochemische Ozon Emissionen	Photochemical ozone burden per unit value added
AE_0790	aquatische Versauerung	Aquatic acidification per unit value added
AE_0791	aquatischer Sauerstoffverbrauch	Aquatic oxygen demand per unit value added
AE_0792	Ökotoxizität Wasser	Ecotoxicity to aquatic life per unit value added
AE_0793	Eutrophierung	Eutrophication per unit value added
AE_0794	Giftige Abfälle	Hazardous solid waste per unit value added
AE_0795	ungiftige Abfälle	Non-hazardous solid waste per unit value added
AE_0796	Wertschöpfung	Value added
AE_0797	Wertschöpfung je Produkteinheit	Value added per unit value of sales
AE_0798	Wertschöpfung je Arbeiter	Value added per direct employee
AE_0799	Bruttogewinn je Arbeiter	Gross margin per direct employee
AE_0800	Rendite je eingesetztes Kapital	Return on average capital employed
AE_0801	Steuerabgaben	Taxes paid, as percent of NIBT
AE_0802	Zunahme/Abnahme Gewerbekapital (Investitionen)	Percentage increase (decrease) in capital employed
AE_0803	Forschung und Entwicklung	R&D expenditure as % sales
AE_0804	Angestellte mit Weiterqualifikation	Employees with post-school qualification
AE_0805	Beschäftigung	New appointments/number of direct employees
AE_0806	Ausgaben für Qualifikation	Training expense as percentage of payroll expense
AE_0807	Arbeitsplätze, direkt/indirekt	Ratio of indirect jobs /number of direct employees
AE_0808	Investitionen für Bildung allgemein/ Training der MA	Investment in education /employee training expense
AE_0809	kommunale Unterstützung	Charitable gifts as percentage of NIBT
AE_0810	Zuschüsse (Angestellte)	Benefits as percentage of payroll expense
AE_0811	Mitarbeiterfluktuation	Employee turnover (resigned+redundant/number employed)
AE_0812	Beförderungsrate	Promotion rate (number of promotions/number employed)
AE_0813	Fehlstunden	Working hours lost as percent of total hours worked
AE_0814	Löhne und Gehälter	Income+benefit ratio (top 10%/bottom 10%)
AE_0815	Arbeitsunfälle	Lost time accident frequency (number per million hours worked)
AE_0816	Ausgaben für Krankheit und Unfallverhütung	Expenditure on illness and accident prevention/payroll expense
AE_0817	Stakeholder meetings	Number of stakeholder meetings per unit value added
AE_0818	regionale Förderung	Indirect community benefit per unit value added
AE_0819	Beschwerden	Number of complaints per unit value added
AE_0820	Anklagen	Number of legal actions per unit value added

24.a A Modular Approach … (Othman)

Bibliografie	
Titel	A Modular Approach to Sustainability Assessment and Decision Support in Chemical Process Design
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Othman et al.; Ind. Eng. Chem. Res. 2010, 49, 7870-7881; DOI 10.1021/ie901943d
Sonstiges	Wissenschaftliche Publikation
Fundstelle	Journal
SK	Sk0089 SK0083
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Nachhaltigkeit im chemischen Prozessdesign. Tool zur Bewertung der Nachhaltigkeit. Anwendbarkeit für die Industrie. Planung neuer Prozesse, Überprüfung alter Prozessdesigns. Das Tool integriert „harte“ ökonomische und ökologische Indikatoren mit „weichen" sozialen in Designaktivitäten.
Ziel/Zweck	Systematische Nachhaltigkeitsbewertung auf Prozessebene.
Zielgruppe	Industrie, Prozessdesigner
Fachgebiet	Chemie
Verbindungen	Div. Andere wissenschaftliche Publikationen, siehe Bibliografie
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen, 14 Indikatoren + WAR-Algorithmus
Zeitlicher Horizont	ex ante & ex post
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die Indikatoren werden aus dem Artikel, aus Abb. 2 übernommen. HS ist dabei eine übersetzte Version des Indikators. Unter „environment“ ist Stufe 1 PEI (Potential environmental impact) als WAR-Algorithmus übernommen. Das geht aus dem Text hervor. Die weiteren anderen 8 ökologischen Indikatoren setzt sich WAR zusammen! Bei Bedarf, NS aus dem Textbereich. Berechnungsspalte ist englisches Original.
Hauptschlagwort	HS: GWP= Klimawandelpotential, Berechnung = LCA GWP, bzw. qualitativ bei sozial
Sekundär Schlagwörter	NS: bei Bedarf aus Text
Berechnungsart	
Rechnung	Modellierung
Datenquelle	-

24.b Analyseeinheiten aus der Vorlage A Modular Approach … (Othman)

Lfd.Nr.AE Othm	**Hauptschlagwort**	**Nebenschlagwort 1**	**Nebenschlagwort 2**	**Berechnung/Original**
AE_1279	Kapitalwert			Net present value
AE_1280	Diskontierte cash flow rate of return			discounted cash flow rate of return (DCFRR)

AE_1281	WAR-Algorithmus			WAR algorithm
AE_1282	Treibhausgaspotenzial			LCA GWP
AE_1283	Ozonabbaupotenzial			LCA ODP
AE_1284	Toxizitätspotenzial (terrestrisch)			LCA TTP (terrestrial toxicity potential)
AE_1285	Toxizitätspotenzial (aquatisch)			LCA ATP (aquatic toxicity potential)
AE_1286	photochemisches Oxidationspotenzial (Smog)			LCA photchemical oxidation potential PCOP (smog formation)
AE_1287	Versauerungspotenzial			LCA AP (Acidifing potential)
AE_1288	Toxizitätspotenzial, Verschluckung			HTPI (human toxicity potential by ingestion)
AE_1289	Toxizitätspotenzial, Inhalation/ Kontakt			HTPE (human toxicity potential by inhalation/exposure)
AE_1290	Sicherheit bei Betrieb			qualitativ
AE_1291	Funktionsfähigkeit der Fabrik	Fähigkeit MA	Kontrollsysteme Funktionalität	qualitativ
AE_1292	Sicherer Anlauf der Anlage und Abschaltung	Fähigkeit MA	Funktionsfähige Anlage	qualitativ
AE_1293	Gestaltung entspricht den lokalen Anforderungen	lokale Förderung		qual. (Gestaltung entspricht den lokalen Anforderungen)

25.a Technology Sustainability Assessment … (Sala)

Bibliografie	
Titel	Technology sustainability assessment to support decision making on energy production at local scale
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Sala S., CAstellani V., 2011
Sonstiges	Wissenschaftliche Publikation
Fundstelle	S. Sala & V. Castellani, Int J. Sus. Dev. Plann. Vol. 6, No. 3 (2011) 251–267; DOI: 10.2495/SDP-V6-N3-251-267
SK	SK0078, SK0079
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Im Hinblick auf die Kyoto-Vereinbarungen und der damit verbundene verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien, sollen mögliche Effekte auf Nachhaltigkeit überprüft werden. Nur so können geeignete Strategien erkannt werden (Wind, Solar, Biomasse etc.). In dieser Studie wird Nachhaltigkeitsbewertung der Erzeugung von Energie aus forstlicher Biomasse durchgeführt. Technologie-Nachhaltigkeitsbewertung hier genannt. Indikatoren sollen definiert werden für ein Entscheidungsunterstützungsmodell für lokale Entscheidungsträger. Soll die Bewertung ökologischer Auswirkungen, Ressourcenverfügbarkeit und Erneuerbarkeit, die technologische Durchführbarkeit im lokalen Kontext und die soziale Akzeptanz prüfen. Anwendungsstudie in italienischer Gemeinde (Bergland).
Ziel/Zweck	Entscheidungsunterstützung auf lokaler Ebene, Bewertung der Nachhaltigkeit von Biomassenutzung
Zielgruppe	Lokale Entscheidungsträger
Fachgebiet	Forst, Bioenergie
Verbindungen	Nicht bekannt
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	6 Themen, 16 Indikatoren
Zeitlicher Horizont	ex ante
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die Indikatoren sind in Textform. Die HS und die Berechnungsart wurden deshalb aus den Textstellen interpretiert. Die Berechnungsarten sind teilweise nur beschrieben.
Hauptschlagwort	HS: Environmental impacts = Umweltwirkungen
Sekundär Schlagwörter	NS keine; Berechnung = Betrachtung gesetzlicher Regelungen zu Auswirkungen auf Luft, Wasser, Boden, Biodiversität
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	-

25.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Technology Sustainability Assessment … (Sala)

Lfd.Nr.AE Sala	Hauptschlagwort	Berechnung/Original
AE_0821	Energieeffizienz Technologie	(Produkt) kWh_e produziert je Kg Biomasse
AE_0822	Ressourceneinsatz	Minimaler Ressourceneinsatz für best performance / Ressourcenverfügbarkeit
AE_0823	Ressourcenverfügbarkeit	Ressourcenverfügbarkeit auf lokare Ebene (?)
AE_0824	(Energie-)gehalt der Biomasse	Energiegehalt in KJ (könnte auch Ligningehalt sein)
AE_0825	Vermeidung von CO2	hier: über die Effizienz der Technik berechnet
AE_0826	Umweltwirkungen	Betrachtung gesetzlicher Regelungen zu Wasser, Luft, Boden und Biodiversität
AE_0827	Zugang zu Wald	% LKW-befahrbare Straßen
AE_0828	Transportwege (kurz)	Strecke von Ernte bis Werk **und** Anzahl Fahrten um X Masse bereitzustellen
AE_0829	Energieproduktionskosten	Produktionskosten / Produzierte Energiemenge
AE_0830	Rentabilität	ROI
AE_0831	Arbeitskosten	Löhne und Gehälter (aller Beteiligten im System)
AE_0832	Kosten für CO2 Reduktion	Gesamtkosten / vermiedene CO2-Emissionen
AE_0833	Soziale Akzeptanz	qual. (Soziale Akzeptanz)
AE_0834	Arbeitsplätzeschaffung	qualitativ
AE_0835	Partizipation	qualitativ
AE_0836	Waldbesitzverhältnisse	Homogenität des Waldbesitzes

26.a A Methodology for Assessing the Sustainability … (Gnanapragasam)

Bibliografie	
Titel	A Methodology for Assessing the Sustainability of Hydrogen Production from Solid Fuels
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Gnanapragasam, N.V. et al. Sustainability 2010, 2, 1472-1491; doi:10.3390/su2061472
Sonstiges	Wissenschaftliche Publikation
Fundstelle	Journal (open access)
SK	SK0079
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Methode zur Untersuchung der Nachhaltigkeit von Wasserstoffproduktion aus Festbrennstoffen. Die 30 Indikatoren werden mit einer 1-0 Skala bewertet. Zwei Produktionswege werden verglichen: Kohle und Biomasse.
Ziel/Zweck	Nachhaltigkeitsbewertung Festbrennstoffe
Zielgruppe	Wissenschaft
Fachgebiet	Chemie, Brennstoffe, Biomasse
Verbindungen	Nicht bekannt
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen (ökologisch, sozial, technologisch), 30 Indikatoren
Zeitlicher Horizont	Ex ante (Literaturdaten!)
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die 30 Indikatoren werden aus dem Text ab S. 5 (in der Fundstelle) exzerpiert. HS ist der übersetzte Indikatorname, NS werden aus dem Text ggf. exzerpiert. Die Bewertung ist auf einer Skala von 0-1, dahinter stehen aber qualitative Werte (hauptsächlich aus der Literatur). Daher ist Berechnungsspalte „qualitativ“.
Hauptschlagwort	HS: „availability“ = Verfügbarkeit
Sekundär Schlagwörter	NS: Marktpreis und Angebot
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	Daten aus Literatur

26.b Analyseeinheiten aus der Vorlage A Methodology for Assessing the Sustainability … (Gnanapragasam)

Lfd.Nr.A E Gnana	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Nebenschlagwort 2 & 3	Berechnung/Original
AE_1321	Verfügbarkeit	Marktpreis	Angebot, Abhängigkeit	qualitativ (Verfügbarkeit, Marktpreis)
AE_1322	Anwendbarkeit	etablierte Prozesse	Abfallvermeidung	k.A. (Anwendbarkeit)
AE_1323	Umweltkapazität	Recyclingmöglichkeit	Verfügbarkeit am Markt, Stabilität	qualitativ
AE_1324	Zeit (Marktreife)	etabliert vs. Veraltet		qualitativ (Marktreife)
AE_1325	Materialrate	input/output	Effizienz	qualitativ
AE_1326	Energierate	Energiegehalt des Materials	Bereitstellung durch den Prozess	qualitativ
AE_1327	Verschmutzungsrate	Emissionen		qual. (Verschmutzungsrate)
AE_1328	Standort	Entfernung		qualitativ
AE_1329	Ökologische Balance	Recyclingmöglichkeit		qualitativ
AE_1330	Standzeit	Arbeitsaufwand und Wartungsbedarf		qualitativ
AE_1331	Ökonomie	Wertschöpfung		qualitativ (Ökonomie)
AE_1332	Politik	Verfügbarkeit	Rahmenbedingungen der Produktion	qual. (Politik)
AE_1333	Beschäftigung			qualitativ
AE_1334	Öffentliche Meinung	Akzeptanz		qual. (Öffentliche Meinung)
AE_1335	Umweltverantwortung	Vorteilhaftigkeit des Elements/ Produkts	Umweltwirkungen	qualitativ
AE_1336	Lebensstandard			qualitativ
AE_1337	Nutzen	Komfort		qualitativ
AE_1338	Zukünftige Entwicklung	Förderung lokaler Wertschöpfung		qualitativ (zukünftige Entwicklung)
AE_1339	Nachfrage Pro Kopf	Angebot und Nachfrage	Preis und Verfügbarkeit	qualitativ (Nachfrage)
AE_1340	Lobyying	Externe polit. Beeinflussung		qualitativ
AE_1341	Energieverbrauch	bei Transport?	Nettoverbrauch (Produktion-Verbrauch)	qualitativ
AE_1342	Exergie			qualitativ
AE_1343	Effizienz	Energie/Exergie		qualitativ
AE_1344	Design	Performance	Abfallvermeidung	qualitativ
AE_1345	Forschung	Weiterentwicklungspotenzial		qualitativ
AE_1346	Demonstration	Funktion	kommerzialisiert vs. Forschungs-status	qualitativ
AE_1347	Kommerzialisierung	Potenzial		qualitativ (Kommerzialisierung)
AE_1348	Auswirkungen	vergleich unter den Prozessteilen (schritten, Elementen)	Auswirkung der Produkiton	qualitativ
AE_1349	Evolution	Verbesserungspotenzial	Effizienzsteigerung	qualitativ (Evolution)
AE_1350	Limitierung Umwelt	Einzelner Prozessteile		qualitativ

27.a Implementation of Sustainability Drivers … (Tugnoli)

Bibliografie	
Titel	Implementation of Sustainability Drivers in the Design of Industrial Chemical Processes
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	Tugnoli, A. et al., AIChE Journal, November 2011, Vol. 57, No.11; DOI 10.1002/aic.12497
Sonstiges	Wissenschaftliche Publikation
Fundstelle	Wiley online library, Journal
SK	SK0089 SK0083
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Methode die anhand von „Schlüsselindikatoren“ die Nachhaltigkeit industrieller Prozesse betrachtet. Der Artikel gibt Auskunft über die Bestimmung eines geeigneten Sets an Indikatoren für chemische Prozesse. Dargestellt wird die Methode anhand einer Anwendungsstudie: Cyclohexanon, Prozessalternativen. Bewertung auf Grundlage der Reaktionsgleichungen. Ein Set an KPi wird passend reduziert für den Fall.
Ziel/Zweck	Bereitstellung von Indikatoren zur Bewertung chemischer Prozessdesigns.
Zielgruppe	Industrie
Fachgebiet	Chemie
Verbindungen	Nicht bekannt
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	3 Dimensionen (Domains), 7 Sub-Domains, 21 Sub-Sub-Domains (KPI), dazu kommne je KPI ein oder mehrere Optionen für metrics (insgesamt 27)
Zeitlicher Horizont	Ex ante
Analyseeinheit	
Dokumentation	Auf S.3070 (in der Fundstelle) ist der Tree of Impacts in Abb. 6a die Grundlage der Datenübertragung. Im Anhang sind weitere Angaben zu den Indikatoren, zu metrics und Normalisierungsreferenzen! HS ist die Impact category oder der KPI oder Sub-Sub-Domain (alles Synonyme). In die Berechnungsspalte werden die metrics aus Anhang B1 übertragen (übersetzt und teilweise verkürzt Bsp. GWP =CO2äqu. Pro Jahr. (nicht verschiedene Zeithorizonte). Das führt dazu, dass einige KPI öfter gelistet sind, wenn es mehrere dazugehörige metrics gibt.
Hauptschlagwort	HS: Global Warming = Klimaerwärmung
Sekundär Schlagwörter	NS: bei Bedarf
Berechnungsart	
Rechnung	Siehe Original
Datenquelle	-

27.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Implementation of Sustainability Drivers … (Tugnoli)

Lfd.Nr.AE Tugn	Hauptschlagwort	Nebenschlagwort 1	Berechnung/Original
AE_1294	Global Warming		Emissionen, CO2-äqu. / Jahr
AE_1295	Ozonabbau		Emissionen, CFC-11 äqu. / Jahr
AE_1296	Regenversauerung		Emissionen, SO2-äqu. / Jahr
AE_1297	Smogformation		Emissionen, VOC, maximale steigende Reaktivität der VOC
AE_1298	Smogformation		POCP
AE_1299	Toxizität Luft		Emissionen Luft, äqu. Methylbenzol (Tuluol $1/LC_{50,Inh.}$) / Jahr
AE_1300	Toxizität Luft	Humantoxizität	Emissionen Luft, äqu. Blei / Jahr
AE_1301	Karzinogenität Luft		Emissionen Luft, äqu. Benzen / Jahr ODER "Cancer potency slope factor (inhalation)"
AE_1302	Organische Fracht	Wasser	Absoluter Sauerstoffbedarf der Awsseremissionen / Jahr
AE_1303	Toxizität Wasser		Emissionen WAsser, äqu. Methylbenzol (Tuluol $1(LD_{50,erl.})$ / Jahr
AE_1304	Toxizität Wasser		Emissionen WAsser, äqu. Blei / Jahr
AE_1305	Karzinogenität Wasser		Emissionen Wasser, äqu. Benzen / Jahr ODER "Cancer potency slope factor (oral)"
AE_1306	Ökotoxizität		Emissionen Wasser, Verdünnungsvolumen ($1/PNEC_{ac\text{-}aquatic}$)
AE_1307	Ökotoxizität		Emissionen Wasser, äqu. Toluol ($PNEC_{toluol}/PNEC_{aquatic}$)
AE_1308	Eutrophierung		Äq. Phosphat-ionen in Wasseremissionen
AE_1309	Müllentsorgung		kommunaler Abfall / Jahr (aus Kosten für entsorgung)
AE_1310	Nicht-erneuerbare Rohstoffe		äq. Rohöl des Materialverbrauchs / Jahr
AE_1311	erneuerbare Materialien		Äqu. Landfläche der verbrauchten nachwachsenden Rohstoffe
AE_1312	Energieverbrauch		Energieverbracih (el.)
AE_1313	Landnutzung		Spatial area occupied by the facilty
AE_1314	Wirtschaftliche Auswirkungen		Aktualisierte, absolute Kosten und Ersparnisse des Prozesses
AE_1315	Wirtschaftliche Auswirkungen		Aktualisierte, absolute Betriebskosten und Ersparnisse des Prozesses
AE_1316	Toxizität flüchtiger Emissionen	Arbeitssicherheit	Toxizitätsäqu. der Gasemissionen pro Jahr, Toluol ($1/LC_{50,\ inh.}$)
AE_1317	Toxizität flüchtiger Emissionen	Arbeitssicherheit	Toxizitätsäqu. Blei (HTTP)
AE_1318	Karzinogenität flüchtiger Emissionen		Luftemissionen äqu. Benzen / Jahr ODER "Cancer potency slope factor (inhalation)"
AE_1319	Beschäftigung		Äqu. Anzahl Beschäftigt (total standrd work hous)
AE_1320	Arbeitssicherheit		Äqu. Fläche diepotentiell von Unfälle betroffen ist / Jahr

28.a Incorporating Sustainability … (Zheng)

Bibliografie	
Titel	Incorporating Sustainability into the Conceptual Design of Chemical Process-Reaction Routes Selection
Autor, Hrsg., Jahr, Ed.	2012: Zheng K., Lou H. H., Gangadharan P., Kanchi K.

Sonstiges	Wissenschaftliche Publikation
Fundstelle	American Chemical Society, dx.doi.org/10.1021/ie3002952 | Ind. Eng. Chem. Res. 2012, 51, 9300−9309
SK	SK0089, SK0083
Inhaltlich	
Kurzbeschreibung	Nachhaltigkeit im chemischen Prozessdesign. Soll den Bedarf eines strukturierten Tools zur Nachhaltigkeitsbewertung decken. Hier wird eine Methode vorgestellt, die die Wahl von Reaktionsketten im Licht der Nachhaltigkeit unterstützt. Während der Konstruktionsphase werden verschiedene Reaktionswege untersucht. Wichtig: frühes Prozessdesign.
Ziel/Zweck	Nachhaltiges Prozessdesign in der Chemie
Zielgruppe	Prozessdesigner
Fachgebiet	Chemie
Verbindungen	WAR, Inherent Safety Index
Strukturell	
Hierarchien (Indikator, Kriterium, Aspekt, etc.)	In dieser Abhandlung werden nur 5 Indikatoren für unterschiedliche Bereiche genannt. Wobei es sich teilweise um komplexere Indizes handelt wie den WAR und IHSI, die für sich mehrerer Indikatoren beinhalten.
Zeitlicher Horizont	Ex ante (early conceptual design stage)
Analyseeinheit	
Dokumentation	Die HS wurden frei aus dem Text übersetzt. NS gibt es nicht. Die Berechnungen wurden stichpunktartig aufgenommen.
Hauptschlagwort	HS: Indicator on Societal Analysis = Arbeitssicherheit à Inherent Safety Index
Sekundär Schlagwörter	keine
Berechnungsart	
Rechnung	-
Datenquelle	-

28.b Analyseeinheiten aus der Vorlage Incorporating Sustainability … (Zheng)

Lfd.Nr.AE Zhe	Hauptschlagwort	Berechnung/Original
AE_0837	thermodynamische Analyse	Gibbs Energie
AE_0838	Profit-potential	Preis Reaktionsprodukte - Preise der Start-Reaktanten / Produkteinheit
AE_0839	Arbeitssicherheit	(Druck und Temperatur) Inherent Safety Index
AE_0840	Umwelt	WAR
AE_0841	Atomen-ökonomie	??

9.1.2. Codebuch Teil 2

Im zweiten Teil des Codebuchs wird dokumentiert, wann eine Analyseeinheit (also ein Textbaustein) unter eine Kategorie fällt. Es werden Ankerbeispiele für jede Kategorie vorgestellt. Wenn Abgrenzungsprobleme zwischen den Kategorien bestehen werden Kodierregeln und/oder allgemeine Interpretationsregeln ergänzt. Nachhaltigkeitsthemen und –ausprägungen sind die definierten Hierarchieebenen und die Kategorien der Inhaltsanalyse. Sie sind vergleichbar mit Nachhaltigkeitskriterien in anderen Arbeiten.

Das System besteht aus sechs Kategorien auf oberster Ebene (Nachhaltigkeitsthemen) und insgesamt siebzehn Kategorien auf unterer Ebene (Nachhaltigkeitsausprägungen). Die Ebenen werden im Codebuch auch Dimensionen genannt. Die aus den Vorlagen exzerpierten Analyseeinheiten werden vollständig in das Kategoriensystem eingeordnet.

Die Reliabilität des Kodierschemas wurde überprüft: Die **Reliabilitätsprüfung** wurde von einer an der Arbeit unbeteiligten Person durch eine Vollprüfung des Materials am 5. und 6. 07.2013 durchgeführt, nachdem mündliche Instruktionen zur Handhabung des Kodierschemas erteilt wurden. Zuvor wurde eine übliche Reliabilitätsgrenze von 10 % festgelegt. Das bedeutet, dass bei nicht-Übereinstimmung der Kodierung bei mehr als 10 % der kodierten Einheiten, das Kodierschema nicht als ausreichend verlässlich erachtet werden würde und überarbeitet werden müsste. Bei der Prüfung wurden nur 5 % echte Abweichungen festgestellt, die nicht eindeutig durch das Codebuch geregelt werden konnten (nicht-echte Abweichungen waren z.B. Tippfehler). Die Reliabilitätsgrenze von 10 % wurde also nicht überschritten.

Übersicht über die Kategorien:

Tab. 30: Nummerierung der Nachhaltigkeitsthemen und -ausprägungen.

1	**Gesundheit**	**2**	**Lebensstandard**	**3**	**Umgang mit Ressourcen**
11	Bevölkerung (allg.)	21	Gleichberechtigung	31	Umwelt
12	Arbeiter	22	Wohlstand	32	Rohstoffe
13	Konsumenten	23	Inklusion	33	Biodiversität
		24	Governance	34	Landnutzung
4	**Klimawandel**	**5**	**Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit**	**6**	**Internationale Verantwortung**
41	Treibhausgase	51	Zukunftsvorsorge	61	Internationaler Handel
42	Energie	52	Wirtschaftlichkeit	62	Entwicklungszusammenarbeit

Nachhaltigkeitsthema 1: Gesundheit

1. *Definition Gesundheit:* Ausprägungen: (allg.) Bevölkerung (11), Arbeiter (12), Konsumenten (13)

Das Nachhaltigkeitsthema ***Gesundheit*** entspricht dem Ziel, die Gesundheit der Bevölkerung zu fördern und den Schutz vor Gesundheitsrisiken zu verbessern.
Die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Gesundheit sind physische und psychische Belastungen des menschlichen Organismus. Alle damit unmittelbar in Zusammenhang stehenden Aktivitäten werden bei der Nachhaltigkeitsbewertung in dieser Dimension erfasst.
Gesundheit wird in drei Ausprägungen betrachtet. Diese Ausprägungen stehen für gesellschaftliche Gruppen, die auf unterschiedliche Art oder aus unterschiedlichen Gründen gesundheitlich beeinflusst werden. Eine stärkere Differenzierung bspw. in Kinder und Erwachsene wäre grundsätzlich möglich, würde aber an dieser Stelle der Auswertung und aufgrund der Datengrundlage keinen Mehrwert generieren.

2. *Bestandteile der Dimension Gesundheit (Ankerbeispiele):*
   - Unfälle
   - Krankheiten
   - Produktion/Vorhandensein gesundheitsschädlicher Stoffe (Luft/Wasser/Boden)
     - klassische Luftschadstoffe –CO, NMOVOC, NO_x,SO_2, NH_3, TSP, PM10, PM2,5 (nach UBA-Klassifizierung)
     - Schwermetalle – Arsen, Cadmium, Kupfer, Chrom, Quecksilber, Nickel, Blei, Selen, Zink (nach UBA-Klassifizierung) (Quer 31)
   - Gefahrstoffe
   - Gesundheitsbedenkliche Produkteigenschaften
   - Hygiene und sanitäre Einrichtungen
   - Ungesunde Verhaltensweisen
   - Ernährung (Nahrung und Wasser)
   - Lebenserwartung
   - Sicherheit

   Erweiterung durch Kontext:
   - Ozon (QV 31)
   - Smog (QV 31)
   - Unspezifische Emissionen

3. *Kodierregeln Gesundheit:*
   - **Ausprägung (allg.) Bevölkerung** umfasst alle Gesellschaftsteile, ohne weitere Differenzierung. Alle Bestandteile von Gesundheit sind hier enthalten, <u>außer sie sind einer der anderen Ausprägungen von Gesundheit zuzuordnen</u> (z.B. Arbeitsunfälle würde der Ausprägung Arbeitnehmer zugeordnet).
   - **Ausprägung Arbeiter** umfasst alle Menschen, die innerhalb der Systemgrenzen an Produktionsvorgängen beteiligt sind und alle Angestellten betrachteter Unternehmen bzw. Beschäftigte eines Sektors.
   - **Ausprägung Konsumenten** bezieht alle Menschen ein, die direkt mit einem Produkt in Kontakt geraten und dadurch gesundheitlich beeinflusst werden.
   - Wenn **„Emissionen“** unspezifisch sind, dann werden sie zu 11 codiert. (unspezifisch heißt: nicht explizit Klima oder Umwelt zuzuordnen). Dann wird eine Querverbindung zu Umwelt 31

hergestellt, da Emissionen häufig auch umweltrelevant sind. In gleicher Weise wird mit Ozon und Sommersmog verfahren (11, QV 31). Ebenfalls gilt diese Regelung für sonstige toxische Materialen, mit Ausnahme von Fällen die explizit „Umweltwirkung“ oder „Humantoxisch“ sind. Dann erfolgt die Zuordnung zu der explizit genannten Kategorie.

- **Ozon** wird ebenfalls nach **11** und dann quer zu **31** codiert.
- Im Fall von **Grundwasserbelastungen** ist es umgekehrt. Hier wird von einem höheren Risiko für die Umwelt ausgegangen. Nachgelagert ist es aber ebenfalls für die menschliche Gesundheit relevant (also **31, QV 11**).
- Die gleiche Regelung wie bei Grundwasserbelastung trifft auf giftige Abfälle zu (**31, QV 11**)
- **Schulungen**, Weiterbildungen für **Arbeitssicherheit** sind **12** und nicht 22.

<u>Nachhaltigkeitsthema 2: Lebensstandard</u>

1. Definition Lebensstandard:

Ausprägungen: Gleichberechtigung, Wohlstand, Inklusion, Governance

Das Nachhaltigkeitsthema **Lebensstandard** beinhaltet Aspekte, die neben Gesundheit in besonderem Maß für eine gesellschaftliche, wie auch die individuelle Lebensqualität verantwortlich sind. Lebensqualität ist ein subjektiver Begriff. Die hier stellvertretend zusammengefassten Aspekte grenzen diesen subjektiven Begriff auf möglichst wenige, konsensfähige Merkmale ein.

2. Bestandteile der Dimension Lebensstandard (Ankerbeispiele) nach Ausprägung:

Gleichberechtigung 21
- Geschlechterunterschiede
- Verteilungsgerechtigkeit
- Diskriminierung

Wohlstand 22
- Bildung/ Ausbildung (QV 51)
- Mobilität
- Erwerbstätigkeit / Beschäftigung
- Haushaltsstruktur
- Verdienst
- Arbeitslosigkeit
- Armut
- Verfügbarkeit Güter
- Versorgung
- Arbeitsplatz
- Regionale Förderung

Erweiterung durch Kontext
- Lokale Wertschöpfung
- Nahrungsmittelpreise

Inklusion 23
- Familienförderung
- Integration
- …Alte
- …Ausländer
- …Behinderte

Governance 24
- Kriminalität
- Recht
- Partizipation
- Vertrauen
- Führung
- Strategie
- Transparenz
- Verantwortung
- Korruption
- Arbeitsbedingungen
- Überstunden
- Evaluierung

Erweiterung durch Kontext
- Kinder-/Zwangsarbeit
- Unternehmensethik
- Adäquate Qualifikation
- Erhalt kultureller Werte/Wissens
- Verbraucherinformation
- Verpflichtung
- Dokumentation
- Konfliktlösung
- Selbstkontrolle
- Organisationsform
- Streik
- Beschwerde
- Akzeptanz
- Management
- Vergütungssystem (QV 21)
- Betriebszugehörigkeit

3. *Kodierregeln Lebensstandard:*
   - **Ausprägung Wohlstand** beinhaltet sowohl materiellen/finanziellen Wohlstand, als auch Aspekte der Lebensqualität (z.B. Freiheit Nahrungsmittel zu wählen).
   - **Bildung** und jegliche Formen der Qualifizierung gehören der Kategorie **Wohlstand** an. Annahme: Einkommenschancen werden durch Bildung und Qualifizierung erhöht.
     - **Ausgaben für Bildung** werden **erst 22** Bildung zugeordnet, dann wird eine Querverbindung zu **Investitionen** hergestellt. Bildung verringert das Armutsrisiko, was einer zusätzlichen Belastung der Sozialsysteme entgegenwirkt (vgl. Bundesregierung 2011, S.). Daraus leitet sich eine Querverbindung zu 5 Wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit, Ausprägung **51 Zukunftsvorsorge** ab und nicht 52.
     - Ausnahme Bildung: **Schulungen**/Weiterbildungen **für Arbeitssicherheit** sind im Bestandteile der Dimension Gesundheit **12**.
   - Aspekte die in erster Linie den persönlichen finanziellen Wohlstand betreffen gehören zur Kategorie Wohlstand (Erwerbstätigkeit, Beschäftigung, Verdienst z.B.)
     - Ausnahme: Der Kern der Aussage betrifft die Person das Einkommen o.ä. einzelner, bspw. Einkommen alter Menschen, Menschen mit Behinderung. Dann betrifft der Materialbestandteil die Ausprägung Inklusion. (Ankerbeispiele:…Alte, …Ausländer, …Behinderte)
   - **Teilzeitbeschäftigte** ist **24**. Im Mittelpunkt steht die Art des Vertrages.
   - **Governance**: Einhaltung von / Dokumentation von / rechtliche Rahmen / sachgerechter Umgang mit XY etc. ist zuerst XY, dann Governance (24). Z.B. Dokumentation der Umweltschutzmaßnahmen → 31 QV 24. **Ausnahme**: wenn implizit die Governance-Handlung im Vordergrund steht (z.B. Erstellung eines Bewirtschaftungsplans → wird als Managementstrategie verstanden).
   - **Verkehr und Transport** von Gütern oder Personen ist **52, QV 41** da die Wirtschaftlichkeit des Objektes angesprochen ist, weil es darauf ankommt, dass die Kosten beeinflusst werden (etwa durch viele Kilometer) und welche Auswirkungen durch die Transportaktivitäten des Objekts auf die Umwelt ausgeübt werden. Ausnahme: es kann ganz sicher als Wohlstandzeigender Indikator identifiziert werden, dann 22 (z.B. Mobilität).

<u>Nachhaltigkeitsthema 3: Umgang mit Ressourcen</u>

1. *Definition Umgang mit Ressourcen:*

Die Dimension betrifft den Umgang mit nicht-energetischen Rohstoffen und Umweltqualität sowie generell Produktion, Verbrauch, Verwendung und Entsorgung von Gütern und Materialien.

2. *Bestandteile der Dimension Ressourcen (Ankerbeispiele) nach Ausprägung:*

Ausprägung Umwelt 31 (Boden, Wasser, Luft; Umweltwirkungen und Schutzmaßnahmen → eher stoffbezogen)
- Emissionen (persistente org. Stoffe)
- Flüsse und Meere
- Umweltwirkungen
- Abwasser

Erweiterung durch Kontext
- Ökotoxizität
- Pflanzenschutzmittel/ Düngung
- Art der (Abfall-)Entsorgung
- Schutzgebiete
- Schutzwirkungen
- Ökologische Funktionen
- Versauerung/ Eutrophierung
- N-Überschuss
- P-Überschuss

Ausprägung Rohstoff 32
- Verbrauch
- Effizienz
- Abfall
- Natürliche/erneuerbare Ressourcen

- Ausschuss
- Material-/Rohstoffeinsatz

Erweiterung durch Kontext

- Input/Output
- Konsum (QV 22)
- Produktionsmenge
- Thermodynamik
- Emergie/Exergie
- Recycle
- Verpackung
- Zertifizierte Rohstoffe (QV 24)
- Atomenökonomie
- Reaktionsgeschwindigkeit
- Verfügbarkeit für Produktion (QV 51)
- Produktionsmenge

Ausprägung Biodiversität 33

- Artenvielfalt
- Vogelindex
- Landschaftsqualität

Erweiterung durch Kontext

- Habitatverlust
- Invasive Arten
- Artenschutz
- Totholz (QV 31)
- Fruchtfolge (QV 34)

Ausprägung Landnutzung & Produktionssystem 34 (physikalische Landnutzung), eher flächenbezogen und zustandsbezogen, auf die Produktionsfaktoren vor Ort [Auswaschung z.B. wirkt an anderer Stelle])

- Flächenverbrauch
- Bewirtschaftungsform/-technik
- Zuwachs und Entnahme
- Ökologischer Landbau (QV 24)
- Schäden biotisches Produktionssystem
- Fischfang

Erweiterung durch Kontext

- Störung der Anlage
- Bodenzustand
- Zustand (Produktions-) System
- Kohlenstoffsenken
- Erntemaßnahmen
- Erschließung
- Pflanzung/ Saat
- Nährstoff-/ Humussaldo
- Produktionsstandort
- Produktionsmaßnahmen
- Grundlagen des Produktionssystems
- Kulturlandschaft
- Verdichtung
- Erosion
- Zertifizierte Produktion (QV 24)
- Ausrüstung
- Bodenschutz

3. *Kodierregeln Ressourcen:*
   - Spezifische **Emissionen** die weder relevant für die menschliche Gesundheit (11) noch für den Klimawandel (4) sind, werden im Nachhaltigkeitsthema Ressourcen (3) klassifiziert. Die Einteilung richtet sich nach der Klassifizierung der Berichterstattung durch das Umweltbundesamt
     - Treibhausgase – Klimawandel
     - klassische Luftschadstoffe – Gesundheit
     - **persistente organische Stoffe – Ressourcen, Umwelt mit Querverbindung zu Gesundheit→** persistente organische Stoffe (UBA: Benzo (a) pyren, Benzo (b) fluoranthen, Indeno-1-2-3-cd-pyren, PAH, HCH, PCB, Dioxine, HCB) – (11)
     - Schwermetalle – Gesundheit mit Querverbindung zu Ressourcen, Umwelt
   - **Ausgaben für Umweltschutz** sind in der Dimension 51 klassifiziert, Querverbindung zu 31
   - Erneuerbare Energien sind nicht Teil der Ressourcendimension, sondern werden dem Klimaschutz untergeordnet
   - **Schutzgebiete** sind generell in 31. Stehen die Schutzgebiete aber explizit in Verbindung mit **Biodiversität**, dann gehören sie zu 33.

- **Abfall →** geht es um die Art des Abfalls 31, geht es um die Menge (als Hinweis auf eine effiziente Produktion) 32.
- **Boden→** sind aktive Maßnahmen zum Bodenschutz angesprochen 31, geht es um den Zustand des Bodens wird das als Faktor des Produktionssystems (34) angesehen, beeinflussbar durch die Anbaumethode etc.
- **Verbrauch von Materialien (Input/Output)** ist 32, außer die die Gesundheitsgefährdung der verwendeten Materialien steht im Vordergrund, dann 1 (11, 12 oder 13).
- **Das Produktionssystem 34** ist sowohl das biologische System (z.B. Landwirtschaftliche Produktion) als auch das technische Produktionssystem. Deshalb werden hier auch z.B. Störungsanfälligkeit und Ausfall der Anlage codiert. Ausnahme hiervon ist die monetäre Bewertung z.B. der Fehlerkosten.
- Schwierigkeiten bei der Abgrenzung zwischen 31 und 34 →
- Achtung **Zertifizierung**: Verwendung zertifizierter Rohstoffe 32 (auch von Zulieferern), Produktionssystem (z.B. Ökolandbau, zertifizierte Produktionsstätte) als solches zertifiziert 34 (beide QV 24).
- Wenn **„Emissionen“** unspezifisch sind, dann werden sie zu 11 codiert. (unspezifisch heißt: nicht explizit Klima oder Umwelt zuzuordnen). Dann wird eine Querverbindung zu Umwelt 31 hergestellt, da Emissionen häufig auch umweltrelevant sind. In gleicher Weise wird mit Ozon und Sommersmog verfahren (11, QV 31). Ebenfalls gilt diese Regelung für sonstige toxische Materialen, mit Ausnahme von Fällen die explizit „Umweltwirkung“ oder „Humantoxisch“ sind. Dann erfolgt die Zuordnung zu der explizit genannten Kategorie.
- **Ozon** wird ebenfalls nach **11** und dann quer zu **31** codiert.
- Im Fall von **Grundwasserbelastungen** ist es umgekehrt. Hier wird von einem höheren Risiko für die Umwelt ausgegangen. Nachgelagert ist es aber ebenfalls für die menschliche Gesundheit relevant (also **31, QV 11**).
- Die gleiche Regelung wie bei Grundwasserbelastung trifft auf giftige Abfälle zu (**31, QV 11**)

<u>Nachhaltigkeitsthema 4: Klimaschutz</u>

1. Definition Klimaschutz:

Klimaschutz ist eine der obersten Prioritäten heutiger Nachhaltigkeitsstrategien. Aufgrund des hohen gesellschaftlichen Stellenwertes wird dieses Nachhaltigkeitsthema in einer eigenständigen Dimension bearbeitet. Die Reduktion klimarelevanter Gase ist Hauptziel der Dimension. Energieverbrauch wird dabei getrennt von anderen Emittenten bewertet.

2. Bestandteile der Dimension Klimaschutz (Ankerbeispiele) nach Ausprägung:

Ausprägung Treibhausgase 41

- Treibhausgase (Kyoto/UBA: CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs, SF_6)
- CO2
- Transportart/-menge (QV 52=

Ausprägung Energie 42

- Energie (-intensität, QV 52)
- Strom
- Erneuerbare Energien

3. Kodierregeln Ressourcen:

- **Energie** wird in der Dimension Klimawandel klassifiziert, da die sechs betrachteten Treibhausgase vorwiegend bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. Deshalb werden erneuerbare Energien ebenfalls in der Klimadimension zusammengefasst, da sie zu einer Reduktion dieser fossilen Emissionen beitragen. (vgl. z.B. NHSTRAT S.11/12)
- Unter **Energie** wird alles subsumiert was mit Verbrauch, Nutzung etc. von Energie in Verbindung steht. Auch Energie-**Effizienz**. Andere Effizienzen werden unter Rohstoffen geprüft.
- Ausnahme **Energieproduktivität**. Sie wird wie andere Produktivitäten 52, QV 42 zugeordnet.
- Ausnahme Energieabhängigkeit (51, QV 22).
- Auch nicht unter Energie ist „Ressourcenenergie-Effizienz. Hier geht es um den metabolischen Energiegehalt der Pflanzen.
- **Verkehr und Transport** von Gütern oder Personen ist **52 mit QV 41**. Es kommt sowohl darauf an wie die Kosten z.B. durch gefahrene Kilometer beeinflusst werden, als auch darauf welche Auswirkungen durch die Transportaktivitäten des Objekts auf die Umwelt ausgeübt werden. Ausnahme: es kann ganz sicher als Wohlstandzeigender Indikator identifiziert werden, dann 22 (z.B. Mobilität).

<u>Nachhaltigkeitsthema 5: Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit</u>

1. Definition Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit:

Wirtschaftlichkeit ist ein weiteres Kernelement heutiger Nachhaltigkeitsstrategien. Ökonomische Sicherheit durch Innovation, Investitionen und verantwortungsvolles betriebswirtschaftliches Handeln sind die Grundlagen für Lebensqualität und Beschäftigung heutiger und zukünftiger Generationen.

2. Bestandteile der Dimension Wirtschaftliche Zukunftsfähigkeit (Ankerbeispiele) nach Ausprägung:

Ausprägung Zukunftsvorsorge 51

- Schulden
- Investitionen / Anlagen
- Forschung und Entwicklung
- Sparquote
- Wachstum/Umsatzwachstum
- Geplante Ausgaben
- Altenquotient Projektion

Erweiterung durch Kontext

- Versicherung
- Wartungen
- Liquidität
- Vermarktungsstrategie
- Substituierbarkeit (des Stoffes, QV 32)
- Abhängigkeit von(Roh-)Stoffen (QV 32), auch von Zulieferern
- Energieabhängigkeit (QV 22)
- Diversifizierung
- (Produktions-)Stabilität
- Innovation
- Konsumenten
- Präventionsmaßnahmen
- Demografischer Wandel
- Fehleranalyse (QV 34)
- Besitzstruktur

Ausprägung Wirtschaftlichkeit 52

- Volkseinkommen, BIP
- (Fehler-)Kosten
- Transportintensität, -zeitquote (QV 41)
- Aufwendungen
- Vermögen, Kapital
- Auslastung
- Wertschöpfung, Umsatz
- ROI, Rendite
- Produktivität
- Betriebsergebnis

Erweiterung durch Kontext

- Handel
- Steuer
- Ausschuss
- Einnahmen

3. *Kodierregeln Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit:*
   - **Kosten** sind immer in der Dimension 52 enthalten. Querverbindungen werden dann ggf. zu den jeweils anderen betroffenen Dimensionen hergestellt (z.B. Ausgaben für Umweltschutz 3, Ausgaben für Bildung 2 etc.). **Ausnahme: Forschung und Entwicklung**, denn das ist immer gleichzeitig eine Investition - also **51** - und daraus resultiert keine Querverbindung zu anderen Themen.
   - **Handel** wird als Wirtschaftlichkeitsfaktor verstanden. Ausnahme ist die Art von Handel, der in 6 definiert ist (Entwicklungsländer).
   - **Verkehr und Transport** von Gütern oder Personen ist **52 mit QV 41**. Es kommt sowohl darauf an wie die Kosten z.B. durch gefahrene Kilometer beeinflusst werden, als auch darauf welche Auswirkungen durch die Transportaktivitäten des Objekts auf die Umwelt ausgeübt werden. Ausnahme: es kann ganz sicher als Wohlstandzeigender Indikator identifiziert werden, dann 22 (z.B. Mobilität).
   - Zu **Produktivität** gehört auch **Energieproduktivität (52, QV 42)**

<u>Nachhaltigkeitsthema 6: Internationale Verantwortung</u>

1. *Definition Internationale Verantwortung:*

Die Dimension unterstreicht das gesellschaftliche Anliegen auch eine intragenerationelle Gerechtigkeit zu fördern. Wobei die Dimension dabei inhaltlich auf Handel und monetäre Unterstützung reduziert ist (vgl. NHSTRAT).

2. *Bestandteile der Dimension Internationale Verantwortung(Ankerbeispiele) nach Ausprägung:*

61 Ausprägung Internationaler Handel:
   - Einfuhren aus Entwicklungsländern

62 Ausprägung Entwicklungszusammenarbeit:
   - Entwicklungsausgaben

3. *Kodierregeln Internationale Verantwortung:*
   - Für 6 gibt es derzeit keine Querverbindungen oder sonstige Kodierregeln.

9.1.3. Schlagwortkombinationen der Kontextanalyse

Tab. 31: Schlagwortkombinationen der Kontextanalyse.

SK0001	Nachhaltigkeit	Landwirtschaft	SK0061	Sustainability	Agriculture
SK0002	Nachhaltigkeit	Forstwirtschaft	SK0062	Sustainability	Forestry
SK0003	Nachhaltigkeit	Holz	SK0063	Sustainability	Wood
SK0004	Nachhaltigkeit	Biomasse	SK0064	Sustainability	Biomass
SK0005	Nachhaltigkeit	Zucker	SK0065	Sustainability	Sugar
SK0006	Nachhaltigkeit	Rohöl	SK0066	Sustainability	Crude oil
SK0007	Nachhaltigkeit	Erdgas	SK0067	Sustainability	Petroleum gas
SK0008	Nachhaltigkeit	Chemie	SK0068	Sustainability	Chemistry
SK0009	Nachhaltigkeit	Bioraffinerie	SK0069	Sustainability	Biorefinery
SK0010	Nachhaltigkeit	Raffinerie	SK0070	Sustainability	Refinery
SK0011	Nachhaltigkeit	Holzwerkstoff	SK0071	Sustainability	Wood based material
SK0012	Nachhaltigkeit	Phenol	SK0072	Sustainability	Phenol
SK0013	Nachhaltigkeit	Lignin	SK0073	Sustainability	Lignin
SK0014	Nachhaltigkeit	Plattformchemikalien	SK0074	Sustainability	Chemicals
SK0015	Nachhaltigkeit	1,3 PDO	SK0075	Sustainability	1,3 PDO
SK0016	Nachhaltigkeitsbewertung	Landwirtschaft	SK0076	Sustainability assessment	Agriculture
SK0017	Nachhaltigkeitsbewertung	Forstwirtschaft	SK0077	Sustainability assessment	Forestry
SK0018	Nachhaltigkeitsbewertung	Holz	SK0078	Sustainability assessment	Wood
SK0019	Nachhaltigkeitsbewertung	Biomasse	SK0079	Sustainability assessment	Biomass
SK0020	Nachhaltigkeitsbewertung	Zucker	SK0080	Sustainability assessment	Sugar
SK0021	Nachhaltigkeitsbewertung	Rohöl	SK0081	Sustainability assessment	Crude oil
SK0022	Nachhaltigkeitsbewertung	Erdgas	SK0082	Sustainability assessment	Petroleum gas
SK0023	Nachhaltigkeitsbewertung	Chemie	SK0083	Sustainability assessment	Chemistry
SK0024	Nachhaltigkeitsbewertung	Bioraffinerie	SK0084	Sustainability assessment	Biorefinery
SK0025	Nachhaltigkeitsbewertung	Raffinerie	SK0085	Sustainability assessment	Refinery
SK0026	Nachhaltigkeitsbewertung	Holzwerkstoff	SK0086	Sustainability assessment	Wood based material
SK0027	Nachhaltigkeitsbewertung	Phenol	SK0087	Sustainability assessment	Phenol
SK0028	Nachhaltigkeitsbewertung	Lignin	SK0088	Sustainability assessment	Lignin
SK0029	Nachhaltigkeitsbewertung	Plattformchemikalien	SK0089	Sustainability assessment	Chemicals
SK0030	Nachhaltigkeitsbewertung	1,3 PDO	SK0090	Sustainability assessment	1,3 PDO
SK0031	Nachhaltigkeitsindikatoren	Landwirtschaft	SK0091	Sustainability criteria	Agriculture
SK0032	Nachhaltigkeitsindikatoren	Forstwirtschaft	SK0092	Sustainability criteria	Forestry
SK0033	Nachhaltigkeitsindikatoren	Holz	SK0093	Sustainability criteria	Wood
SK0034	Nachhaltigkeitsindikatoren	Biomasse	SK0094	Sustainability criteria	Biomass
SK0035	Nachhaltigkeitsindikatoren	Zucker	SK0095	Sustainability criteria	Sugar
SK0036	Nachhaltigkeitsindikatoren	Rohöl	SK0096	Sustainability criteria	Crude oil
SK0037	Nachhaltigkeitsindikatoren	Erdgas	SK0097	Sustainability criteria	Petroleum gas
SK0038	Nachhaltigkeitsindikatoren	Chemie	SK0098	Sustainability criteria	Chemistry
SK0039	Nachhaltigkeitsindikatoren	Bioraffinerie	SK0099	Sustainability criteria	Biorefinery
SK0040	Nachhaltigkeitsindikatoren	Raffinerie	SK0100	Sustainability criteria	Refinery
SK0041	Nachhaltigkeitsindikatoren	Holzwerkstoff	SK0101	Sustainability criteria	Wood based material
SK0042	Nachhaltigkeitsindikatoren	Phenol	SK0102	Sustainability criteria	Phenol
SK0043	Nachhaltigkeitsindikatoren	Lignin	SK0103	Sustainability criteria	Lignin
SK0044	Nachhaltigkeitsindikatoren	Plattformchemikalien	SK0104	Sustainability criteria	Chemicals
SK0045	Nachhaltigkeitsindikatoren	1,3 PDO	SK0105	Sustainability criteria	1,3 PDO
SK0046	Nachhaltigkeitskriterien	Landwirtschaft	SK0106	Sustainability indicators	Agriculture
SK0047	Nachhaltigkeitskriterien	Forstwirtschaft	SK0107	Sustainability indicators	Forestry
SK0048	Nachhaltigkeitskriterien	Holz	SK0108	Sustainability indicators	Wood
SK0049	Nachhaltigkeitskriterien	Biomasse	SK0109	Sustainability indicators	Biomass
SK0050	Nachhaltigkeitskriterien	Zucker	SK0110	Sustainability indicators	Sugar
SK0051	Nachhaltigkeitskriterien	Rohöl	SK0111	Sustainability indicators	Crude oil
SK0052	Nachhaltigkeitskriterien	Erdgas	SK0112	Sustainability indicators	Petroleum gas
SK0053	Nachhaltigkeitskriterien	Chemie	SK0113	Sustainability indicators	Chemistry
SK0054	Nachhaltigkeitskriterien	Bioraffinerie	SK0114	Sustainability indicators	Biorefinery
SK0055	Nachhaltigkeitskriterien	Raffinerie	SK0115	Sustainability indicators	Refinery
SK0056	Nachhaltigkeitskriterien	Holzwerkstoff	SK0116	Sustainability indicators	Wood based material
SK0057	Nachhaltigkeitskriterien	Phenol	SK0117	Sustainability indicators	Phenol
SK0058	Nachhaltigkeitskriterien	Lignin	SK0118	Sustainability indicators	Lignin
SK0059	Nachhaltigkeitskriterien	Plattformchemikalien	SK0119	Sustainability indicators	Chemicals
SK0060	Nachhaltigkeitskriterien	1,3 PDO	SK0120	Sustainability indicators	1,3 PDO

9.2. Anhang Dokumentation der Kodierung und Indikatoren

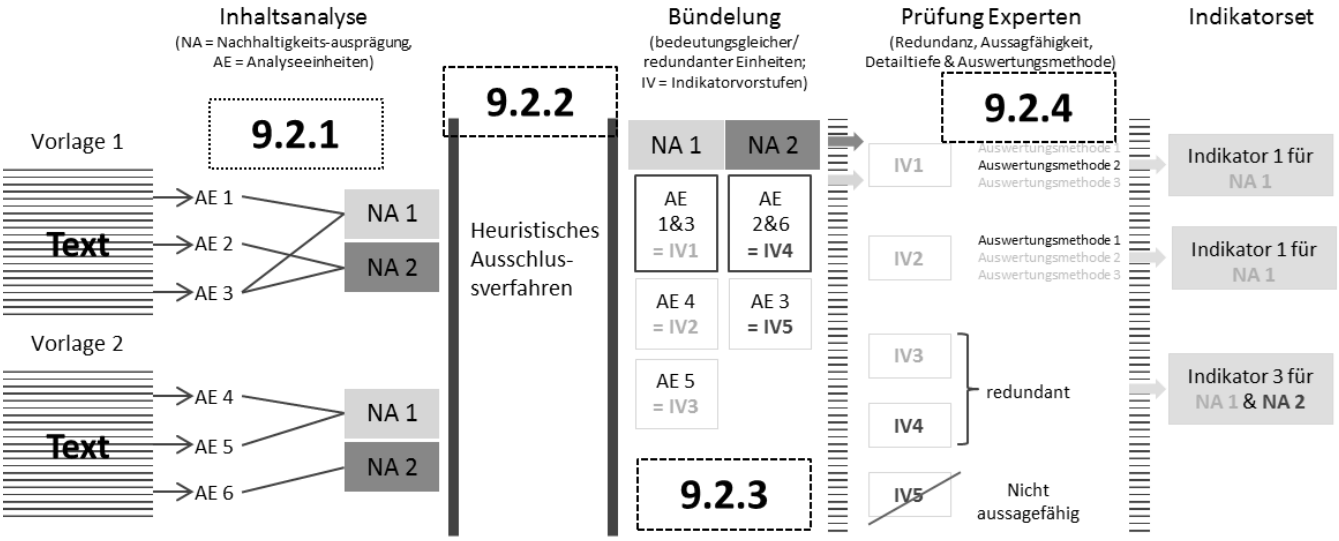
In diesem Anhang wird die Verfahrensweise mit den deskriptiven Daten von der Kodierung bis zur Festlegung der Indikatoren dokumentiert.

Zu Beginn wird die Zuordnung der Analyseeinheiten aus den Vorlagen zu den Nachhaltigkeitsausprägungen tabellarisch dargestellt (9.2.1).

Im nächsten Unterabschnitt des Anhangs werden die Ausschlüsse durch das heuristische Verfahren in der Anwednungsstudie dokumentiert (9.2.2). In der Liste werden die Ausschlüsse gelistet und begründet, die ex ante und/oder auf Prozessebene nicht aussagefähige Einheiten betrafen. Danach wird die Bündelung der Analyseeinheiten zu Indikatorvorstufen dokumentiert (9.2.3).

Abschließend werden die durch die Experten unterstützen Entscheidungen bezüglich redundanter und nicht aussagefähiger Indikatorvorstufen zusammengefasst (9.2.4).

Zur Orientierung kann folgende schematische Zusammenfassung dienen (vgl. Abb. 24, S.93):



9.2.1. Kodierung der Analyseeinheiten nach Kodierschema

Aus Platzgründen werden nur die laufenden Nummern der Analyseeinheiten angegeben (AE_). Die vollständigen AE sind in Anhang 9.1.1 dokumentiert. Die erste Spalte neben der Nummer der AE ist die Nummer der Kategorie, zu der die Analyseeinheit primär kodiert wurde. Die zweite Spalte neben der Nummer der AE gibt, insofern Vorhanden, die Nummer der Querverbindung wieder. Die Nummern der Kategorien (NA) sind wie im Codebuch Teil 2 Tab. 30 angegeben. Insgesamt wurden 1350 Analyseeinheiten 1669-mal mit Hilfe des Kodierschemas in das Kategoriensystem eingeordnet.

Tab. 32: Kategorisierung der Analyseeinheiten LCB
(Blatt 1 von 2).

Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)
AE_0246	32		AE_1335	31	24	AE_0735	42	52	AE_0800	52		AE_0171	24		AE_0421	33		AE_0808	22	51	AE_1040	24	
AE_0256	31		AE_0242	32	31	AE_0750	42		AE_0830	52		AE_0172	24		AE_0422	32	24	AE_0809	22		AE_1041	22	
AE_0572	24		AE_0297	31	32	AE_0762	42		AE_0838	52		AE_0173	24		AE_0423	34		AE_0810	22	52	AE_1042	24	
AE_0576	24		AE_1017	31	32	AE_0772	42		AE_0992	52		AE_0174	24		AE_0428	32		AE_0811	24		AE_1043	33	
AE_0663	32		AE_0330	31	52	AE_0774	42		AE_1156	52		AE_0175	24		AE_0430	32		AE_0812	24		AE_1044	33	
AE_1274	12		AE_0413	31	33	AE_0775	42		AE_1200	52		AE_0176	24		AE_0431	32		AE_0813	52	24	AE_1045	31	34
AE_0747	11		AE_0868	31		AE_1019	42	52	AE_1239	52		AE_0177	24		AE_0432	31		AE_0814	22		AE_1046	31	34
AE_0787	11		AE_0917	34	33	AE_1146	42		AE_1280	52		AE_0178	24		AE_0433	31		AE_0815	12		AE_1047	31	24
AE_1131	11		AE_1022	31	33	AE_1199	42	52	AE_1314	52		AE_0179	24		AE_0435	31		AE_0816	52	12	AE_1048	31	
AE_1148	11		AE_1227	31	33	AE_1220	42		AE_1315	52		AE_0181	51	24	AE_0436	34		AE_0817	24		AE_1051	31	
AE_1289	12	11	AE_0204	32		AE_1221	42		AE_1331	52		AE_0185	24		AE_0437	34		AE_0819	24		AE_1052	34	
AE_0818	22		AE_0238	32		AE_1235	52	42	AE_0316	22	51	AE_0186	24	21	AE_0438	34		AE_0820	24		AE_1053	34	
AE_1338	22	51	AE_0286	32		AE_1265	42		AE_0005	42		AE_0188	24		AE_0439	34		AE_0826	31	24	AE_1054	31	24
AE_0180	24		AE_0388	32		AE_1312	42		AE_0006	42		AE_0189	22		AE_0440	52		AE_0827	34		AE_1055	24	
AE_0833	24		AE_0389	32		AE_1326	42		AE_0007	34		AE_0190	24		AE_0441	34		AE_0835	24		AE_1056	31	
AE_0989	24		AE_0544	32		AE_1341	42		AE_0008	33		AE_0191	24		AE_0442	34		AE_0836	51		AE_1057	31	
AE_1108	24	52	AE_0554	32		AE_0304	12		AE_0009	51		AE_0192	24		AE_0443	51		AE_0842	24		AE_1058	31	24
AE_1275	24		AE_0597	32		AE_1171	12		AE_0010	51		AE_0193	24		AE_0444	51		AE_0843	24		AE_1059	51	
AE_1293	24		AE_0696	32		AE_1316	12		AE_0011	51		AE_0194	24		AE_0445	51		AE_0844	24		AE_1060	52	24
AE_1334	24		AE_0697	32		AE_1317	12		AE_0012	51		AE_0195	24	21	AE_0446	51		AE_0845	24		AE_1061	31	24
AE_0975	24		AE_0698	32		AE_0247	42		AE_0013	51		AE_0196	24		AE_0447	51		AE_0846	31		AE_1062	31	
AE_0976	24		AE_0699	32		AE_0289	42		AE_0014	22	51	AE_0197	24		AE_0450	51		AE_0847	24		AE_1063	31	
AE_0977	24		AE_0754	32		AE_0290	42		AE_0015	22	51	AE_0198	24		AE_0451	51	24	AE_0848	24		AE_1064	22	34
AE_0978	52	24	AE_0766	32		AE_0427	42		AE_0016	22	51	AE_0199	32	42	AE_0453	51		AE_0849	24		AE_1065	51	24
AE_0980	34	24	AE_0781	32		AE_0553	42		AE_0017	52		AE_0200	31	24	AE_0454	51		AE_0850	24		AE_1066	34	24
AE_0982	34	24	AE_0782	32		AE_0556	42		AE_0018	52	41	AE_0201	51		AE_0455	51	24	AE_0851	24		AE_1067	31	24
AE_0983	32	24	AE_1012	32		AE_0739	42		AE_0019	52	41	AE_0205	32		AE_0457	51		AE_0852	22		AE_1068	31	24
AE_0984	32	24	AE_1186	32		AE_0773	42		AE_0020	41		AE_0207	41		AE_0458	51		AE_0853	12	24	AE_1069	31	24
AE_0985	33	24	AE_0182	32		AE_1268	42		AE_0021	41		AE_0208	12		AE_0459	51		AE_0854	24		AE_1070	31	24
AE_0987	52	24	AE_0236	32		AE_0001	52	42	AE_0022	31		AE_0209	22	51	AE_0460	51		AE_0855	24		AE_1071	51	12
AE_1332	24		AE_0298	32		AE_0426	42		AE_0023	34		AE_0210	22	51	AE_0461	24		AE_0856	24		AE_1072	31	24
AE_0456	24		AE_0424	32		AE_0821	42		AE_0024	11	31	AE_0211	21		AE_0462	24		AE_0857	52		AE_1073	31	24
AE_0863	31	51	AE_0425	32		AE_1009	42		AE_0025	11		AE_0212	21		AE_0463	24		AE_0858	51		AE_1074	31	24
AE_0865	31		AE_0558	32		AE_1270	42		AE_0026	11		AE_0213	24		AE_0464	24		AE_0859	34	32	AE_1075	31	24
AE_1172	24		AE_0661	32		AE_0305	12		AE_0027	11		AE_0214	52		AE_0465	51	34	AE_0860	51		AE_1076	31	24
AE_0636	31		AE_0691	32		AE_0532	12		AE_0028	11		AE_0215	24		AE_0466	51		AE_0861	31	34	AE_1077	31	24
AE_0637	31		AE_0692	32		AE_0612	12		AE_0029	11		AE_0216	24		AE_0469	24		AE_0864	33	31	AE_1078	34	
AE_0638	31		AE_0695	32		AE_0613	12		AE_0030	24		AE_0217	24		AE_0470	24		AE_0866	31	33	AE_1079	31	24
AE_0639	31		AE_0740	32		AE_0616	12		AE_0031	22	52	AE_0218	24		AE_0471	13		AE_0867	34		AE_1080	12	24
AE_0751	31		AE_0749	32		AE_0617	12		AE_0032	23	22	AE_0219	52		AE_0472	11		AE_0869	31		AE_1081	24	
AE_0785	31		AE_0862	34		AE_0618	12		AE_0033	23		AE_0220	52		AE_0473	11		AE_0870	31		AE_1082	31	24
AE_0790	31		AE_1310	32		AE_0839	12		AE_0034	23		AE_0221	52		AE_0474	11		AE_0871	33	24	AE_1083	24	
AE_1149	31		AE_1311	32		AE_1037	12		AE_0035	21		AE_0222	52		AE_0475	24	13	AE_0872	34		AE_1084	31	24
AE_1287	31		AE_1329	32		AE_1168	12		AE_0036	23	51	AE_0225	52		AE_0476	22		AE_0873	24		AE_1085	31	
AE_1296	31		AE_0995	32		AE_1288	12		AE_0037	62		AE_0226	52		AE_0477	22		AE_0874	24		AE_1086	31	
AE_0283	31	33	AE_0003	52	32	AE_1290	12		AE_0038	61		AE_0227	52		AE_0478	52		AE_0875	51	24	AE_1087	31	
AE_0331	31	52	AE_0183	32		AE_0309	13		AE_0039	52		AE_0228	32	24	AE_0479	22		AE_0876	24		AE_1088	24	
AE_0640	31		AE_0202	32		AE_0310	13		AE_0040	51		AE_0230	51		AE_0480	22		AE_0877	24		AE_1089	12	24
AE_0641	31		AE_0429	32		AE_0311	13		AE_0041	21		AE_0231	51		AE_0481	22		AE_0878	24		AE_1090	12	
AE_0650	31		AE_0659	32		AE_0537	22		AE_0042	52		AE_0232	51		AE_0482	22		AE_0879	24		AE_1091	12	24
AE_0651	31		AE_0675	32		AE_0586	34		AE_0043	51		AE_0233	52		AE_0483	22	51	AE_0880	24		AE_1092	12	24
AE_0752	31		AE_0676	32		AE_0587	22		AE_0044	51		AE_0235	52		AE_0484	22	51	AE_0881	24		AE_1093	12	24
AE_0765	31		AE_0679	32		AE_0769	22		AE_0045	51		AE_0245	34		AE_0485	22	51	AE_0882	31	24	AE_1094	12	24
AE_0793	31		AE_0680	32		AE_1122	22		AE_0046	42	52	AE_0250	52		AE_0486	24		AE_0883	31	24	AE_1095	12	
AE_1020	31		AE_0681	32		AE_1192	22		AE_0047	51		AE_0251	51	31	AE_0487	24		AE_0884	31	24	AE_1096	12	
AE_1026	31		AE_0686	32		AE_1276	22		AE_0049	22	52	AE_0252	52	31	AE_0488	24		AE_0885	24		AE_1097	12	
AE_1302	31		AE_0687	32		AE_1336	22		AE_0050	22	21	AE_0253	52		AE_0489	24	22	AE_0886	24		AE_1098	12	
AE_1308	31		AE_0690	52	32	AE_1337	22		AE_0051	22	23	AE_0254	11		AE_0490	24		AE_0887	34	31	AE_1099	12	24
AE_0255	31		AE_0738	32		AE_0187	22		AE_0052	22		AE_0258	22	51	AE_0491	24		AE_0888	33		AE_1100	12	24
AE_0545	31		AE_0741	42	32	AE_0257	22		AE_0053	22	21	AE_0259	12		AE_0492	24		AE_0890	34		AE_1101	24	
AE_0627	31		AE_0776	32		AE_0540	22		AE_0054	22	23	AE_0260	12		AE_0493	24		AE_0891	34		AE_1102	21	
AE_0629	31		AE_0777	32		AE_0768	22		AE_0057	32		AE_0261	24		AE_0494	24		AE_0892	31		AE_1103	21	24
AE_0689	31		AE_0795	32		AE_0834	22		AE_0058	32		AE_0262	22		AE_0495	24		AE_0893	24		AE_1104	24	
AE_0840	31		AE_0822	32		AE_1001	22		AE_0059	32	31	AE_0263	24		AE_0496	24		AE_0894	34		AE_1105	24	
AE_0944	31		AE_0837	32		AE_1135	22		AE_0060	11	31	AE_0264	21		AE_0497	24		AE_0895	24		AE_1106	24	
AE_1015	31		AE_0841	32		AE_1319	22		AE_0061	11	31	AE_0265	23		AE_0498	21	24	AE_0896	34		AE_1107	24	
AE_1281	31		AE_0998	32		AE_1333	22		AE_0062	11	31	AE_0266	22	51	AE_0499	21		AE_0897	34		AE_1109	24	
AE_1327	31		AE_1152	32		AE_0760	22		AE_0063	11	31	AE_0267	22	51	AE_0500	21		AE_0898	34	31	AE_1110	24	
AE_0056	32	31	AE_1154	32		AE_0577	24		AE_0064	42		AE_0268	24		AE_0501	21		AE_0899	31		AE_1111	24	
AE_0239	31		AE_1174	32		AE_0579	34		AE_0065	42		AE_0269	24		AE_0502	21		AE_0900	31		AE_1112	22	24
AE_0248	32		AE_1325	32		AE_0582	24		AE_0066	32	22	AE_0270	12		AE_0503	21		AE_0901	31		AE_1113	24	
AE_0249	32		AE_1344	34	52	AE_0939	24		AE_0067	22		AE_0271	24		AE_0504	23		AE_0902	34		AE_1114	24	
AE_0293	31		AE_0467	51	32	AE_0055	52		AE_0068	34	24	AE_0272	24		AE_0505	23		AE_0903	34		AE_1115	24	
AE_0434	31		AE_0468	51	32	AE_0234	52		AE_0069	34	24	AE_0273	12		AE_0506	23		AE_0904	34		AE_1116	24	
AE_0623	31		AE_0823	32		AE_1198	52		AE_0070	34	24	AE_0279	33	31	AE_0507	23		AE_0905	34		AE_1117	24	
AE_0625	31		AE_1179	51	32	AE_1237	52		AE_0071	34		AE_0280	31	33	AE_0508	23		AE_0906	34		AE_1118	22	24
AE_0628	31		AE_1323	32	51	AE_0342	52		AE_0072	34		AE_0282	34		AE_0509	12		AE_0907	52		AE_1119	24	
AE_0660	31		AE_0824	32		AE_0737	32		AE_0073	22		AE_0285	33	34	AE_0510	12		AE_0908	51		AE_1120	24	
AE_0662	32		AE_0652	32		AE_0284	33	34	AE_0074	22		AE_0287	34		AE_0511	12		AE_0909	34		AE_1121	24	
AE_0670	31		AE_0653	32		AE_0328	34	52	AE_0075	22	23	AE_0288	34		AE_0512	12		AE_0910	34		AE_1123	24	
AE_0671	31		AE_0654	32		AE_0329	34	52	AE_0076	22	23	AE_0300	22		AE_0513	12		AE_0911	34		AE_1124	24	
AE_0672	31		AE_0655	32		AE_0889	34		AE_0077	22	23	AE_0301	22	51	AE_0514	24	12	AE_0912	34		AE_1125	34	24
AE_0673	31		AE_0656	32		AE_0918	34		AE_0078	22	23	AE_0302	24		AE_0515	12		AE_0913	33	34	AE_1126	34	24
AE_0683	31		AE_0657	32		AE_0919	34		AE_0079	22	23	AE_0303	22		AE_0516	12	24	AE_0914	33		AE_1127	34	24
AE_0685	31		AE_0658	32		AE_0920	34		AE_0080	22	23	AE_0306	24		AE_0517	12	24	AE_0915	34		AE_1128	12	

Fortsetzung von Tab. 33 (Blatt 2 von 2).

Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)	Lfd.Nr. AE	NA	NA (2)
AE_0736	42	31	AE_0742	32		AE_1204	34		AE_0081	22		AE_0307	13		AE_0518	12	24	AE_0916	34		AE_1129	12	
AE_1178	31		AE_0743	32		AE_0048	51		AE_0082	22		AE_0308	13		AE_0519	12	24	AE_0921	33	31	AE_1130	12	
AE_1267	31		AE_0744	32		AE_0326	51		AE_0083	21		AE_0312	22		AE_0520	12		AE_0922	33	31	AE_1132	22	
AE_1322	51	32	AE_0745	32		AE_0568	51		AE_0084	22		AE_0313	22		AE_0521	11		AE_0923	34		AE_1133	22	52
AE_0642	31		AE_0746	32		AE_0997	51		AE_0085	22		AE_0314	21		AE_0522	12		AE_0924	31		AE_1134	24	
AE_0643	31		AE_1342	32		AE_1142	51		AE_0086	22		AE_0315	23		AE_0523	12		AE_0925	31		AE_1136	24	
AE_0281	31	33	AE_1343	32	42	AE_1181	51		AE_0087	21		AE_0317	22		AE_0524	52	12	AE_0926	34		AE_1137	21	
AE_0299	31		AE_0610	11		AE_1260	51		AE_0088	22	51	AE_0318	24		AE_0525	11		AE_0927	34	31	AE_1138	23	
AE_0646	31		AE_1169	11		AE_1345	51		AE_0089	22		AE_0319	23		AE_0526	12		AE_0928	31		AE_1139	24	
AE_0647	31		AE_1177	11		AE_1349	51		AE_0090	22	51	AE_0320	61		AE_0527	52	24	AE_0929	24		AE_1140	52	23
AE_0648	31		AE_0278	33		AE_0448	51		AE_0091	22	51	AE_0321	61		AE_0528	22		AE_0930	11	24	AE_1141	22	
AE_0649	31		AE_0758	33		AE_0449	51		AE_0092	22	51	AE_0322	24		AE_0533	22		AE_0931	24		AE_1144	51	
AE_0756	31		AE_0589	33		AE_0452	51		AE_0093	22	51	AE_0323	62		AE_0534	24		AE_0932	34	24	AE_1145	62	
AE_0792	31		AE_0274	34		AE_0541	51		AE_0094	22	51	AE_0324	22	51	AE_0535	22		AE_0933	12	24	AE_1176	11	
AE_1153	31		AE_0275	34		AE_1008	51		AE_0095	23	22	AE_0325	22		AE_0536	52	22	AE_0934	31		AE_1183	34	
AE_1306	31		AE_0276	34		AE_1262	51		AE_0096	11		AE_0327	51		AE_0538	24		AE_0935	22	51	AE_1184	34	
AE_1307	31		AE_0277	34		AE_1321	51		AE_0097	11		AE_0343	24		AE_0539	52		AE_0936	24		AE_1187	31	
AE_0624	11		AE_0546	34		AE_1324	51		AE_0098	23	51	AE_0344	24		AE_0542	34		AE_0937	24		AE_1188	33	
AE_1301	11		AE_0755	34		AE_1339	51		AE_0099	22		AE_0345	24		AE_0547	31	52	AE_0938	11		AE_1190	34	24
AE_1305	11		AE_0757	34		AE_1347	51		AE_0100	23	22	AE_0346	24		AE_0548	52	21	AE_0940	34		AE_1191	22	52
AE_1318	11	12	AE_1024	34		AE_0337	51		AE_0101	51		AE_0347	24		AE_0549	22		AE_0941	34		AE_1193	22	
AE_0644	31		AE_1025	34		AE_0700	52		AE_0102	22		AE_0348	24		AE_0550	34		AE_0942	34		AE_1194	21	
AE_0645	31		AE_1049	34		AE_0701	52		AE_0103	51		AE_0349	24		AE_0551	34		AE_0943	34		AE_1195	22	42
AE_0791	31		AE_1050	34		AE_1031	51		AE_0104	51		AE_0350	24		AE_0552	33		AE_0945	34		AE_1196	11	
AE_0294	11	31	AE_1211	34		AE_1143	51		AE_0105	51		AE_0351	24		AE_0560	31	11	AE_0946	34		AE_1197	12	
AE_0384	11	31	AE_1213	34		AE_1279	52		AE_0106	52		AE_0352	24		AE_0562	31		AE_0947	34		AE_1201	51	42
AE_0632	11	31	AE_1263	34		AE_0332	52		AE_0107	11		AE_0353	24		AE_0564	12		AE_0948	34		AE_1202	22	51
AE_0633	11	31	AE_0557	34		AE_0333	52		AE_0108	11		AE_0354	24		AE_0565	51		AE_0949	34		AE_1203	51	
AE_0788	11	31	AE_0561	34		AE_0334	51		AE_0109	11		AE_0355	24		AE_0566	51	24	AE_0950	34		AE_1205	51	
AE_1151	11	31	AE_0761	34		AE_0335	51		AE_0110	11		AE_0356	24		AE_0567	22	51	AE_0951	34		AE_1208	31	
AE_1283	11	31	AE_0783	34		AE_0336	52		AE_0111	11		AE_0357	24		AE_0570	52		AE_0952	24		AE_1209	31	
AE_1295	11	31	AE_1155	34		AE_0338	52		AE_0112	11		AE_0358	24		AE_0573	22		AE_0953	33		AE_1210	34	
AE_0295	11	31	AE_1189	34		AE_0394	52		AE_0113	11		AE_0359	24		AE_0574	22		AE_0954	34		AE_1214	34	
AE_0634	11	31	AE_1212	34		AE_0575	52		AE_0115	11		AE_0360	24		AE_0578	24		AE_0955	34	33	AE_1218	34	
AE_0635	11	31	AE_1228	34		AE_0704	52		AE_0116	11	31	AE_0361	24		AE_0580	31		AE_0956	33		AE_1219	34	
AE_0789	11	31	AE_1264	34		AE_0715	52		AE_0117	11		AE_0362	24		AE_0581	23		AE_0957	33	31	AE_1222	32	
AE_1150	11	31	AE_1313	34		AE_0716	52		AE_0118	12		AE_0363	24		AE_0588	33	24	AE_0958	33		AE_1223	33	
AE_1286	11	31	AE_0584	34		AE_0717	52		AE_0120	42		AE_0364	24		AE_0590	33		AE_0959	34	33	AE_1224	33	
AE_1297	11	31	AE_0585	34		AE_0718	52		AE_0121	41		AE_0365	24		AE_0591	33		AE_0960	33		AE_1225	33	31
AE_1298	11	31	AE_0620	51	34	AE_0719	52		AE_0122	42		AE_0366	24		AE_0592	33		AE_0961	33	31	AE_1226	33	
AE_0114	11	31	AE_0563	34		AE_0720	52		AE_0123	51	22	AE_0367	24		AE_0593	31	24	AE_0962	31		AE_1229	32	
AE_0241	31	11	AE_0981	34	24	AE_0724	52		AE_0124	42		AE_0368	24		AE_0594	34		AE_0963	31		AE_1230	31	
AE_0296	31	11	AE_0004	41		AE_0725	52		AE_0125	42		AE_0369	24		AE_0595	34		AE_0964	51		AE_1231	34	
AE_0397	31	11	AE_0119	41		AE_0726	52		AE_0127	42		AE_0370	24		AE_0596	31	24	AE_0965	52		AE_1233	52	
AE_0621	11	31	AE_0135	41		AE_0727	52		AE_0128	42	52	AE_0371	24		AE_0598	32		AE_0966	52		AE_1234	52	
AE_0622	11	31	AE_0184	41		AE_0728	52		AE_0129	42		AE_0372	24		AE_0599	11	24	AE_0967	52	31	AE_1238	51	
AE_1284	31	11	AE_0206	41		AE_0729	52		AE_0130	52	41	AE_0373	24		AE_0601	34		AE_0968	22		AE_1240	52	
AE_1285	31	11	AE_0292	41		AE_0730	52		AE_0131	52	41	AE_0374	24		AE_0602	22		AE_0969	12		AE_1241	52	
AE_1299	11	31	AE_0379	41		AE_0829	52		AE_0132	52	41	AE_0375	24		AE_0603	24		AE_0970	32	51	AE_1242	22	
AE_1300	11	31	AE_0380	41		AE_0831	52	22	AE_0133	22		AE_0376	34	24	AE_0604	24		AE_0971	52		AE_1243	22	
AE_1303	11	31	AE_0382	41		AE_0993	52		AE_0134	42		AE_0377	34	24	AE_0605	24		AE_0972	42		AE_1244	22	23
AE_1304	11	31	AE_0543	41		AE_1157	52		AE_0136	11		AE_0378	52	24	AE_0606	22		AE_0973	11		AE_1245	22	23
AE_0137	11	31	AE_0630	41		AE_1158	52		AE_0139	41		AE_0381	41		AE_0607	24		AE_0974	24		AE_1246	11	31
AE_0240	11	31	AE_0631	41		AE_1159	52	51	AE_0140	22		AE_0385	11	31	AE_0614	12		AE_0979	24		AE_1247	31	11
AE_0291	11	31	AE_0753	41		AE_1160	52		AE_0141	33		AE_0386	11	31	AE_0615	12		AE_0986	31	24	AE_1248	11	
AE_0383	11	31	AE_0763	41		AE_1161	52		AE_0142	34		AE_0387	11	31	AE_0619	12		AE_0988	22	24	AE_1249	11	22
AE_0529	11	31	AE_0786	41		AE_1162	52		AE_0143	33		AE_0390	32	24	AE_0664	32		AE_0990	51	24	AE_1250	23	
AE_0559	11	31	AE_1010	41	34	AE_1163	52		AE_0144	32		AE_0391	51	32	AE_0666	31	11	AE_0991	24		AE_1251	31	
AE_0600	11	34	AE_1018	41		AE_1164	51		AE_0145	11		AE_0392	34		AE_0667	31	11	AE_0994	52		AE_1252	31	
AE_0626	31		AE_1147	41		AE_1165	52		AE_0146	31		AE_0393	11	32	AE_0668	32		AE_0996	51		AE_1253	34	
AE_0731	52	11	AE_1173	41		AE_1166	52		AE_0147	34		AE_0395	31		AE_0669	32		AE_0999	52		AE_1254	34	
AE_0732	52	11	AE_1182	41		AE_1236	52		AE_0148	34		AE_0396	31	11	AE_0674	32		AE_1000	51		AE_1255	52	
AE_0764	11	31	AE_1215	41		AE_0223	52		AE_0149	34		AE_0398	31	11	AE_0677	32		AE_1002	21	22	AE_1256	52	
AE_0770	11	31	AE_1216	41		AE_0224	52		AE_0150	34		AE_0399	31	11	AE_0678	32		AE_1003	12		AE_1257	52	
AE_0771	11	31	AE_1217	41		AE_0229	51		AE_0151	62		AE_0400	34		AE_0682	52		AE_1004	22	51	AE_1258	24	
AE_1185	11	31	AE_1232	41		AE_0339	52		AE_0152	61		AE_0401	34		AE_0684	32		AE_1005	34	24	AE_1259	51	
AE_1207	11	31	AE_1282	41		AE_0340	52		AE_0153	61		AE_0402	34		AE_0688	32		AE_1006	24		AE_1261	51	
AE_1266	11	31	AE_1294	41		AE_0341	52		AE_0154	61		AE_0403	34		AE_0693	32		AE_1007	11	31	AE_1269	52	
AE_0243	11	31	AE_0583	41		AE_0569	52		AE_0155	62		AE_0404	34		AE_0694	32		AE_1013	34		AE_1271	22	
AE_0244	11	31	AE_0825	41		AE_0571	52		AE_0156	62		AE_0405	31		AE_0712	52		AE_1014	34		AE_1272	23	
AE_0608	11	31	AE_0832	52	41	AE_0702	51		AE_0157	62		AE_0406	34		AE_0713	52		AE_1016	33		AE_1273	21	
AE_0609	11	31	AE_0555	41		AE_0703	51		AE_0158	62		AE_0407	34		AE_0714	52		AE_1021	33		AE_1277	22	
AE_0611	11	31	AE_0828	52	41	AE_0705	52		AE_0159	62		AE_0408	33		AE_0748	24		AE_1023	34		AE_1278	34	
AE_0780	11	31	AE_1011	41	52	AE_0706	52		AE_0160	62		AE_0409	31		AE_0759	51		AE_1027	52		AE_1291	34	24
AE_1167	11	31	AE_1328	41	52	AE_0707	51		AE_0161	62		AE_0410	33		AE_0778	32		AE_1028	52		AE_1292	12	24
AE_0530	11	31	AE_0126	41		AE_0708	52		AE_0162	41		AE_0411	33	31	AE_0779	32		AE_1029	51		AE_1309	31	
AE_0665	31	11	AE_0002	42		AE_0709	52		AE_0163	62		AE_0412	33	34	AE_0784	34		AE_1030	51		AE_1320	12	
AE_0794	31	11	AE_0203	42		AE_0710	52		AE_0164	62		AE_0414	33		AE_0801	52		AE_1032	51		AE_1330	52	34
AE_1170	31	11	AE_0237	42		AE_0711	52		AE_0165	24		AE_0415	33	34	AE_0802	51		AE_1033	22		AE_1340	24	
AE_1206	11	31	AE_0721	52	42	AE_0767	52		AE_0166	24		AE_0416	34		AE_0803	51		AE_1034	12	24	AE_1346	51	
AE_1175	11	31	AE_0722	52	42	AE_0796	52		AE_0167	24		AE_0417	33		AE_0804	24		AE_1035	24		AE_1348	51	
AE_0138	11		AE_0723	52	42	AE_0797	52		AE_0168	24		AE_0418	32	24	AE_0805	22		AE_1036	22		AE_1350	51	
AE_0531	12	31	AE_0733	42		AE_0798	52		AE_0169	24		AE_0419	32		AE_0806	22	51	AE_1038	24				
AE_1180	51	32	AE_0734	42	52	AE_0799	52		AE_0170	52		AE_0420	33		AE_0807	22		AE_1039	24				

9.2.2. Ausschluss durch Heuristik

Die Heuristik wurde für die Untersuchungsvariablen (UV) 1 Bewertungsebene (5.4.2.1) und 2 Zeitfaktor (5.4.2.2) eingesetzt. Von den 1350 in das Kategoriensystem eingeordneten AE verbleiben zunächst 505 Einheiten in der Sammlung. 845 Einheiten wurden durch das heuristische Ausschlussverfahren gestrichen, da sie in der Bewertungssituation der Anwendungsstudie nicht aussagefähig waren (ex ante und Prozessebene). Folgend werden nur die ausgeschlossenen AE und die Begründung für den jeweiligen Ausschluss gelistet. Es werden die Nummern der AE angegeben. Die vollständigen AE sind im Anhang 9.1.1.

Die Zahlen und Buchstaben in der Spalte *Begründung* beziehen sich im Fall der UV Bewertungsebene auf die Heuristiken H1-H8 in Tab. 14 und auf die Begründungen a)-d) in Kapitel 5.4.2.2.

Die Spalten UV 1 und UV 2 haben den Wert 1 wenn die Analyseeinheit für die Ausprägung Prozessebene bzw. ex ante aussagefähig ist und 0 wenn dem nicht so ist.

Tab. 33: Begründung der heuristischen Ausschlüsse LCB
(Blatt 1 von 4).

Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2	Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2	Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2
AE_0246	1		0	d	AE_0353	1	2 erw.	0	a, d	AE_0885	1	2	0	a, b, c, d,
AE_0256	1		0	d	AE_0354	1	2 erw.	0	a, d	AE_0886	1	2	0	a, b, c, d,
AE_0572	0	8	0	a-d	AE_0355	1	2 erw.	0	a, d	AE_0887	0	5	1	
AE_0576	0	8	0	a-d	AE_0356	1	2 erw.	0	a, d	AE_0888	0	8	1	
AE_0663	1		0	d	AE_0357	1	2 erw.	0	a, d	AE_0890	1	2	0	d
AE_1274	1		0	d	AE_0358	1	2 erw.	0	a, d	AE_0891	1	2	0	d
AE_0456	1	2	0	d	AE_0359	1	2 erw.	0	a, d	AE_0892	0	1, 5 (Betrieb)	1	
AE_1172	1		0		AE_0360	1	2 erw.	0	a, d	AE_0893	1	3	0	
AE_0995	1		0	d	AE_0361	1	2 erw.	0	a, d	AE_0894	0	8, 6	0	d
AE_0589	0	8	1		AE_0362	1	2 erw.	0	a, d	AE_0895	0	5 erw. 1	0	d
AE_0563	1	2	0	d	AE_0363	1	2 erw.	0	a, d	AE_0896	0	8, 6	1	
AE_0126	0	1	1		AE_0364	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0897	0	8, 6	1	
AE_0760	0	5	1		AE_0365	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0898	1	2 erw., 6, 8	0	d
AE_0316	1		0	d	AE_0366	0	8	0	d	AE_0899	1	2	0	d
AE_0005	0	8	1		AE_0367	0	8	0	d	AE_0900	1	2	0	d
AE_0006	0	8	1		AE_0368	0	8	0	d	AE_0901	1	2	0	d
AE_0007	0	1	1		AE_0369	1	2 erw.	0	a, d	AE_0902	1	2	0	d
AE_0008	0	1	0	d	AE_0370	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0903	0	8, 6	0	d
AE_0009	0	1	1		AE_0371	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0904	0	5	0	d
AE_0010	0	1	0	c, d	AE_0372	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0905	1	2	0	d
AE_0011	0	1	0	c, d	AE_0373	1	3	0	a, d	AE_0906	1	2	0	d
AE_0012	0	8	1		AE_0374	1	3	0	a, d	AE_0907	0	5, 6	1	
AE_0013	0	1	0	b	AE_0375	1	2 erw.	0	a, d	AE_0908	0	5, 6	1	
AE_0014	0	1	0	d	AE_0376	1	2 erw.	0	d	AE_0909	1	2	0	d
AE_0015	0	1	0	d	AE_0377	1	2 erw.	0	d	AE_0910	0	5	1	
AE_0016	0	1	0	d	AE_0378	0	2, 3, 8	1		AE_0911	0	5	1	
AE_0017	0	1	0	c, d	AE_0381	1		0	d	AE_0912	0	5	1	
AE_0018	0	1, erw. aber 8	1		AE_0385	0	2, 3, 5	0	d	AE_0913	0	8	1	
AE_0019	0	1, erw. aber 8	1		AE_0386	1		0	d	AE_0914	0	5	1	
AE_0020	0	8	1		AE_0387	1		0	d	AE_0915	0	5	1	
AE_0021	0	8	1		AE_0390	0	8	0	d	AE_0916	0	5	1	
AE_0022	0	8	1		AE_0391	1	2	0	d	AE_0921	1	2	0	d
AE_0023	0	1	0	d	AE_0392	0	8	0	d	AE_0922	0	8, 6, 5	1	
AE_0024	0	1 (geogr.)	1		AE_0393	0	1	1		AE_0923	0	8, 6	0	d
AE_0025	0	1	0	b, c, d	AE_0395	1	2 erw.	0	d	AE_0924	0	1, 5	1	
AE_0026	0	1	0	b, c, d	AE_0396	0	5	1		AE_0925	0	1, 5	1	
AE_0027	0	1	0	b, c, d	AE_0398	0	5	0	d	AE_0926	0	5	1	
AE_0028	0	1	0	b, c, d	AE_0399	0	5	0	d	AE_0927	1	2	0	d
AE_0029	0	1	0	b, c, d	AE_0400	0	1 erw.	0	d	AE_0928	0	1, 5	1	
AE_0030	0	1	0	d	AE_0401	0	8	0	d	AE_0929	0	5 erw.	0	d
AE_0031	0	1	1		AE_0402	1		0	d	AE_0930	0	5	1	
AE_0032	0	1	1		AE_0403	0	8	0	d	AE_0931	0	2, 3, 8	0	d
AE_0033	0	8	1		AE_0404	0	8	0	d	AE_0932	0	5, erw., 8	1	
AE_0034	0	8	1		AE_0405	0	8	0	d	AE_0933	1	2	0	a, d
AE_0035	0	8	0	a	AE_0406	0	8	0	d	AE_0934	0	1 und 5	1	
AE_0036	0	1	0	d	AE_0407	0	8	0	d	AE_0935	0	5 & erw.1	0	d
AE_0037	0	1	0	d	AE_0408	1	3	0	d	AE_0936	0	2, 8	1	
AE_0038	0	1	0	d	AE_0409	0	8	0	d	AE_0937	0	5 erw.	0	d
AE_0039	0	1	0	c, d	AE_0410	0	8, 6	0	d	AE_0938	0	1, 5	1	
AE_0040	0	1	0	c, d	AE_0411	0	8, 6	0	d	AE_0940	0	8, 6	1	
AE_0041	0	1	1		AE_0412	1		0	d	AE_0941	0	8, 6	1	
AE_0042	0	1	0	c, d	AE_0414	0	8, 6	0	d	AE_0942	0	8, 6	1	
AE_0043	0	1	0	c, d	AE_0415	1	6	0	d	AE_0943	0	8, 6	1	
AE_0044	1	0	0	d	AE_0416	0	8	0	d	AE_0945	0	8, 6	0	d
AE_0045	0	8	1		AE_0417	0	8, 6	0	d	AE_0946	0	8, 6	0	d
AE_0046	0	1	1		AE_0418	0	8	0	d	AE_0947	0	8, 6	0	d
AE_0047	0	1	0	c, d	AE_0419	1		0	d	AE_0948	0	8, 6	0	d
AE_0049	0	1	1		AE_0420	0	8, 6	0	d	AE_0949	0	8, 6	1	
AE_0050	0	1 erw., 7	0	b	AE_0421	0	8	0		AE_0950	0	8, 6	1	
AE_0051	0	1	1		AE_0422	0	8	0	d	AE_0951	0	8, 6	1	
AE_0052	0	1	1		AE_0423	0	1, (5)	0	d	AE_0952	0	1, 5, 6, 8	0	a, d
AE_0053	0	1 erw., 7	0	b	AE_0428	1		0	d	AE_0953	0	8, 6	0	
AE_0054	0	1	0	b	AE_0430	1		0	d	AE_0954	0	8, 6	1	d
AE_0057	0	1	1		AE_0431	0	8	0	d	AE_0955	0	6, 8	0	d
AE_0058	0	1	1		AE_0432	0	5, erw.	0	d	AE_0956	0	8, 6	0	d
AE_0059	0	1	1		AE_0433	0	5, erw.	0	d	AE_0957	0	8, 6, 5	0	d
AE_0060	0		1		AE_0435	0	1	1		AE_0958	0	8, 6	0	d
AE_0061	0		1		AE_0436	0	8	0	d	AE_0959	0	6, 8	0	d
AE_0062	0		1		AE_0437	0	8	0	d	AE_0960	0	8, 6	0	d
AE_0063	0		1		AE_0438	0	8	0	d	AE_0961	0	8, 6	0	d

Fortsetzung von Tab. 33 (Blatt 2 von 4).

Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2	Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2	Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2
AE_0064	0	1	1		AE_0439	0	8	0	d	AE_0962	0	1, 5, 6, 8	1	
AE_0065	0	1	1		AE_0440	0	5, erw. 1	0	d	AE_0963	0	1, 5, 6, 8	1	
AE_0066	0	1	1		AE_0441	0	8	0	d	AE_0964	0	1, 6, 5 erw.	0	d
AE_0067	0	1	1		AE_0442	0	8, 6	0	d	AE_0965	0	1, 6, 5 erw.	0	d
AE_0068	0	5, erw., 8	0	d	AE_0443	0	8	1		AE_0966	0	1, 6, 5 erw.	0	d
AE_0069	0	5, erw., 8	0	d	AE_0444	0	8	1	nn	AE_0967	0	5, erw. 1, 6	1	
AE_0070	0	5, erw., 8	0	d	AE_0445	0	5	0	d	AE_0968	0	1 erw.	0	d
AE_0071	0	1	0	d	AE_0446	0	3&8	0	b, d	AE_0969	0	7	0	d
AE_0072	0	1, erw. 5	0	d	AE_0447	0	8	1		AE_0970	0	1	0	d
AE_0073	0	1	0	c, d	AE_0450	1	3	0	b,c,d	AE_0971	0	8, 6	0	d
AE_0074	0	1	1		AE_0451	1	3	0	a, b, c, d	AE_0972	0	1 erw.	0	d
AE_0075	0	1	1		AE_0453	0	8	1		AE_0973	0	1, 5	1	
AE_0076	0	1	1		AE_0454	1	3	0	b,c,d	AE_0974	0	5 erw.	1	
AE_0077	0	1	1		AE_0455	1	3	0	a, b, c, d	AE_0979	0	5 erw.	1	
AE_0078	0	1	1		AE_0457	0	5, (1)	1		AE_0986	0	8, 6	1	
AE_0079	0	1	1		AE_0458	0	5, (1)	0	d	AE_0988	0	1	1	
AE_0080	0	1	1		AE_0459	0	5, (1)	0	b,c,d	AE_0990	0	8	1	
AE_0081	0	1	1		AE_0460	0	5, (1)	1		AE_0991	0	5 erw.	1	
AE_0082	0	1	1		AE_0461	0	2, 5, 8	0	d	AE_0994	0	8,6	0	d
AE_0083	0	1	1		AE_0462	0	2, 5, 8	0	d	AE_0996	0	8, 6	0	d
AE_0084	0	1	1		AE_0463	0	2, 5, 8	0	d	AE_0999	1		0	d
AE_0085	0	1	1		AE_0464	0	8	0	d	AE_1000	1		0	d
AE_0086	0	1	1		AE_0465	1	2	0	d	AE_1002	0	8	0	b, c, d
AE_0087	0	8	0	a	AE_0466	1		0	d	AE_1003	1		0	d
AE_0088	0	1	0	d	AE_0469	1	2 erw.	0	a, d	AE_1004	0	2, 3, 8	0	a, b, c
AE_0089	0	1	0	d	AE_0470	1	2 erw.	0	a, d	AE_1005	1		0	d
AE_0090	0	1	0	d	AE_0471	0	8	0	a-d	AE_1006	1		0	a, b, c, d
AE_0091	0	1	0	d	AE_0472	0	1,5-	0	b, c, d	AE_1007	0	6, 1, 8, 5	1	
AE_0092	0	1	0	d	AE_0473	0	1, (+Betrieb)	0	b, c, d	AE_1013	0	1	1	
AE_0093	0	1	0	d	AE_0474	0	1, (+Betrieb)	0	b, c, d	AE_1014	0	8	1	
AE_0094	0	1	0	d	AE_0475	0	5, (1)	1		AE_1016	0	8, 6	1	
AE_0095	0	1	1		AE_0476	0	8	0	a, b, c, d	AE_1021	0	8, 6	1	
AE_0096	0	1	1		AE_0477	0	8	0	a, b, c, d	AE_1023	1		0	a, d
AE_0097	0	1	1		AE_0478	0	8	1		AE_1027	0	8	1	
AE_0098	0	1	0	d	AE_0479	0	8	0	a, b, c, d	AE_1028	0	8	1	
AE_0099	0	1	1		AE_0480	1		0	a, b, c, d	AE_1029	0	5	0	d
AE_0100	0	1	1		AE_0481	1	2	0	d	AE_1030	0	5	0	d
AE_0101	0	1	1		AE_0482	0	8	0	d	AE_1032	0	5	1	
AE_0102	0	1 erw., 7	1		AE_0483	0	2, 3, 8	0	a, b, c	AE_1033	0		1	d
AE_0103	0	1	1		AE_0484	0	2, 3, 8	0	a, b, c	AE_1034	0	5	0	a, d
AE_0104	0	1	1		AE_0485	0	2, 3, 8	0	a, b, c	AE_1035	0	8	1	
AE_0105	0	1	1		AE_0486	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1036	0	8	0	a, b, c, d
AE_0106	0	1	1		AE_0487	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1038	0	2, 8	0	a, d
AE_0107	0	1	1		AE_0488	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1039	0	2, 8, 5	0	d, a
AE_0108	0	1	1		AE_0489	0	5 erw., 8	0	a	AE_1040	0	2, 8, 5	0	d, a
AE_0109	0	1	1		AE_0490	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1041	0	5	0	d, a
AE_0110	0	1	0	b, c, d	AE_0491	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1042	0	5	1	
AE_0111	0	1	0	b, c, d	AE_0492	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1043	0	8	1	
AE_0112	0	1	0	b, c, d	AE_0493	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1044	0	8	1	
AE_0113	0	1	0	b, c, d	AE_0494	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1045	0	8	1	
AE_0115	0	1	0	b, c, d	AE_0495	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1046	0	8	1	
AE_0116	0	1	0	d	AE_0496	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1047	0	6, 8	1	
AE_0117	0	1	0	b, c, d	AE_0497	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1048	0	5	1	
AE_0118	1	0	0	d	AE_0498	0	8, 3	0	b, c, d	AE_1051	0	5	1	
AE_0120	0	8	1		AE_0499	0	5	0	a,d	AE_1052	0	5 erw. 1	1	
AE_0121	0	7	1		AE_0500	0	5	0	a,d	AE_1053	0	5	1	
AE_0122	0	1	1		AE_0501	0	8	0	a	AE_1054	0	5	0	d
AE_0123	0	1 erw., 8	1		AE_0502	0	5	0	a,d	AE_1055	0	8	0	d
AE_0124	0	1	1		AE_0503	0	8	0	a	AE_1056	1	2	0	d
AE_0125	0	8	1		AE_0504	0	a, d	0	8	AE_1057	1	2	0	d
AE_0127	0	8	1		AE_0505	0	a, d	0	8	AE_1058	1		0	d
AE_0128	0	1	1		AE_0506	0	a, d	0	8	AE_1059	0	5	1	
AE_0129	0	1	1		AE_0507	0	a, d	0	8	AE_1060	0	5	0	d
AE_0130	0	1, erw. aber 8	1		AE_0508	0	a, d	0	8	AE_1061	0	5	0	d
AE_0131	0	1, erw. aber 8	1		AE_0509	1		0	d	AE_1062	0	5	0	d
AE_0132	0	1, erw. aber 8	1		AE_0510	1		0	d	AE_1063	1	2	0	d
AE_0133	0	1	1		AE_0511	1		0	d	AE_1064	0	2, 8	0	a
AE_0134	0	1	1		AE_0512	0	5	1		AE_1065	0	5 erw., 8	0	d
AE_0136	0	1	0	b, c, d	AE_0513	0	5	0	a	AE_1066	0	5	0	d
AE_0139	0	1	1		AE_0514	1	2	0	a	AE_1067	1	2	0	d
AE_0140	0	1	1		AE_0515	0	5	0	a	AE_1068	0	5	0	d

Fortsetzung von Tab. 33 (Blatt 3 von 4).

Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2	Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2	Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2
AE_0141	0	1	0	d	AE_0516	0	5	0	a, d	AE_1069	0	8	0	a, b c, d
AE_0142	0	1, erw. 5	0	d	AE_0517	1	5 (+Prozess)	0	a, d	AE_1070	1	2	0	a, b c, d
AE_0143	0	1	0	d	AE_0518	1	2	0	a, d	AE_1071	0	2, 5	0	a, b, c,
AE_0144	0	1	1		AE_0519	0	5	0	a, d	AE_1072	1	2	0	a, b c, d
AE_0145	0	1	0	d	AE_0520	0	5	0	a, d	AE_1073	0	8, 6, 5	1	
AE_0146	0	1	0	d	AE_0521	0	1, 5	0	d,c,b	AE_1074	1	2	0	a, b c, d
AE_0147	0	1	0	d	AE_0522	1	2	0	b	AE_1075	0	5	0	d
AE_0148	0	1, erw. 5	0	d	AE_0523	1	2	0	b	AE_1076	0	5	0	d
AE_0149	0	1, erw. 5	0	d	AE_0524	0	2, 5, (1)	0	a, b, c	AE_1077	1	2	0	a, b c, d
AE_0150	0	8, 6	0	d	AE_0525	0	8	0	a, b, c,	AE_1078	0	5	0	d
AE_0151	0	1	0	d	AE_0526	0	5	1		AE_1079	0	5	0	d
AE_0152	0	8	0	d	AE_0527	0	2, 8	1		AE_1080	0	5	0	a, d
AE_0153	0	8	0	d	AE_0528	1		0	d	AE_1081	0	5	0	d
AE_0154	0	8	0	d	AE_0533	0	2, 3, 8	1		AE_1082	0	5	0	d
AE_0155	0	1	0	d	AE_0534	0	3, 8	1		AE_1083	0	5	0	d
AE_0156	0	1	0	d	AE_0535	0	2, 3, 8	1		AE_1084	0	5	0	d
AE_0157	0	1	0	d	AE_0536	0	5	0	a,c	AE_1085	0	5	0	d
AE_0158	0	1	0	d	AE_0538	1	2	0	d	AE_1086	0	5	0	d
AE_0159	0	1	0	d	AE_0539	0	8	1		AE_1087	0	5	0	d
AE_0160	0	1	0	d	AE_0542	0	8, 6	0	d	AE_1088	1	2	0	d
AE_0161	0	1	0	d	AE_0547	1		0	d	AE_1089	0	5	0	a, d
AE_0162	0	1	1		AE_0548	0	8	0	b	AE_1090	0	5	0	a
AE_0163	0	1	0	d	AE_0549	0	2, 3, 8	1		AE_1091	1	2	0	a,b,d
AE_0164	0	1	0	d	AE_0550	0	8, 6	0	d	AE_1092	0	5	0	a, d
AE_0165	0	1	0	d	AE_0551	0	8, 6	0	d	AE_1093	0	5	0	a, d
AE_0166	0	1	0	d	AE_0552	0	8, 6	0	d	AE_1094	0	5	0	a, d
AE_0167	0	1	0	d	AE_0560	0	1	0	d	AE_1095	0	5	0	a, d
AE_0168	0	1,(5)	0	d, a	AE_0562	1		0	d	AE_1096	0	5	0	a
AE_0169	0	1	0	d, a	AE_0564	0	7	0	d	AE_1097	0	5	0	a
AE_0170	0	1	0	d	AE_0565	0	8	0	d	AE_1098	0	5	0	a
AE_0171	0	1	0	d	AE_0566	0	5, erw., 8	1		AE_1099	0	5	0	a, d
AE_0172	0	8	1		AE_0567	0	8	1		AE_1100	0	5	0	a, d
AE_0173	0	5, (1)	1		AE_0570	0	8	1		AE_1101	0	3, 8 erw. 1	0	d
AE_0174	0	5	1		AE_0573	0	2, 3, 8	1		AE_1102	0	5	0	a,d
AE_0175	0	5	0	a, d	AE_0574	0	2, 3, 8	1		AE_1103	0	8, 3	0	b, c, d
AE_0176	0	5	1		AE_0578	0	8	1		AE_1104	0	3, 8 erw. 1	0	d
AE_0177	0	5	0	a, d	AE_0580	0	8	0	d	AE_1105	0	3, 8 erw. 1	0	d
AE_0178	0	5	1		AE_0581	0	1 erw., 5	0	d	AE_1106	0	3, 8 erw. 1	0	d
AE_0179	0	5	1		AE_0588	0	8	1		AE_1107	0	3, 5	0	d
AE_0181	0	5, (1)	1		AE_0590	0	8	1		AE_1109	0	3, 5	0	d
AE_0185	0	2	0	a, d	AE_0591	0	8	1		AE_1110	0	3 erw.	0	d
AE_0186	0	2, 3, 8	0	b	AE_0592	0	8	0	d	AE_1111	0	5	0	d
AE_0188	1	0	0	b,d	AE_0593	0	8	1		AE_1112	0	2, 8, 5	0	a
AE_0189	0	8	1		AE_0594	1	2	0	a, d	AE_1113	0	5	0	d
AE_0190	0	5	0	a, d	AE_0595	1	2	0	a, d	AE_1114	0	8	1	
AE_0191	0	5	0	a, d	AE_0596	0	8	1		AE_1115	0	8	1	
AE_0192	1	2	0		AE_0598	0	8	1		AE_1116	0	5	0	d
AE_0193	0	5	0	d	AE_0599	0	8	1		AE_1117	0	5	0	d
AE_0194	1	2	0	d	AE_0601	1		0	d	AE_1118	0	2, 8	0	a
AE_0195	0	2, 3, 8	0	b	AE_0602	0	2, 3, 8	1		AE_1119	0	8	0	d
AE_0196	0	5	0	d	AE_0603	0	3, 8	0	b	AE_1120	0	5, erw. 1	0	a
AE_0197	1	2	0	d	AE_0604	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1121	1		0	d
AE_0198	1	2	0	d	AE_0605	1		0		AE_1123	1		0	
AE_0199	0	8	0	a, b, c, d	AE_0606	0	2, 3, 8	1		AE_1124	1		0	
AE_0200	1		0	d	AE_0607	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1125	1	2	0	d
AE_0201	0	8	0	d	AE_0614	0	2 ohne 4	1		AE_1126	1	2	0	d
AE_0205	1	0	0	d	AE_0615	1	2	0	d	AE_1127	0	8	0	d
AE_0207	0	8	0	a, d	AE_0619	1	2, 3, 4 (Betrieb)	0	d	AE_1128	1		0	d
AE_0208	0	7	0	d	AE_0664	1		0	d	AE_1129	1		0	d
AE_0209	0	8, 3	0	a, d	AE_0666	1		0	d	AE_1130	1		0	d
AE_0210	0	3, 5	0	d	AE_0667	1		0	d	AE_1132	0	8	1	
AE_0211	0	8	0	a	AE_0668	1		0	d	AE_1133	0	8	0	d
AE_0212	0	5	0	a,d	AE_0669	1		0	d	AE_1134	0	8	0	d
AE_0213	1	2	0	d	AE_0674	1		0	d	AE_1136	1	2	0	a, b, c, d
AE_0214	0	3,8	0	d	AE_0677	1	4	0	d	AE_1137	0	8	0	a,d
AE_0215	0	8	0	d	AE_0678	1	4	0	d	AE_1138	0	a, d	0	d
AE_0216	1	3	0	d	AE_0682	1	2	0	d	AE_1139	0	8	0	d
AE_0217	1	2	0	d	AE_0684	1	4	0	d	AE_1140	0	8	1	
AE_0218	1	2	0	d	AE_0688	1	4	0	d	AE_1141	0	8	0	a, b, c, d
AE_0219	0	5	0	d	AE_0693	1		0	d	AE_1144	0	8	1	

Fortsetzung von Tab. 33 (Blatt 4 von 4).

Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2	Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2	Lfd.Nr. AE	UV 1	Begr. UV1	UV 2	Begr.UV 2
AE_0220	0	5	1		AE_0694	1		0	d	AE_1145	0	8	0	d
AE_0221	0	5	1		AE_0712	0	8	1		AE_1176	0	2, 5, 8	0	d, a
AE_0222	0	5	1		AE_0713	0	8	1		AE_1183	0	1, erw. 5	0	d
AE_0225	1	3	0	d	AE_0714	0	8	1		AE_1184	0	8, 6	0	d
AE_0226	1	2	0	d	AE_0748	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_1187	0	8	0	d
AE_0227	1	2	0	d	AE_0759	0	8	1		AE_1188	0	8, 6	0	d
AE_0228	0	3, 8	0	a, b, c,d	AE_0778	0	8	0	a, b, c, d	AE_1190	0	5, erw., 8	0	d
AE_0230	1	2	0	d	AE_0779	0	8	0	a, b, c, d	AE_1191	0	1	1	
AE_0231	1		0	d	AE_0784	0	8	0	d	AE_1193	0	1, 6	1	
AE_0232	0	5, (1)	1		AE_0801	0	8	1		AE_1194	0	1	0	a, b, c, d
AE_0233	0	2	0	d	AE_0802	0	8	1		AE_1195	0	1 erw.	1	
AE_0235	0	5	1		AE_0803	0	8	1		AE_1196	0	1	0	d
AE_0245	0	5	1		AE_0804	0	5	0	a, b, c, d	AE_1197	0	7	0	d
AE_0250	1	2	0	d	AE_0805	0	2, 3, 8	0	d	AE_1201	0	7	0	b
AE_0251	0	8	1		AE_0806	0	3, 5	0	d	AE_1202	0	2, 3, 8	0	a, b, c
AE_0252	0	8	1		AE_0807	0	3, 8	1		AE_1203	0	1, erw.5	0	d
AE_0253	1	2	0	d	AE_0808	0	3, 5	0	d	AE_1205	0	1	0	d
AE_0254	0	1	0	b, d	AE_0809	0	5	0	d, a	AE_1208	1		0	d
AE_0258	0	8	0	a, d	AE_0810	0	2, 3, 5	0	a, d	AE_1209	1		0	d
AE_0259	0	7	0	d	AE_0811	0	5	0	a, b, c, d	AE_1210	0	1 erw. 5	0	d
AE_0260	0	7	0	d	AE_0812	0	5	0	d	AE_1214	0	1, erw. 5	1	
AE_0261	0	5	0	d	AE_0813	0	8	0	d	AE_1218	0	8	1	
AE_0262	0	5	0	d, a	AE_0814	0	3, 8	0	a, b, c, d	AE_1219	0	1, erw. 5	1	
AE_0263	0	5	0	d	AE_0815	1		0	d	AE_1222	0	8	1	
AE_0264	0	8	0	a,d	AE_0816	1	2, 5 (erw. 7)	0	a, b, c	AE_1223	0	8	0	d
AE_0265	0	2, 8, 5	0	a, d	AE_0817	1	2	0	a, d	AE_1224	0	8, 6	0	d
AE_0266	0	8	0	a, d	AE_0819	1	2	0	a, d	AE_1225	0	8, 6, 5	1	
AE_0267	0	8	0	a, d	AE_0820	1	2	0	a, d	AE_1226	0	1	1	
AE_0268	1	2	0	d	AE_0826	1		0		AE_1229	0	1	1	
AE_0269	1	2	0	d	AE_0827	1	6	0	d	AE_1230	0	1	1	
AE_0270	1	2	0	d	AE_0835	1	2	0	a, d	AE_1231	0	8, 6	1	
AE_0271	0	3, 8	0	d	AE_0836	0	1+Betrieb	0	d	AE_1233	0	8	0	d
AE_0272	0	5	0	d	AE_0842	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1234	0	7	0	d
AE_0273	0	8	0		AE_0843	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1238	0	1	1	
AE_0279	0	8, 6	1		AE_0844	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1240	0	1	0	d
AE_0280	0	8	0	d	AE_0845	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1241	0	1	1	
AE_0282	0	8	1		AE_0846	0	1 und 5	1		AE_1242	0	1	0	d
AE_0285	0	5	1		AE_0847	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1243	0	1, erw.	0	d
AE_0287	0	1, 5	1		AE_0848	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1244	0	1	0	d
AE_0288	0	8	1		AE_0849	1		0		AE_1245	0	1	0	d
AE_0300	0	3, 8	0		AE_0850	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1246	0	1	0	d
AE_0301	0	2, 3, 8	0	a, d	AE_0851	0	3, 8, erw. 1	1		AE_1247	0	8	0	d
AE_0302	0	8	1		AE_0852	0	5	1		AE_1248	0	1, 5 (Risiko MA)	1	
AE_0303	1	3	0		AE_0853	0	5	0	a, d	AE_1249	0	1	0	b, c
AE_0306	0	8	0	d	AE_0854	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1250	0	1	0	b
AE_0307	0	1 (+Betrieb)	0	d	AE_0855	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1251	0	1	1	
AE_0308	0	1 (+Betrieb)	0	d	AE_0856	0	8	1		AE_1252	0	1	1	
AE_0312	0	1, erw. 2, 3	0	d, a	AE_0857	0	5	1		AE_1253	0	1, erw. 5	0	d
AE_0313	0	1, erw. 2, 3	0	d, a	AE_0858	1	2	0	d	AE_1254	0	1, erw. 5	0	d
AE_0314	0	8	0	a,d	AE_0859	1	2	0		AE_1255	0	5	0	d
AE_0315	0	7, 3	0	d, a	AE_0860	0	5	1		AE_1256	0	5	1	
AE_0317	0	1, erw. 2, 3	0	d, a	AE_0861	0	8	1		AE_1257	1	3	0	d
AE_0318	0	8	1		AE_0864	0	8, 6	0	d	AE_1258	0	5	0	a, b, c, d
AE_0319	0	5	0	d	AE_0866	0	5, erw. 1, 6, 8	1	d	AE_1259	1	3	0	d
AE_0320	0	5, (+1&7)	0	d	AE_0867	0	8, 6	1		AE_1261	0	5	0	d
AE_0321	0	5, (+1&7)	0	d	AE_0869	0	5	0	d	AE_1269	1	2	0	d
AE_0322	1		0	a, b, c, d	AE_0870	1	2	0	d	AE_1271	0	8, 3	0	a, b, c, d
AE_0323	0	5, (+1&7)	0	d	AE_0871	1	6	0	d	AE_1272	0	8	0	a, d
AE_0324	0	8	1		AE_0872	0	8, 6	1		AE_1273	0	8	0	a,d
AE_0325	0	8	1		AE_0873	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1277	0	2, 3, 8	1	
AE_0327	0	5 erw. 1	1		AE_0874	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1278	0	8	1	
AE_0343	0	5 erw. 1	0	a, d	AE_0875	0	5 erw., 1, 6, 8	0	a, d	AE_1291	1	2	0	d
AE_0344	0	5, auch 1	0	a, d	AE_0876	0	3, 8, erw. 1	0	a, b, c, d,	AE_1292	1	5 erw.	0	a, d
AE_0345	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0877	1	2	0	a, b, c, d,	AE_1309	0	8	0	d
AE_0346	0	5	0	a, d	AE_0878	1	2	0	a, b, c, d,	AE_1320	1		0	d
AE_0347	0	5	0	a, d	AE_0879	1	2	0	a, b, c, d,	AE_1330	1	2	0	d
AE_0348	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0880	1	2	0	a, b, c, d,	AE_1340	1		0	d
AE_0349	0	5	0	a, d	AE_0881	0	5	0	a, b, c, d,	AE_1346	1	2	0	d
AE_0350	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0882	0	5, 6, 1, 8	0	d	AE_1348	1	4	0	d
AE_0351	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0883	0	5	0	d, a	AE_1350	1	4	0	d
AE_0352	0	5 erw., 8	0	a, d	AE_0884	0	5	0	d, a					

9.2.3. Bündelung zu Indikatorvorstufen

Nachdem die Analyseeinheiten exzerpiert, kodiert und durch das heuristische Ausschlussverfahren reduziert wurden, wurden die verbliebenen Analyseeinheiten zu Indikatorvorstufen gebündelt (bedeutungsgleiche und redundante Einheiten). Bei der Bündelung sind die 505 verbliebenen AE zu 62 Indikatorvorstufen mit 116 potenziellen Auswertungsmethoden zusammengefasst (Stand: 30.06.2014).

Tab. 34: Bündelung der Analyseeinheiten zu Indikatorvorstufen LCB
(Buchstaben c und n sind Indikatorvorstufen, die (c) während bzw. (n) nach der Projektlaufzeit entstanden; Blatt 1 von 4).

Indikator-vorstufe	Name Indikatorvorstufe	Auswertungsmethoden bzw. Hinweise auf Auswertungsmöglichkeiten	gebündelte AE	gebündelte AE	gebündelte AE
c1	Humantoxizität	LCA Humantoxizitätspotenzial	AE_0747	AE_0787	AE_1131
			AE_1148	AE_1289	
c2	Karzinogenität	Emissionen Benzen äq./Jahr	AE_0624	AE_1301	AE_1305
			AE_1318		
c3	Feststoffemissionen	Feststoffemissionen durch Transport	AE_0138		
c4	Einsatz von Gefahrstoffen	Art und Menge (Einstufung nach CLP)	AE_0610	AE_1169	AE_1177
c5	Humantoxizität (Arbeitsplatz)	LCA Humantoxizitätspotenzial	AE_0304	AE_1171	AE_1316
c5		Freisetzungspotenzial von Stoffen am Arbeitsplatz	AE_1317		
c6	Sicherheit am Arbeitsplatz	Inherent Safety Index (Druck & Temp.)	AE_0305	AE_0532	AE_0612
c6		unkontrollierte Reaktionen und Dekompensation	AE_0613	AE_0616	AE_0617
c6		Menge gefährdender Substanzen am Arbeitsplatz	AE_0618	AE_0839	AE_1037
c6		Gefahr durch Chemikalienfreisetzung	AE_1168	AE_1288	AE_1290
c6		HTPI (HTP by Ingestion)			
c7	Produktrisiken	qualitativ	AE_0309	AE_0310	AE_0311
c8	Grundversorgung	qualitativ: Sicherung/Beeinflussung	AE_0537	AE_0586	AE_0587
c8		Preisänderung für Land und Nahrungsmittel	AE_0769	AE_1122	AE_1192
			AE_1276	AE_1336	AE_1337
c9	Schaffung von Arbeitsplätzen	Total Standard Work Hours	AE_0187	AE_0257	AE_0540
c9		Anzahl der Beschäftigten	AE_0768	AE_0834	AE_1001
			AE_1135	AE_1319	AE_1333
c10	Lebensqualität	indirekte kommunale Förderung	AE_0818	AE_1338	
c11	Soziale Akzeptanz	qual. (Öffentliche Meinung)	AE_0833	AE_0989	AE_1108
c11		qualitativ Partizipation	AE_1275	AE_1293	AE_1334
c12	Institutionelle Rahmenbedingungen	qualitativ rechtliche, politische, finanzielle Rahmenbedingungen	AE_0975	AE_0976	AE_0977
			AE_0978	AE_0980	AE_0982
			AE_0983	AE_0984	AE_0985
			AE_0987	AE_1332	
c13	Verantwortung für Mitarbeiter und Umwelt	qualitativ	AE_0863	AE_0865	
c14	Versauerung	LCA Versauerungspotenzial (AP, SO2 eq.)	AE_0636	AE_0637	AE_0638
			AE_0639	AE_0751	AE_0785
			AE_0790	AE_1149	AE_1287
			AE_1296		
c15	Eutrophierung	LCA Eutrophierungspotenzial (EP)	AE_0283	AE_0331	AE_0640
c15		Sauerstoffbedarf der Abwasseremissionen	AE_0641	AE_0650	AE_0651
c15		Stickstoffbilanz	AE_0752	AE_0765	AE_0793
c15		Phosphateq.	AE_1020	AE_1026	AE_1302
c15		OH- Ionenemissionen	AE_1308		
c16	Schadstoffemissionen (allg.)	WAR	AE_0255	AE_0545	AE_0627
c16		Verschmutzungsrate (?)	AE_0629	AE_0689	AE_0840
c16		Emission bioakkumulativer Substanzen	AE_0944	AE_1015	AE_1281
c16		Grundwasserschutz (qualitativ)	AE_1327		
c16		Emissionen Luft und Wasser (LCA)			
c17	Abfallproduktion (Reststoffe)	Art und Menge (gefährlich, fest, flüssig, Abbaubarkeit,	AE_0056	AE_0239	AE_0248
c17		organisch etc.)	AE_0249	AE_0293	AE_0434
c17		Stöchiometrisch + Molekulargewicht	AE_0623	AE_0625	AE_0628
c17		Unfriendliness-Faktor (?)	AE_0660	AE_0662	AE_0670
c17		Gesamter Output der nicht Produkt und nicht H2O ist	AE_0671	AE_0672	AE_0673
		Abwasser	AE_0683	AE_0685	AE_0736
			AE_1178	AE_1267	AE_1322
c18	Versalzungspotenzial	LCA (NA, CL, SO, Mg, Ca, K)	AE_0642	AE_0643	
c19	Ökotoxizität	LCA Ökotoxizität	AE_0281	AE_0299	AE_0646
c19		Formaledehyeq., Cu.eq.	AE_0647	AE_0648	AE_0649
c19		Verdünnungsvol. (Abwasser) 1/PNEC ac aquatic	AE_0756	AE_0792	AE_1153
c19		Toluoleq.	AE_1306	AE_1307	
c20	Sauerstoffbedarf	total mass of dissolved O2 removed	AE_0644	AE_0645	AE_0791

Fortsetzung von Tab. 34 (Blatt 2 von 4).

c21	Pflanzenschutzmittel	Menge	fällt raus		
c22	Ozonabbau	LCA ODP (CFC-11 eq.)	AE_0294	AE_0384	AE_0632
			AE_0633	AE_0788	AE_1151
			AE_1283	AE_1295	
c23	fotochem. Ozonbildung	LCA PCOP (Etylene eq., Emissionen VOC)	AE_0295	AE_0634	AE_0635
			AE_0789	AE_1150	AE_1286
			AE_1297	AE_1298	
c24	Toxizität (allg.)	LCA ATP	AE_0114	AE_0241	AE_0296
c24		LCA TTP	AE_0397	AE_0621	AE_0622
c24		Methyl eq.	AE_1284	AE_1285	AE_1299
c24		Blei eq.	AE_1300	AE_1303	AE_1304
c24		Masse "Toxics"			
c24		Produzierte Menge toxischer Chemkalien			
c25	Luftverschmutzung	LCA (Sox, Nox, CO, PC=, PM, Pestizide, Mikroorganismen)	AE_0137	AE_0240	AE_0291
c25		durch Transport	AE_0383	AE_0529	AE_0559
			AE_0600	AE_0626	AE_0731
			AE_0732	AE_0764	AE_0770
			AE_0771	AE_1185	AE_1207
			AE_1266		
c26	Verwendung von Gefahr- / Problemstoffen	Art und Menge (REACH, CLP)	AE_0243	AE_0244	AE_0608
c26		Gefahrstoffmenge/Rohstoffeinsatz*100	AE_0609	AE_0611	AE_0780
			AE_1167		
c27	Abfallproduktion, gefährliche	Produktion probl. Abfälle (Art und Menge)	AE_0530	AE_0665	AE_0794
c27		REACH-gelistet	AE_1170		
c28	Ammoniakemissionen	aus Landwirtschaft	AE_1206		
c29	Emissionspotenzial	Emissionspotenzial (?)	AE_1175		
c30	Chemikalieneinsatz	Anbau	AE_0531		
c31	Vorteilhaftigkeit des Produkts (Nutzenpotenzial)	qualitativ	AE_1180	AE_1335	
c32	Abfallproduktion (Reststoffe)	Art und Menge (davon gefährliche)	AE_0242	AE_0297	AE_1017
c33	Biodiversitätsschutz	Einsatz von PSM	AE_0330	AE_0413	AE_0868
c33		qualitativ	AE_0917	AE_1022	AE_1227
c34	Wasserverbrauch	nach Art und Menge (--> Erneuerbarkeit!)	AE_0204	AE_0238	AE_0286
			AE_0388	AE_0389	AE_0544
			AE_0554	AE_0597	AE_0696
			AE_0697	AE_0698	AE_0699
			AE_0754	AE_0766	AE_0781
			AE_0782	AE_1012	AE_1186
c35	Erneuerbarkeit der (verw.) Ressourcen	Ressourcenverbrauch nach Art und Menge (auch H2O)	AE_0182	AE_0236	AE_0298
c35		Verbrauch abiotischer Ressourcen	AE_0424	AE_0425	AE_0558
c35		Recyclebarkeit des Produkts	AE_0661	AE_0691	AE_0692
c35		LCA fossil depletion potential	AE_0695	AE_0740	AE_0749
c35		Äqu. Der Landfläche der verbrauchten Ressourcen	AE_0862	AE_1310	AE_1311
c35		Energiegehalt produkt / erneuerbare Materialien-input	AE_1329		
c35		Petrochemische Prozesschemikalien			
c36	Ressourceneffizienz	Ressourcenverbrauch nach Art und Menge/ Produkt	AE_0003	AE_0183	AE_0202
c36		Produktmenge/ Reststoffe (Abfall)	AE_0429	AE_0659	AE_0675
c36		Energiegehalt Produkt / Materialien-input	AE_0676	AE_0679	AE_0680
c36		Materialrate, Materialverbrauch	AE_0681	AE_0686	AE_0687
			AE_0690	AE_0738	AE_0741
			AE_0776	AE_0777	AE_0795
			AE_0822	AE_0837	AE_0841
			AE_0998	AE_1152	AE_1154
			AE_1174	AE_1325	AE_1344
c37	Ressourcenverfügbarkeit	qualitativ	AE_0467	AE_0468	AE_0823
c37		Abhängigkeit von einer Ressource	AE_1179	AE_1323	
c38	Energiegehalt	Biomasse oder Produkt	AE_0824		
c39	Exergie	Exergie, Emergie (?)	AE_0652	AE_0653	AE_0654
			AE_0655	AE_0656	AE_0657

Fortsetzung von Tab. 34 (Blatt 3 von 4).

			AE_0658	AE_0742	AE_0743
			AE_0744	AE_0745	AE_0746
			AE_1342	AE_1343	
c40	Biodiversitätsschutz	qualitativ	AE_0278	AE_0758	
c41	Bodenschutz	LCA Mineral depletion potential	AE_0274	AE_0275	AE_0276
c41		Nährstoffsaldo, Humussaldo, Verdichtung, Erosion, Bodenfunktion	AE_0277	AE_0546	AE_0755
			AE_0757	AE_1024	AE_1025
			AE_1049	AE_1050	AE_1211
			AE_1213	AE_1263	
c42	Flächennutzung	Total Land occupied (Versiegelung)	AE_0557	AE_0561	AE_0761
c42		Landnutzungskonkurrenz schätzen	AE_0783	AE_1155	AE_1189
c42		Landnutzungsänderung	AE_1212	AE_1228	AE_1264
			AE_1313		
c43	Kohlenstoffsenken	Schutz ober-/unterirdischer Senken	AE_0584	AE_0585	
c44	Technische Risiken	Störungsanfälligkeit der Anlage	AE_0620		
c45	Kohlenstoffbilanz (politisch)	politische Rahmenbedingungen (qualitativ)	AE_0981		
c46	Treibhausgaspotenzial	LCA GWP (Emissionen Treibhausgase)	AE_0004	AE_0119	AE_0135
			AE_0184	AE_0206	AE_0292
			AE_0379	AE_0380	AE_0382
			AE_0543	AE_0630	AE_0631
			AE_0753	AE_0763	AE_0786
			AE_1010	AE_1018	AE_1147
			AE_1173	AE_1182	AE_1215
			AE_1216	AE_1217	AE_1232
			AE_1282	AE_1294	
c47	Vermeidung von Treibhausgasen	qualitativ, Effizienz der Technik	AE_0583	AE_0825	AE_0832
c48	Transport	Klimarelevante Emissionen durch Transport (Entfernung und Volumen)	AE_0555	AE_0828	AE_1011
			AE_1328		
c49	Energieverbrauch	LCA KEA (nach Art und Menge)	AE_0002	AE_0203	AE_0237
c49		Energiekosten	AE_0721	AE_0722	AE_0723
			AE_0733	AE_0734	AE_0735
			AE_0750	AE_0762	AE_0772
			AE_0774	AE_0775	AE_1019
			AE_1146	AE_1199	AE_1220
			AE_1221	AE_1235	AE_1265
			AE_1312	AE_1326	AE_1341
c50	Energiequellen	Erneuerbarkeit der Energiequellen (Art und Meng)	AE_0247	AE_0289	AE_0290
			AE_0427	AE_0553	AE_0556
			AE_0739	AE_0773	AE_1268
c51	Energieeffizienz	Energieverbrauch / Produktmenge	AE_0001	AE_0426	AE_0821
			AE_1009	AE_1270	
n1	Kultur, Religion, Erfahrung	qualitativ	AE_0577	AE_0579	AE_0582
n1		sozio-ökonomische Funktionen	AE_0939		
n2	Lösemittel-Rückgewinnungsenergie	SRE = Solvent recovery energy requirements / mass of product	AE_0737		
n3	Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Saatgut	keine Angaben	AE_0284	AE_0328	AE_0329
			AE_0889	AE_0918	AE_0919
			AE_0920		
n4	Infrastruktur und Logistik	qualitativ	AE_1204		
n5	Innovation	F+E (Ausgaben)	AE_0048	AE_0326	AE_0568
			AE_0997	AE_1142	AE_1181
			AE_1260	AE_1345	AE_1349
n6	Versorgungssicherheit	Abnehmerstruktur/-verhalten	AE_0448	AE_0449	AE_0452
n6		Nachfrage	AE_0541	AE_1008	AE_1262
n6		Marktreife (Kommerzialisierung)	AE_1321	AE_1324	AE_1339
			AE_1347		
n7	Investitionen	Kapitalwert	AE_0337	AE_0700	AE_0701
n7		Nettoinvestitionen	AE_1031	AE_1143	AE_1279
n8	Kosten	Verschiedene Kostenarten	AE_0332	AE_0333	AE_0334
		(Fixkosten, variable Kosten, Transaktionskosten,	AE_0335	AE_0336	AE_0338

Fortsetzung von Tab. 34 (Blatt 4 von 4).

		Energiekosten, Abschreibungen, Löhne und Gehälter, Produktionskosten, Materialkosten, Kosten für Betriebs- und Hilfsstoffe, Laborkosten, Ausgaben für Verwaltung und Organisation)	AE_0394	AE_0575	AE_0704
			AE_0715	AE_0716	AE_0717
			AE_0718	AE_0719	AE_0720
			AE_0724	AE_0725	AE_0726
			AE_0727	AE_0728	AE_0729
			AE_0730	AE_0829	AE_0831
			AE_0993	AE_1157	AE_1158
			AE_1159	AE_1160	AE_1161
			AE_1162	AE_1163	AE_1164
			AE_1165	AE_1166	AE_1236
n9	Wirtschaftliches Ergebnis	ROI	AE_0223	AE_0224	AE_0229
n9		Bruttowertschöpfung	AE_0339	AE_0340	AE_0341
n9		Umatz	AE_0569	AE_0571	AE_0702
			AE_0703	AE_0705	AE_0706
			AE_0707	AE_0708	AE_0709
			AE_0710	AE_0711	AE_0767
			AE_0796	AE_0797	AE_0798
			AE_0799	AE_0800	AE_0830
			AE_0838	AE_0992	AE_1156
			AE_1200	AE_1239	AE_1280
			AE_1314	AE_1315	AE_1331
n10	Produktivität	Nettowertschöpfung/Mitarbeiter	AE_0055	AE_0234	AE_1198
n10		Wertschöpfung/Ressourceeinsatz	AE_1237		
n11	Volkswirtschaftliche Effekte	keine Angaben	AE_0342		

9.2.4. Prüfung und Festlegung der Indikatoren (Einsatz von Experten)

Es wurden Experten aus dem Projektkonsortium des Pilotprojekts konsultiert, um gezielt fachspezifische Fragen bezüglich der Indikatorvorstufen zu klären (z.B. Berechnungswege, Aussagefähigkeit, Detailtiefe, Redundanz). Die Informationen wurden schriftlich, telefonisch und in direkten Gesprächen zusammengetragen. Daraufhin wurden die Indikatorvorstufen angepasst und in einer weiteren Befragungsrunde Mitgliedern des Projektkonsortiums zur Abstimmung der endgültigen Indikatoren sowie der Auswertungsmethoden vorgelegt. Tab. 35 zeigt die aus den Befragungen resultierenden Veränderungen der Indikatorvorstufen: in welcher Expertenrunde (E1 oder E2) sie gestrichen wurden, eine kurze Begründung der Streichung und deren endgültige Form im Indikatorset, inklusive der Nachhaltigkeitsausprägungen zu denen der Indikator gezählt wird.

Tab. 35: Ergebnis der Verifizierungsanalyse LCB
Von Indikatorvorstufen zum Indikatorset mit Verbindungen zu Nachhaltigkeitsthemen und –ausprägungen
(Blatt 1 von 3).

Gestrichen in E1 oder E2	Indikatorvorstufe	kurz_Begründung	Nr.	Name Indikator	Beschreibung Indikator	Nachhaltigkeitsausprägungen					Nachhaltigkeitsthemen		
	c1	→	1	Humantoxizität	Emission oder Freisetzung gesundheitsschädlicher Substanzen.	11	12				Gesundheit		
	c2	→	2	Karzinogenität	Produktion/Emission potenzielle krebserregender Substanzen.	11	12				Gesundheit		
	c3	→	3	Feststoffemissionen	Emission von Staub- und Rußpartikeln die lungengängig und deshalb gesundheitsschädigend sind.	11					Gesundheit		
gestr. (E2)	c4	redundant, in c1											
gestr. (E1)	c5	c5 und c6 redundant											
	c6	→	21	Sicherheit am Arbeitsplatz	Direkte potenzielle Gefährdungen der Mitarbeiter durch Maschinen, Drücke, Temperaturen oder sonstige Umstände am Arbeitsplatz.	12					Gesundheit		
gestr. (E2)	c7	Systemgrenze Zwischenprodukt											
	c8	→	22	Grundversorgung	Beeinflussung der Grundversorgung mit oder des Zugangs der Bevölkerung zu essentiellen Gütern (Lebensmittel, Unterkunft, Wasser).	22	34				Lebens-standard	Umgang mit Ressourcen	
gestr. (E2)	c9	redundant zu n11											
gestr. (E2)	c10	keine Bewertung; Begründung: mögliche Effekte auf kommunaler Ebene werden durch die Schaffung von Arbeitsplätzen stellvertretend erfasst (c9)											
	c11	→	23	Soziale Akzeptanz	Wird eine neue Technologie bzw. Verwendungspfad in der Öffentlichkeit angenommen, ist sie bekannt? Partizipationsmöglichkeiten.	24	52				Lebens-standard	Wirtsch. Leistungsf.	
	c12	→	24	Institutionelle Strukturen	Institutionelle Rahmenbedingungen beeinflussen die Möglichkeiten und die Qualität des strategischen Management bzw. der nachhaltigen Unternehmensführung.	24	32	33	34	52	Lebens-standard	Umgang mit Ressourcen	Wirtsch. Leistungsf.
gestr. (E2)	c13	qualitativ ex ante nicht aussagefähig											
	c14	→	4	Versauerungspotenzial	Versauerung von Böden und Gewässern wirkt sich auf Pflanzenwachstum und aus. Natürliche Kreisläufe in Ökosystemen können langfristig unterbrochen werden.	31					Umgang mit Ressourcen		
	c15	→	5	Eutrophierungspotenzial	Eutrophierung durch Nährstoffeintrag beeinflusst das Pflanzenwachstum und die Artenzusammensetzung, besonders aquatischer Ökosysteme aber auch terrestrischer.	31	33	52			Umgang mit Ressourcen	Wirtsch. Leistungsf.	
gestr. (E2)	c16	Parameter swären redundatn zu Ökotox und Umantox											
gestr. (E2)	c17	redundant zu 27											
gestr. (E2)	c18	innerhalb der Systemgrenzen nicht aussagefähig											

Gestrichen in E1 oder E2	Indikatorvorstufe	kurz_Begründung	Nr.	Name Indikator	Beschreibung Indikator	Nachhaltigkeitsausprägungen					Nachhaltigkeitsthemen		
	c19	→	6	Ökotoxizität	Einfluss toxischer Substanzen auf aquatische und terrestrische Ökosysteme (Guinée 2002).	11	33	34	31	52	Gesundheit	Umgang mit Ressourcen	Wirtsch. Leistungsf.
	c20	→	13	Biochemischer Sauerstoffbedarf	Verschmutzung des Abwassers.	31					Umgang mit Ressourcen		
gestr. (E2)	c21	redundant zu c30											
	c22	→	7	Ozonabbaupotenzial	Emission ozonabbauender Substanzen. Abbau des stratosphärischen Ozons führt zu verstärkter UV-B Strahlung an der Erdoberfläche mit potenziell negativen Folgen für menschliche Gesundheit (z.B. Erhöhung des Hautkrebsrisikos), Gesundheit von Pflanzen und Tieren sowie gesamten Ökosystemen.	11	31				Gesundheit	Umgang mit Ressourcen	
	c23	→	8	fotochem. Ozonbildung	"Sommersmog". Potenziell gesundheitsgefährdendes bodennahes Ozon. Ebenfalls schädigend für Ökosysteme und landwirtschaftliche Kulturen.	11	31				Gesundheit	Umgang mit Ressourcen	
gestr. (E2)	c24	redundant zu Ökotox., c19											
gestr. (E2)	c25	redundant ökotox c19											
	c26	→	14	Verwendung Gefahr-/Problemstoffe	Substanzen die ein potenzielles chemisches Gefährdungspotenzial aufweisen.	11	31				Gesundheit	Umgang mit Ressourcen	
ammenhar	c27	→	17	Abfallproduktion	Menge der zu entsorgenden Reststoffe (Abfälle), die als gefährlich eingestuft werden. "Gefährliche Abfälle" stellen eine Gefahr für Mensch und/oder Umwelt dar und müssen über spezielle Entsorgungswege behandelt werden. (Quelle: UBA)	11	31	32	42	51	Gesundheit	Umgang mit Ressourcen	Klimawandel & Wirtsch. Leitsungsf.
gestr. (E2)	c28	redundant, in Ökotox c 19enthalten											
gestr. (E2)	c29	Lösung?). Sollte nicht bewertet werden, aber diskutiert: wenn die											
gestr. (E1)	c30	c 30, c40 und c33 redundant											
	c31	→	28	Vorteilhaftigkeit des Produkts	Vergleich wichtiger Produkteigenschaften des Zielprodukts mit der Referenz.	24	31	32	51		Lebens-standard	Wirtsch. Leistungsf.	Umgang mit Ressourcen
gestr. (E1)	c32	c32 und c 27 redundant											
gestr. (E1)	c33	c 30, c40 und c33 redundant											
	c34	→	15	Wasserverbrauch	Ressourcenverbrauch Wasser.	32					Ressourcen		
	c35	→	9	Erneuerbarkeit der Ressourcen	Verwendung erneuerbarer Ressourcen.	32	34				Umgang mit Ressourcen		
	c36	→	16	Ressourceneffizienz	Effiziente Nutzung von Rohstoffen.	32	34	42	52		Ressourcen	Klimawandel	Leistungsf.
	c37	→	25	Ressourcenverfügbarkeit	Ist die Verfügbarkeit der Ressource zeitlich oder räumlich begrenzt?	32	51				Umgang mit Ressourcen	Wirtsch. Leistungsf.	
gestr. (E2)	c38	nicht Zielrelevant											
gestr. (E2)	c39	keine Aussage innerhalb der Systemgrenzen											

Fortsetzung von Tab. 35 (Blatt 3 von 3).

Gestrichen in E1 oder E2	Indikatorvorstufe	kurz_Begründung	Nr.	Name Indikator	Beschreibung Indikator	Nachhaltigkeitsausprägungen					Nachhaltigkeitsthemen		
	c40	→	26	Biodiversitätsschutz	Erhalt und Förderung der Artenvielfalt in der Landschaft.	12	31	33	34	52	Gesundheit	Umgang mit Ressourcen	Wirtsch. Leistungsf.
gestr. (E2)	c41	innerhalb der Systemgrenzen ex ante ohne Aussage											
	c42	→	10	Flächennutzung	Steht die genutzte/verbrauchte Fläche in Konkurrenz zu anderen Nutzungsformen und ist sie reversibel (in welchen Zeiträumen)?	34					Umgang mit Ressourcen		
	c43	→	27	Kohlenstoffsenken	Kohlenstoffsenken sind Speicher die Kohlenstoff mittel- bis langfristig binden (z.B. Wälder und Moore).	34					Umgang mit Ressourcen		
gestr. (E2)	c44	ex ante ohne Aussage											
gestr. (E1)	c45	keine Aussage innerhalb der Systemgrenzen											
	c46	→	11	Treibhausgaspotenzial	Emission von klimarelevanten Gasen.	34	41	52			Umgang mit Ressourcen	Klimawandel	Wirtsch. Leistungsf.
gestr. (E1)	c47	redundant zu THG c46											
gestr. (E1)	c48	redundant c46											
	c49	→	12	Energieaufwand	Energieverbrauch (insgesamt).	32	42	52			Umgang mit Ressourcen	Klimawandel	Wirtsch. Leistungsf.
gestr. (E2)	c50	redundant zu KEA c49											
gestr. (E1)	c51	redundant c49											
gestr. (E2)	n1	innerhalb der Systemgrenzen ohne Aussage											
gestr. (E2)	n2	in Energieverbrauch enthalten c49											
gestr. (E2)	n3	keine Aussage innerhalb der Systemgrenzen											
	n4	→	29	Infrastruktur und Logistik	Begebenheiten, Bedarf an Ausbau, Instandhaltung, ggf.	34					Ressourcen		
gestr. (E2)	n5	da davon ausgegangen wird, dass es sich beim Ziel-, wie auch											
	n6	→	30	Absatzstrukturen	Abnehmerstruktur/-verhalten, Nachfrage.	51					Leistungsf.		
	n7	→	18	Investitionen	Investitionen in Gebäude und technische Anlagen.	51	52				Wirtsch. Leistungsf.		
gestr. (E2)	n8	n9											
	n9	→	19	Wirtschaftliches Ergebnis	Bruttowertschöpfung.	22	51	52			standard	Leistungsf.	
	n10	→	20	Produktivität	Verhältnis von Produkt zu Produktionsfaktoren.	52					Wirtsch. Leistungsf.		
	n11	→	31	Volkswirtschaftliche Effekte	Auswirkungen auf Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte.	22	52				Lebens-standard	Wirtsch. Leistungsf.	

9.3. Anhang Stoff- und Energieflussbilanzierung

9.3.1. Annahmen zur Prozessfahrweise

Quelle: KIT-IIP, veröffentlicht in Michels (2014, S. 342).

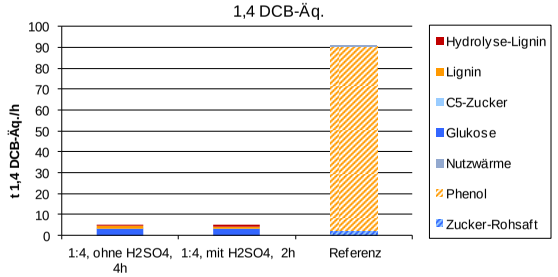
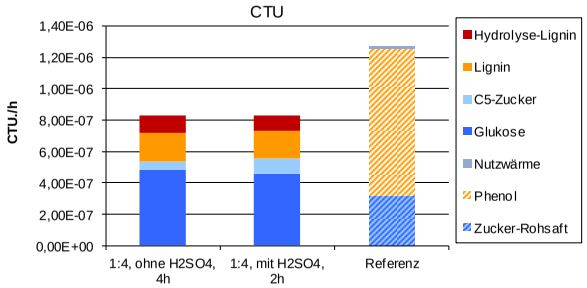
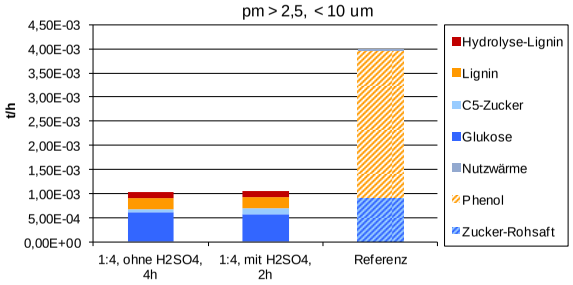
Tab. 36: Zusammenfassung der Annahmen für die Prozessfahrweise zur Simulation, Flotte je 1:4.

	Parameter	Wert	
Holzaufschluss		**Aufschluss ohne Schwefelsäure**	**Aufschluss mit Schwefelsäure**
	Druck	18 bar	18 bar
	Temperatur	180 °C	170 °C
	Aufenthaltsdauer	4 Stunden	2 Stunden
	Verhältnis Ethanol:Wasser	1:1	1:1
	Schwefelsäurekonzentration (bezogen auf Holz)	-	0,94 %
Faserfraktion	Wassergehalt nach Abtrennung	50 %	
	Wasserzugabe Reinigung	5-fache Menge der Festphase, 1. Wäsche EtOH/H_2O-Gemisch, 2. Wäsche H_2O	
Ligninfällung	Ethanolgehalt in Flüssigphase nach Fällung	20 %	
	Ligninausbeute	90 %	
Ligninwäsche	Wasserzugabe Wäsche	4-fache Menge an Lignin	
	Wassergehalt Lignin nach Fällung	50 %	
Lignintrocknung	Wassergehalt des Lignins nach Trocknung	10 %	
Hydrolyse	Feststoffkonzentration	20 %	
	Temperatur	50 °C	
	Aufenthaltsdauer	48 Stunden	
	Glucoseausbeute	86 %	

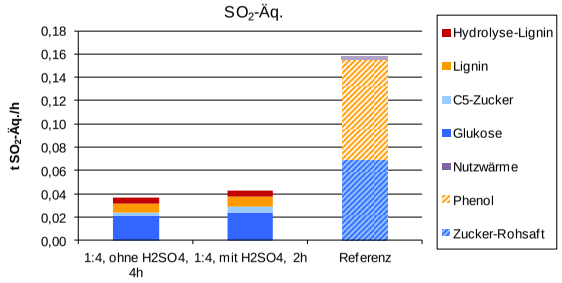
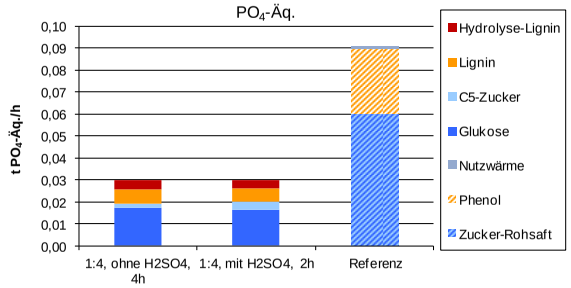
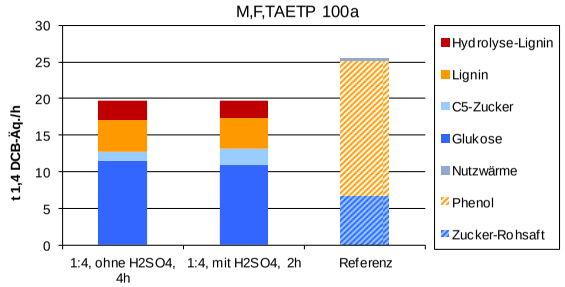
9.3.2. Zusammenfassung der Wirkungskategorien

In werden die in Rahmen der ökobilanziellen Auswertung ermittelten Indikatorwerte als Wirkungskategorien zusammenfassend dargestellt. Die Basisdaten der Berechnung stammen aus der Datenbank Ecoinvent 2.2 (Ecoinvent centre 2010) sowie Ergebnissen des Verbundprojekts Lignocellulose-Bioraffinerie (BIT-IIP, Bayer TS und eigene Berechnungen). Weitere Informationen zur Stoffflussbilanzierung sind im Endbericht des Verbundprojekts (Michels 2014).

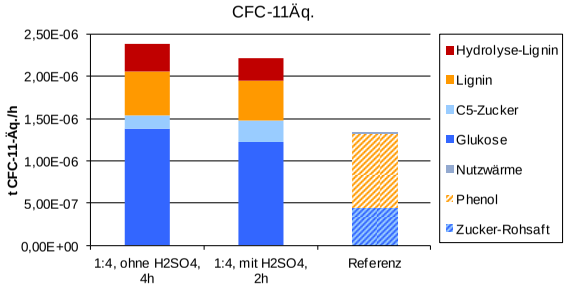
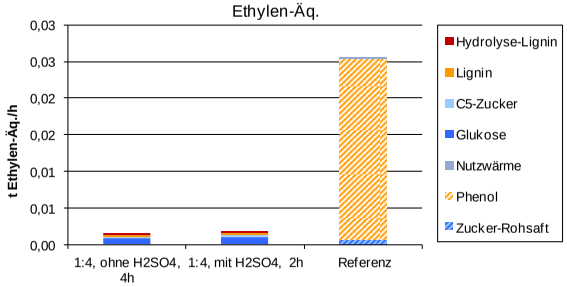
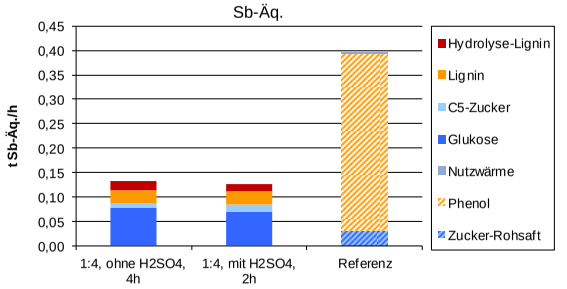
Tab. 37: Zusammenfassung ökobilanziell ermittelten Indikatorwerte (Blatt 1 von 4).

Indikator	*Beschreibung*	*Berechnung*	*Ergebnis*
1 Human-toxizität	Die Emissionen humantoxischer Substanzen werden als 1,4-DCB-Äquivalente über die betrachteten Prozessschritte bilanziert.	Berechnung als Wirkungs-kategorie Human Toxicity Potential (HTP) auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. und der Stoffflussmodellierung KIT IIP, Bayer TS.	
2 Karzinogenität	Der Indikator 2 grenzt sich zu Indikator 1 Humantoxizität dadurch ab, dass speziell die karzinogenen Wirkungen emittierter Stoffe betrachtet werden. Die betreffenden Stoffe werden in *„comparative toxic units“* (CTU) charakterisiert. Diese Einheit gibt den geschätzten Anstieg von Todesfällen pro emittierter Einheit Chemikalie wieder (Rosenbaum, Bachmann et al. 2008).	Berechnung als Wirkungs-kategorie gemäß USEtox-Charaktersisierungsfaktoren, auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. und der Stoff-flussmodellierung KIT IIP, Bayer TS.	
3 Feststoff-emissionen	Emissionen von Feststoffen größer 2,5 µm und kleiner 10 µm. Partikel kleiner 10 µm sind aufgrund ihrer Lungengängigkeit als gesundheitsschädlich zu bewertet.	Die Berechnung wurde auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. und der Stoffflussmodellierung KIT IIP, Bayer TS durchgeführt.	

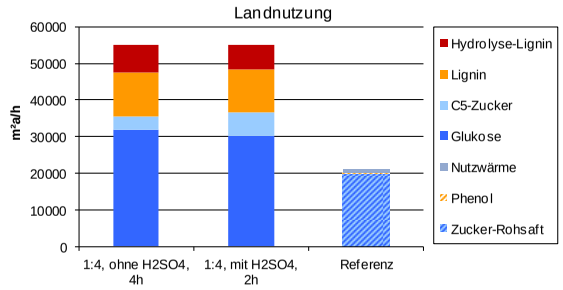
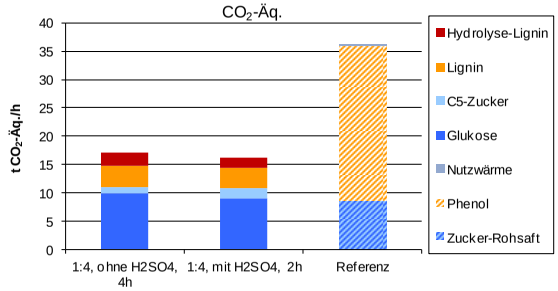
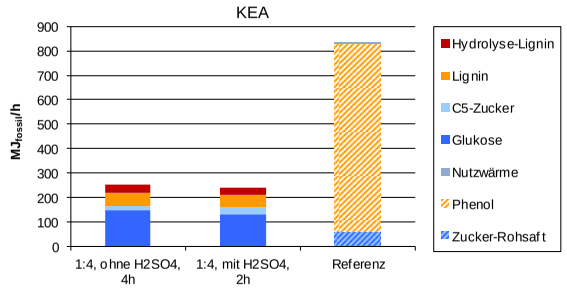
Fortsetzung von Tab. 37 *(Blatt 2 von 4).*

Indikator	*Beschreibung*	*Berechnung*	*Ergebnis*
4 Versau-erungs-potenzial	Das Versauerungspotenzial beschreibt die relativen versauernden Eigenschaften der Emissionen in SO_2-Äquivalenten.	Wirkungskategorie AP (CML), auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. Berechnung durch KIT IIP (in Michels vsl. 2014).	
5 Eutrophie-rungspo-tenzial	Das Eutrophierungspotenzial beschreibt die relativen eutrophierenden Eigenschaften der Emissionen als PO4-Äquivalente.	Wirkungskategorie EP (CML), auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. Berechnung durch KIT IIP (in Michels vsl. 2014).	
6 Ökotoxizität	Die Ökotoxizität wird durch die Menge toxischer Emissionen bestimmt. Die Toxizität für terrestrische und aquatische Ökosysteme sowie für marines und Frischwasser wird dabei unterschieden.	Wirkungskategorien MAETP, FAETP, TAETP (CML) (gleichgewichtet) auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. und der Stoffflussmodellierung KIT IIP, Bayer TS.	

Fortsetzung von Tab. 37 *(Blatt 3 von 4).*

Indikator	*Beschreibung*	*Berechnung*	*Ergebnis*
7 Ozonab-baupotenzial	Das Ozonabbaupotenzial beschreibt die relativen Effekte emittierter Substanzen zum Abbau der Ozonschicht in Trichlorfluormethan-Äquivalenten an.	Wirkungskategorie ODP (CML) auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2 und der Stoffflussmodellierung KIT IIP, Bayer TS.	
8 Fotoche-mische Ozonbildung	Fotochemische Ozonbildung (POCP), auch Sommersmog oder bodennahe Ozonbildung kann die Gesundheit von Menschen und Ökosystemen beeinträchtigen. Die relativen Effekte der Emissionen werden als Ethylen-Äquivalente bilanziert.	Wirkungskategorie POCP (CML) auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. und der Stoffflussmodellierung KIT IIP, Bayer TS.	
9 Erneuerbar-keit der Ressourcen	Die Erneuerbarkeit verwendeter Ressourcen wird in Form des abiotischen Ressourcenverbrauchs (ADP) gemessen. Über den betrachteten Lebensweg werden die im Rahmen des Produktionsprozess extrahierten Minerale und fossile Rohstoffe als Antimon-Äquivalente berechnet.	Wirkungskategorie ADP (CML) auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. und der Stoffflussmodellierung KIT IIP, Bayer TS.	

Fortsetzung von Tab. 37 *(Blatt 4 von 4).*

Indikator	*Beschreibung*	*Berechnung*	*Ergebnis*
10 Flächen-nutzung	Flächennutzung im Sinn von Landnutzungskonkurrenz: Benutzte Landfläche für Produktionsprozesse.	Wirkungskategorie land use (CML) auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. Berechnung durch KIT IIP (in Michels vsl. 2014).	
11 Treibhausgas-potenzial	Für das Treibhausgaspotenzial wird die relative Klimawirksamkeit emittierter Substanzen als CO_2-Äquivalente berechnet.	Wirkungskategorie GWP (CML), auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. Berechnung durch KIT IIP (in Michels vsl. 2014).	
12 Energie-aufwand	Der Energieaufwand wird als kumulierter Energieaufwand (KEA) aus dem Stoffflussmodell ermittelt.	Wirkungskategorie KEA auf Basis der Datenbank ecoinvent 2.2. Berechnung durch KIT IIP (in Michels vsl. 2014).	

9.4. Anhang Multikriterienanalyse

9.4.1. Fragebögen und Gewichtungsfaktoren

Für wie wichtig oder unwichtig halten Sie das **Unterthema** für die Bewertung der **Nachhaltigkeit einer Bioraffinerie-Prozesskette**?

Nr.	Unterthema	Info	1 sehr un-wichtig	2 eher un-wichtig	3 eher wichtig	4 sehr wichtig
11	**Gesundheit der allgemeinen Bevölkerung**	Allgemeine Bevölkerung die direkt oder indirekte, psychisch oder physisch durch das Bewertungsobjekt (= Ziel- + Referenzsystem) beeinflusst wird oder werden könnte.	☐	☐	☐	☐
12	**Gesundheit Arbeiter**	Als Arbeiter werden alle direkt an der Prozesskette beteiligten Menschen bezeichnet. Die ermittelten Indikatoren beurteilen möglche psychische oder physische Einflüsse durch das Bewertungsobjekt (= Ziel- + Referenzsystem).	☐	☐	☑	☐
13	**Gesundheit der Konsumenten**	Bei Verwendung der Produkte.	☐	☐	☐	☐
21	**Gleichberechtigung**	Die Gleichberechtigung von Männern und Frauen sowie grundsätzlich die Gleichbehandlung und Chancengleichheit unterschiedlicher Gesellschaftsgruppen.	☐	☐	☐	☐
22	**Wohlstand**	Wohlstand als NA beinhaltet finanzielle und gegenständliche Aspekte, die Lebensstandard der Gesellschaft beeinflussen. Dazu gehören unter anderem auch Bildung und Beschäftigung sowie der Zugang zu Gütern und Mobilität.	☐	☐	☐	☐
23	**Inklusion**	Die soziale Inklusion fördert die Interaktion aller Gesellschaftsgruppen und die Teilhabe von Minderheiten am öffentlichen Leben, durch Akzeptanz und Aufhebung von Barrieren.	☐	☐	☐	☐
24	**Governance**	Rechtlicher und struktureller Rahmen, nachhaltiges Management und strategiegeleitetes Handeln.	☐	☐	☐	☐
31	**Auswirkungen auf die Umwelt**	Auswirkungen auf Ökosysteme. Z.B. durch Emissionen oder Schutzmaßnahmen.	☐	☐	☐	☐
32	**Umgang mit Rohstoffen**	Art der Rohstoffverwendung. Menge Effizienz und Wiederverwertbarkeit.	☐	☐	☐	☐
33	**Biodiversität**	Schutz der Artenvielfalt.	☐	☐	☐	☐
34	**Landnutzung & Produktionssystem**	Auswirkungen des Produktionssystems. Funktionsfähigkeit, Bewirtschaftungsform, Technik.	☐	☐	☐	☐
41	**Treibhausgase**	Verursachung oder Minderung klimarelevanter Emissionen.	☐	☐	☐	☐
42	**Energie**	Verbrauch von Energie, effiziente Energienutzung.	☐	☐	☐	☐
51	**Wirtschaftliche Zukunftsvorsorge**	Zukünftige ökonomische Sicherheit wird durch Bildung, Innovation, Investitionen und verantwortungsvolles betriebswirtschaftliches Handeln bedingt. Aspekte, die unter wirtschaftlicher Zukunftsvorsorge zusammengefasst sind.	☐	☐	☐	☐
52	**Wirtschaftlichkeit**	Wirtschaftlicher Erfolg oder Status des Bewertungsobjekts. Ökonomische Tragfähigkeit.	☐	☐	☐	☐
61	**Internationaler Handel**	Faire Handelsbedingungen, Handelschancen in Entwicklungsländern verbessern.	☐	☐	☐	☐
62	**Entwicklungszusammenarbeit**	Nachhaltige Entwicklung international unterstützen.	☐	☐	☐	☐

Abb. 46: Fragebogen Gewichtung Unterthema.

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Summe je N.ausprägung	Summe je N.thema	Summe N.ausprägung/ Summe N.thema = **Gew.f. NA**	(6 N.themen)
2	3	3	1	2	4	3	3	2	3	26	83	**0,313**	1
3	4	3	1	4	4	3	3	2	4	31		**0,373**	
3	1	4	2	3	4	4	1	1	3	26		**0,313**	
1	1	3	1	4	3	2	1	1	3	20	88	**0,227**	1
2	2	4	2	3	4	3	1	1	3	25		**0,284**	
1	1	3	1	1	2	2	1	1	3	16		**0,182**	
4	2	4	4	2	4	2	1	1	3	27		**0,307**	
3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	35	143	**0,245**	1
4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	38		**0,266**	
3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	36		**0,252**	
4	4	4	4	3	4	4	2	3	2	34		**0,238**	
4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	36	72	**0,500**	1
4	4	4	2	4	4	3	3	4	4	36		**0,500**	
3	4	3	4	2	4	3	2	3	3	31	66	**0,470**	1
4	4	4	4	4	4	3	2	3	3	35		**0,530**	
2	3	3	2	3	3	3	1	2	3	25	52	**0,481**	1
3	3	2	3	3	4	3	1	2	3	27		**0,519**	

Abb. 47: Gewichtungsergebnisse & Berechnung der Gewichtungsfaktoren NA (S1-S10:laufende Nummer der Befragten).

Für wie wichtig oder unwichtig halten Sie das **Thema** für die Bewertung der **Nachhaltigkeit einer Bioraffinerie-Prozesskette**?

Nr.	Thema	Info	1 sehr un-wichtig	2 eher un-wichtig	3 eher wichtig	4 sehr wichtig	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Summe NT (∑ aller NT = 185)	Gew.f.NT (NT/NTalle)
1	**Gesundheit**	Die Gesundheit der Bevölkerung fördern, den Schutz vor Gesundheitsrisiken verbessern.	☐	☐	☐	☐	2	2	4	1	3	4	3	3	1	4	27	0,146
2	**Lebensstandard**	Verfügbarkeit und Entwicklung von Lebensqualität durch essentielle, wie auch nicht-essentielle Ressourcen, ethische, rechtliche, finanzielle, strukturelle und materielle Rahmenbedingungen.	☐	☐	☐	☐	3	1	4	2	3	3	3	1	2	3	25	0,135
3	**Umgang mit Ressourcen**	Verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen damit sie für künftige Generationen erhalten bzw. in gleichem Maß nutzbar bleiben.	☐	☐	☐	☐	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	0,216
4	**Klimawandel**	Auswirkungen auf das Klima, Förderung des Klimaschutzes.	☐	☐	☐	☐	4	2	4	4	3	4	4	3	4	3	35	0,189
5	**Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit**	Sicherung der Wirtschaftlichkeit und langfristiger ökonomischer Tragfähigkeit.	☐	☐	☐	☐	4	4	4	4	4	4	3	2	3	3	35	0,189
6	**Internationale Verantwortung**	Förderung der intragenerationellen Gerechtigkeit (durch Handel und finanzielle Hilfen).	☐	☐	☐	☐	3	1	3	1	3	3	3	1	2	3	23	0,124

Abb. 48: Fragebogen, Ergebnisse und Gewichtungsfaktoren NT .

Die Indikatoren werden gleichgewichtet. Begründung: Bei Befragung der Stakeholder war das endgültige Indikatorset nicht vollständig. Die nicht ausgewreteten Indikatoren sind nicht enthalten.

Die Summe der Gew.f. aller NT ist 1. Die Summe der Gew.f. aller NA unter einem NT ist 1 (d.h. 6*1).

		NT	1			2				3				4		5		6		Summe
NT	Nachhaltigkeitsthema	**Gew.f. NT**	0,15			0,14				0,22				0,19		0,19		0,12		1,00
NA	Nachhaltigkeitsausprägung	**Summe Gew NT**	0,05			0,00				0,08				0,12		0,05		0,00		
Gew.f.	Gewichtungsfaktor	**NA**	11	12	13	21	22	23	24	31	32	33	34	41	42	51	52	61	62	
RNE	Relative Nachhaltigkeitseffekte	**Summe/Anzahl* Gew.f.**	0,13	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,13	0,12	0,05	0,27	0,35	0,09	0,17	0,00	0,00	
		Gew.f. NA	0,31	0,37	0,31	0,23	0,28	0,18	0,31	0,24	0,27	0,25	0,24	0,50	0,50	0,47	0,53	0,48	0,52	6,00
		Summe RNE NA	2,40	2,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,82	2,36	1,90	1,80	0,53	0,70	1,00	3,12	0,00	0,00	
Nr.	**Indikator**	**RNE (nach Normierung der Indikatorergebnisse)**																		
1	Humantoxizität	93%	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	Karzinogenität	34%	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	Feststoffemissionen	74%	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Versauerungspotenzial	77%	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	Eutrophierungspotenzial	67%	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
6	Ökotoxizität	22%	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	
7	Ozonabbaupotenzial	-78%	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Fotochem. Ozonbildung	94%	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	Erneuerbarkeit der Ressourcen	67%	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
10	Flächnenutzung (Konkurrenz)	-162%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
11	Treibhausgaspotenzial	53%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	
12	Energieaufwand	70%	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	
18	Investitionen	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
19	Wirtschaftliches Ergenis	0%	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
21	Sicherheit am Arbeitsplatz	0%	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	Grundversorgung	0%	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
23	Soziale Akzeptanz	0%	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
24	Institutionelle Strukturen	0%	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	
25	Ressourcenverfügbarkeit	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
26	Biodiversitätsschutz	100%	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	
27	Kohlenstoffsenken	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
28	Vorteilhaftigkeit des Produkts	0%	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
29	Infrastruktur und Logistik	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
30	Absatzsstrukturen	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
31	Volkswirtschaftliche Effekte	0%	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
		Anzahl der Indikatoren	6	4	0	0	3	0	3	7	5	4	9	1	1	5	10	0	0	

Abb. 49: Gewichtungsmatrix LCB.

9.5. Anhang Formales

9.5.1. Veröffentlichung

Michels, J. (Ed.). (2014). "Lignocellulose-Bioraffinerie" Aufschluss lignocellulosehaltiger Rohstoffe und vollständige stoffliche Nutzung der Komponenten (Phase 2). Gemeinsamer Schlussbericht zu den wissenschaftlich-technischen Ergebnissen aller Teilvorhaben. Frankfurt: DECHEMA. Abgerufen von FNR: http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22019509.pdf

9.5.2. Eidesstattliche Versicherung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Hamburg, den 9.12.2014

Eva Meier

9.5.3. Danksagung

Ich bedanke mich bei Dir. und Prof. Prof. Dr. Matthias Dieter und Dr. Jörg Schweinle für ihre Offenheit, ihr fachliches Engagement, lebhafte Diskussionen und konstruktive Kritik. Ich bedanke mich auch recht herzlich für die Betreuung meiner Dissertation durch Prof. Dr. Bodo Saake.

Die Kollegen des Thünen-Instituts haben mich in den vergangenen Jahren stets unterstützt, daher gilt mein Dank auch ihnen. Besonders „nachhaltig“ möchte ich mich bei Anne Rödl, Niels Janzen, Klaus Zimmermann und Gen Mortimer für unsere Gespräche rund um die Dissertation bedanken.

Mein spezieller Dank geht an Bettina Schwörer und Stephanie Landsberg, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen und ohne die diese Arbeit vielleicht nie fertig geworden wäre. Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner Mutter bedanken, die nicht nur meine Förderin, sondern auch mein Vorbild ist.

9.6. Zusammenfassung

Erstmals von v. Carlowitz vor über dreihundert Jahren für die Forstwirtschaft genutzt, hat sich das Konzept der Nachhaltigkeit zu einem gesellschaftlichen Leitbild mit unterschiedlichen Bedeutungen und Formen der Implementierung auf technischer, politischer wie auf wirtschaftlicher Ebene entwickelt.

Durch das steigende Interesse und die vermehrte Nutzung des Nachhaltigkeitsbegriffs, steigt auch der Bedarf daran Nachhaltigkeit zu bewerten. Bisher existierten jedoch keine einheitlichen oder standardisierten Wege zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit. Eine Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsbewertungen ist daher bisher nicht gegeben. Die Vergleichbarkeit von Bewertungsergebnissen ist jedoch eine entscheidende Voraussetzung für die Beurteilung der Nachhaltigkeit von Produkten oder auch Unternehmen.

Vor dem Hintergrund einer bisher fehlenden Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsbewertungen wurde in der vorliegenden Arbeit ein Bewertungsansatz entwickelt, der mit Hilfe sozialwissenschaftlicher Methoden eine regelgeleitete und transparente Vorgehensweise zur kontextbezogenen Operationalisierung von Nachhaltigkeitskonzepten auf Basis gesellschaftlicher Nachhaltigkeitsstrategien verfolgt.

Durch eine entwicklungsgeschichtliche und methodische Beleuchtung des Nachhaltigkeitskonzepts sowie von Nachhaltigkeitsbewertungen, konnten definierende Eigenschaften identifiziert werden. Diese definierenden Eigenschaften wurden als sogenannte Gestaltungsfelder für den entwickelten Bewertungsansatz festgelegt. Sie ermöglichen, im Rahmen einer Bewertung, einen systematischen und daher transparenten Umgang mit dem uneinheitlich definierten Konzept der Nachhaltigkeit. Zu den Gestaltungsfeldern gehören vier konstitutive Elemente, die für das Grundverständnis von Nachhaltigkeit relevant sind: (1) das Ziel der Generationengerechtigkeit, (2) eine holistische Betrachtungsweise (3) ökonomischer, ökologischer sowie sozialer Nachhaltigkeitsaspekte. Diese drei Elemente werden in dem Bewertungsansatz (4) integrativ zusammengeführt. Weitere Gestaltungsfelder, die anhand bestehender Bewertungsverfahren abgeleitet wurden, sind die Festlegung von Systemgrenzen, das Bewertungsspektrum, die Einbindung der sozialen Systeme in denen Nachhaltigkeit operationalisiert wird sowie die Bestimmung von bewertungsrelevanten Nachhaltigkeitsaspekten und Auswertungsmethoden. Darüber hinaus, wurden durch eine systemtheoretische Erörterung von Nachhaltigkeitsbewertungen die weiteren Grundlagen für einen systematischen Bewertungsansatz geschaffen.

Auf Basis der erarbeiteten Gestaltungsfelder sowie der systemtheoretischen Grundlagen der Nachhaltigkeitsbewertung wurde der Logical Framework Approach to Sustainability Assessment (LOFASA) entwickelt. Der Bewertungsansatz umfasst sechs operative Schritte: (1) Erstellung eines Basisnachhaltigkeitskonzepts, (2) Objektanalyse, (3) Inhaltsanalyse, (4) Bewertungsanalyse, (5) Verifizierungsanalyse und (6) Multikriterienanalyse. Zunächst wird der gesellschaftliche Rahmen, in dem die Nachhaltigkeitsbewertung ausgeführt wird, durch die Erarbeitung des Basisnachhaltigkeitskonzepts in Form eines hierarchischen Kategoriensystems erfasst (1. operativer Schritt). Bei der Objektanalyse (2. operativer Schritt) wird das Bewertungsobjekt explizit festgelegt. Dazu gehören die Objektbeschreibung, die Beschreibung der Systemgrenzen und Referenzen, die Festlegung der Ziele der Bewertung sowie eine Kontextanalyse. In der Inhaltsanalyse (3. operativer Schritt) werden anschließend Nachhaltigkeitsaspekte aus dem Kontext des Bewertungsobjekts regelgeleitet über das Basisnachhaltigkeitskonzept mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien verknüpft. Die Aussagefähigkeit der

Nachhaltigkeitsaspekte für das Bewertungsobjekt wird in der Bewertungsanalyse (4. operativer Schritt) durch ein heuristisches Ausschlussverfahren geprüft. Dabei werden zeitliche Restriktionen (ex post vs. ex ante) sowie die Betrachtungsebene (Prozess, Produkt, Unternehmen, sektoral, national) für logische Schlussfolgerungen herangezogen. Die Nachhaltigkeitsaspekte, die nicht logisch in der Bewertungsanalyse ausgeschlossen wurden, werden in der Verifizierungsanalyse (5. operativer Schritt) mit Hilfe von Experten weiter geprüft, wobei Redundanzen, die Detailtiefe und erneut die Aussagefähigkeit der Nachhaltigkeitsaspekte zu betrachten sind. Das Ergebnis dieser Vorgehensweise ist ein Set an Indikatoren, welches regelgeleitet erarbeitet und transparent dokumentiert wird. Das Indikatoren-Set ermöglicht eine kontextbezogene Nachhaltigkeitsbewertung, die mit gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsstrategien verknüpft ist. Nachdem die Indikatorwerte ermittelt wurden, folgt die Multikriterienanalyse (6. operativer Schritt). Bei der Multikriterienanalyse werden die auf unterschiedlichen Skalenniveaus vorliegenden Indikatorwerte in einer gemeinsamen Einheit gegenübergestellt und potenzielle Auswirkungen werden durch die Gewichtung auf Ebene gesellschaftlicher Nachhaltigkeitsthemen sichtbar.

Die Anwendbarkeit des entwickelten Ansatzes LOFASA, wurde durch die exemplarische Bewertung der Nachhaltigkeit der Prozesskette einer Lignocellulose-Bioraffinerie (LCB) überprüft. Die Prozesskette der LCB auf Basis von Laubholz, wurde dabei mit konventionellen Referenzprozessen auf Basis fossiler und biogener Rohstoffe zur Herstellung nutzengleicher Produkte verglichen. Die Referenzprodukte für die Produkte waren Phenol (Ligninsubstitut) und Zucker aus Zuckerrüben.

Mit dem LOFASA wurde für die Prozesskette LCB ein Basisnachhaltigkeitskonzept abgeleitet, bestehend aus sechs übergeordneten gesellschaftlich relevanten Nachhaltigkeitsthemen (Gesundheit, Lebensstandard, Umgang mit Ressourcen, Klimawandel, Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, Internationale Verantwortung) mit siebzehn Ausprägungen. Zudem wurden 31 kontextbezogene Indikatoren für die Nachhaltigkeitsbewertung identifiziert. Die quantitativen Indikatoren konnten überwiegend anhand von Stoff- und Energieflussmodellen bewertet werden. Die qualitativen Indikatoren wurden auf Grundlage von Expertenmeinungen und umfassender Literaturrecherche bewertet. Für sechs Indikatoren war eine Auswertung aufgrund fehlender Daten aus dem Pilotprojekt LCB nicht möglich.

Die quantitativ und qualitativ auf unterschiedlichen Skalen vorliegenden Indikatoren, wurden in einer Multikriterienanalyse normiert und gewichtet. Bei der Normierung wurden die Indikatorwerte als relative Nachhaltigkeitseffekte im Vergleich zur Referenz (Abstand des Indikatorwerts der Bioraffinerie zum Indikatorwert der Referenz) auf eine gemeinsame Einheit gebracht und anschließend durch Mitglieder des LCB-Projektkonsortiums auf Ebene der übergeordneten gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsthemen des Basisnachhaltigkeitskonzepts gewichtet.

Die Ergebnisse der Anwendungsstudie zeigen, dass die innovative Prozesskette der LCB eine nachhaltige Alternative für die Bereitstellung von Grundprodukten zur Weiterverarbeitung in der chemischen Industrie im Vergleich zu konventionellen Herstellungswegen sein kann. Insbesondere die Substitution fossiler Ressourcen und die insgesamt weniger energieintensive und emissionsärmere Prozessführung waren ausschlaggebend für eine, aus gesamtgesellschaftlicher Sicht, positive Bewertung der Nachhaltigkeit der LCB. Es zeigte sich außerdem, dass der Rohstoff Holz gegenüber anderen landwirtschaftlich erzeugten nachwachsenden Rohstoffen zusätzliche Vorteile aufweist.

Auch wenn die exemplarische Anwendung des LOFASA für die Nachhaltigkeitsbewertung der Bioraffinerie noch Optimierungspotential bei der Ermittlung von Indikatorwerten und der multikriteriellen

Analyse aufwies, ließ sie dennoch erkennen, dass der Bewertungsansatz geeignet ist, um Nachhaltigkeit objektbezogen auf Basis gesellschaftlicher Nachhaltigkeitsstrategien zu operationalisieren.

Mit dem entwickelten Ansatz LOFASA wurde der weitgefasste Nachhaltigkeitsbegriff in einen strukturierten Rahmen übersetzt, indem eine holistische Betrachtungsweise mit einer systematischen Vorgehensweise gekoppelt wurde. Die Bioraffinerie wurde innerhalb definierter Systemgrenzen anhand transparent hergeleiteter und dokumentierter Indikatoren im Vergleich zu einer ebenfalls definierten Referenz bewertet. Dadurch wurde Transparenz und Nachvollziehbarkeit für Dritte ermöglicht und somit eine Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsbewertungen erreicht.

9.7. Summary

The concept of sustainability was used for the first time three hundred years ago by v. Carlowitz in relation to forest management. It has since become a general social concept with diverse meanings and has been applied to a variety of contexts including technical, political, and commercial applications.

Due to the growing interest in and increasing use of the concept of sustainability the need for methods to measure, evaluate, and compare sustainability is also growing. Yet, at present there is no consistent definition of the concept and thus no standardized way to operationalize sustainability. Hence comparability of sustainability assessments is currently not possible, despite being an important requirement to judge the sustainability of products or companies.

Against the background of this lack of a comparability of sustainability assessments, in this dissertation an assessment approach has been developed. Based on methods from social science, the assessment approach provides a controlled and transparent process for operationalizing concepts of sustainability with respect to the context and based on society´s sustainability strategies.

Through analyzing the developmental history and methodological approaches applied to the concept of sustainability, defining characteristics of sustainability and sustainability assessment were identified. These defining characteristics were designated as so-called for the developed assessment approach. They allow for dealing with the heterogeneous concept of sustainability in a systematic and transparent manner in the scope of an assessment. The areas of configurability include the following four constituents relevant to the basic understanding of sustainability: (1) the goal of intergenerational justice and (2) a holistic view on (3) economical, ecological, and social sustainability aspects. These three constituents are (4) integrated in the assessment approach. Further areas of configurability, derived from existing assessment approaches, are the determination of system boundaries, the scope of assessment, the involvement of social systems in which sustainability is being operationalized as well as the assignment of sustainability aspects and evaluation methods relevant to the assessment. Furthermore, the consideration of sustainability assessment in the scope of systems theory produced additional basis for a systematic assessment approach.

Based on the identified areas of configurability as well as the foundations for sustainability assessment derived from systems theory, the Logical Framework Approach to Sustainability Assessment (LOFASA) was developed. The LOFASA comprises six operational steps: (1) establishing of a basic sustainability concept, (2) object analysis, (3) content analysis, (4) evaluation analysis, (5) verification analysis, and (6) multi-criteria analysis. First, the societal frame in which the sustainability assessment occurs is captured through the construction of a basic sustainability concept in a hierarchic category system (1. operational step). In the object analysis (2. operational step) the valuation object is explicitly defined. That includes the description of the object, the description of system boundaries and references, the definition of assessment goals as well as a context analysis. Sustainability aspects from the subject of evaluation´s context are linked to societal sustainability strategies via the basic sustainability concept following the rules of content analysis (3. operational step). In the evaluation analysis (4. operational step), the informational value of the sustainability aspects for the object of evaluation is tested using a heuristic elimination procedure. Temporal restrictions (ex post vs. ex ante) and different levels of consideration (process level, product level, company level, sectorial, national) are used to exclude aspects based on logical conclusions. Sustainability aspects that are not

excluded in the evaluation analysis are further verified with the help of experts in the verification analysis (5. operational step). The experts are asked to check for redundancies, appropriateness of the level of detail, and again informational value of the sustainability aspects. This procedure entails a set of indicators derived from a controlled and transparently documented process thus enabling context-driven sustainability assessment in conjunction with societal sustainability concepts. After indicator values have been calculated, multi-criteria analysis is conducted (6. operational step). In the multi-criteria analysis the indicator values, which may be both quantitative and qualitative and which may have different scaling, are contrasted in a common unit and their potential effects on society's sustainability themes can be interpreted and compared.

The applicability of the developed LOFASA was tested in an exemplary sustainability assessment of a biorefinery process chain based on lignocellulose feedstock (LCB). The LCB process chain was compared to conventional reference processes based on fossil and biogenic feedstock producing products of equal use. References for the biorefinery products based on hardwood were phenol (substitute for lignin) and sugar from sugar beets.

With the LOFASA a basic sustainability concept consisting of six higher-ranking sustainability themes of societal relevance (health, standard of living, resource use, climate change, economic capability, international responsibility) and seventeen subordinate specifications were derived. 31 subordinate contextual indicators to assess the sustainability of the LCB were also identified. The quantitative indicators were predominantly determined using life cycle assessment. The qualitative indicators were assessed based on literature review and expert opinions. Six indicator values could not be determined due to missing data from the LCB pilot project.

The quantitative and qualitative indicator values on different scales were standardized and weighted in a multi-criteria analysis. By scaling the indicator values to be relative sustainability effects compared to the reference (distance of the indicator value biorefinery to the indicator value reference) they could be displayed on a common scale. Each indicator was then weighted by members of the LCB-project in terms of higher-ranking societal sustainability themes from the basic sustainability concept.

The results of the case study show that the innovative LCB process chain may be a sustainable alternative providing primary input products for further treatment in the chemical industry, especially when substituting fossil resources. In addition to an overall lower energy input and lower emissions profile, the LCB process was evaluated positively from the societal perspective because the evaluation also found that wood feedstock yield sustainability advantages compared to other agricultural renewable feedstock.

Despite some potential for optimization in determining the indicator values and in the multi-criteria analysis, the application of the LOFASA for sustainability assessment of the LCB has shown that LOFASA is useful to operationalize sustainability in an object based and context-driven manner based on societal sustainability strategies.

With LOFASA, the broad concept of sustainability was translated into a structural framework, by integrating a holistic view with a systematic approach. The LCB was evaluated within defined system boundaries using transparently derived and documented indicators in comparison to a defined refer-

ence. Thus, transparency and traceability for third parties was facilitated and therefore comparability of sustainability assessments was achieved.