

Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschule

Kumulative Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.)
im Fach Erziehungswissenschaft an der Fakultät für Erziehungswissenschaft
der Universität Hamburg

vorgelegt von
Prof. Dr.-Ing. Dominikus Herzberg
aus Bonn

Hamburg, 2023

1. Gutachter/in: Prof. Dr. Gabi Reinmann, Universität Hamburg
2. Gutachter/in: Prof. Dr. Tobias Jenert, Universität Paderborn
Mündliche Gutachter/in: Prof. Dr. Carla Bohndick, Universität Hamburg

Tag der Disputation: 31. Mai 2023

Eidesstattliche Erklärung

Gemäß §7(4) der Promotionsordnung der Fakultät für Erziehungswissenschaft der Universität Hamburg versichere ich an Eides statt, dass ich die Dissertation selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Ich erkläre, keine kommerzielle Promotionsberatung in Anspruch genommen zu haben. Diese Arbeit wurde nicht in einem früheren Promotionsverfahren angenommen oder als ungenügend beurteilt.

(Dominikus Herzberg)

Inhalt

1. Rahmung	1
1.1. Eine Forschungslücke: Wissenschaftsdidaktik und die Fachhochschule.....	1
1.2. Die andere Perspektive: Berufliche Praxis, Anwendung und Entwicklung	3
1.3. Die Bedeutung des praktischen Handelns.....	7
1.4. Effektivität als Handlungsmaxime, der Entwurf als Erkenntnisinstrument	10
1.5. Eine Konzeption angewandter Forschung und experimenteller Entwicklung	12
2. Theoriarbeiten zur Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschule ..	15
2.1. Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik (Herzberg, 2020b) ...	17
2.2. Gestaltungsorientierte Forschung (Herzberg, 2022c).....	19
2.3. Ein Modell zum Gestaltungshandeln in DBR (Herzberg, 2022d).....	20
2.4. Die Bachelorarbeit in der HAW-Informatik (Herzberg, 2022b).....	22
2.5. Anwendungspraxis vs. Wissenschaft (Herzberg, 2022a).....	23
2.6. Auf dem Weg zu einer Wissenschaftsdidaktik (Herzberg, 2023a).....	24
2.7. Embodied Cognition als Lehrparadigma (Herzberg, 2019b)	25
2.8. Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung (Herzberg, 2023b).....	26
2.9. Conjecture Mapping im SoTL-Projekt (Joller-Graf & Herzberg, 2022).....	27
3. Fazit und Ausblick	28
4. Literaturverzeichnis	32
Anhang: Ergebnisse und eingebrachte Einzelarbeiten	37

1. Rahmung

Diese Dissertation ist eine kumulative Arbeit, die aus einer theoretischen Perspektive eine Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschule konzipiert. Diese dreiteilige Hinführung dient dazu, die eingebrachten Beiträge in ihrem Gefüge und Zusammenhang verständlich zu machen und die Linien der Theorieentwicklung zu skizzieren. Das Ziel ist, der Leserin bzw. dem Leser eine Orientierung und Einordnung zu den Publikationen zu bieten.

Zunächst führt Teil 1 als Rahmung in die Ausgangs- und Bedingungs-lage dieser Forschungsarbeit ein, damit sie in ihrem Anliegen und ihrem Forschungsgegenstand verständlich wird. Zudem werden einige theoretischen Gedanken dargelegt, die als Hintergrund vor allem für die sogenannte Theorieachse dieser Arbeit wesentlich sind. In den nachstehenden Abschnitten geht es um Folgendes: Der Text identifiziert die Forschungslücke, der sich diese Dissertation widmet, er stellt die Fachhochschule in ihren Bedingtheiten als Hochschultypus vor, eröffnet die Bedeutung des praktischen Handelns als Erkenntnisinstrument und führt das Wissenschaftskriterium der Effektivität ein, das neben dem der Wahrheit existiert. Damit wird ein originär fachhochschulischer Standpunkt der Praxis- und Anwendungsorientierung entwickelt, aus dem heraus Forschung und Entwicklung (FuE) gedacht werden und der eine fachhochschuleigene Perspektive für die Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik darstellt.

Mit diesem Hintergrund ausgestattet stellt Teil 2 die im Anhang eingefügten Zeitschriften- und Buchbeiträge vor und hilft, diese in ein Gesamtgefüge einzuordnen. Teil 3 zieht ein Fazit und zeigt eine mögliche Fortsetzung der Forschungsarbeit auf. Im Anhang findet sich entsprechend den Vorgaben der Promotionsordnung eine Kurzfassung der Ergebnisse und eine Liste mit den Titeln der Einzelarbeiten, die in diese kumulative Arbeit eingehen. Die Einzelarbeiten sind dem Anhang beigelegt. In den meisten Fällen erlaubt es die Publikationslizenz, den Beitrag in seiner veröffentlichten Druckfassung beizulegen, ansonsten ist die Einreichungsfassung als Preprint eingelegt.

1.1. Eine Forschungslücke: Wissenschaftsdidaktik und die Fachhochschule

Diese Forschungsarbeit adressiert eine Forschungslücke. Bislang wurde die Wissenschaftsdidaktik universitär konzipiert und gedacht, d.h. sie blieb auf den institutionellen Kontext der Universität bezogen und im Diskurs auf sie beschränkt. Historisch ist das verständlich, wenn- gleich die Frage offen bleiben muss, warum der Diskurs bis heute die Fachhochschule (FH) weitgehend ausblendet.

Während die Fachhochschulen 1968 mit der Grundsatzklärung der Ministerpräsidenten der Länder auf den Weg gebracht werden (Pahl, 2018, S. 69), beginnt zeitgleich an den Universitäten eine Diskussion um den Begriff der Wissenschaftsdidaktik (Hentig, Huber & Müller, 1970). Die Diskussionen finden selbstredend ohne einen Gedanken an die Fachhochschule statt, die sich gerade erst in der Gründungsphase befindet und deren Stellung in der Hochschullandschaft und deren Anteil am Wissenschaftsbetrieb mitten im hochschul- und bildungspolitischen Klärungs- und Findungsprozess ist. In der Gründungszeit steht die

praxisbezogene Lehre und eine auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende und berufsbefähigende Bildung im Vordergrund, wenngleich die Forschung nicht ausgeschlossen ist (Pahl, 2018, S. 69). Bis in die 1990er Jahre werden die Fachhochschulen „als praxisorientierte Hochschulen systematisch ausgebaut“, sie entwickeln „fachlich-anwendungs-orientierte Schwerpunkte“ und betreiben „nun zunehmend auch wissenschaftliche Lehre und teilweise sogar Forschung“ (S. 70), wobei man das relativieren muss: „Forschungs- und Untersuchungsvorhaben standen allerdings – allein wegen der hohen Stundenbelastung für die Lehre – nicht im Zentrum der Arbeit an den Fachhochschulen.“ (S. 73) Derweil kommt die Debatte zur Wissenschaftsdidaktik in den 1980er und 1990er Jahren nahezu zum Erliegen (vgl. Zentrum für Wissenschaftsdidaktik, 2022).

Als um die Jahrtausendwende der Bologna-Prozess einen europäischen Hochschulraum erschafft und reguliert, verbessert „sich die Anerkennung der Fachhochschulen im Hochschulsystem als fast gleichwertiger Hochschultyp“ (Pahl, 2018, S. 81). Formal-gesetzlich ist die Fachhochschule „als Institution der Lehre, aber auch der Forschung“ etabliert, mittlerweile „liegt ihre wesentliche Aufgabe in der wissenschaftlichen und praxisorientierten Fachkräfteausbildung“ (S. 83), wobei die akademische Ausbildung der Studierenden die „vordringliche Aufgabe“ der Fachhochschule bleiben soll (Wissenschaftsrat, 2010, S. 7 u. 52). Nicht nur die Akademisierung der Berufe, sondern auch die Wissenschaftsfundierung der Berufswelt prägen die fachhochschulische Ausbildung: „Berufliche Anforderungsprofile machen zunehmend die eigenständige Anwendung wissenschaftlicher Methoden und Erkenntnisse notwendig; aufgrund dessen können intensive Forschungsbezüge in Lehre und Studium die berufsfeld- und professionsbezogenen Kompetenzen der Absolventinnen und Absolventen erhöhen.“ (Wissenschaftsrat, 2010, S. 55) Zugleich wächst den Fachhochschulen die Aufgabe zu, forschend tätig zu sein, sie „ist mittlerweile eine Dienstaufgabe der Hochschullehrer/-innen an Fachhochschulen“ geworden (Pahl, 2018, S. 106). „Von Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen gehen wesentliche Impulse für die Innovationsfähigkeit der Gesellschaft aus.“ (Wissenschaftsrat, 2010, S. 9)

Diese besondere Verknüpfung von Forschung, Entwicklung und Berufswelt, die sich an dem Hochschultypus der Fachhochschule ausdifferenziert, wird von Pahl (2018, S. 100) als Chance verstanden, „mit der Lehre eine besondere Beziehung zur Forschung“ herzustellen, was ganz im Sinne der Leitidee der Einheit von Forschung und Lehre ist. Forschungsnahe, forschungsorientierte wie auch praxisnahe und praxisorientierte Lehre werden dem Profil der Fachhochschule besonders gerecht (vgl. Scholl, 2017). Allerdings hat das bislang nicht dazu geführt, dass der wiederentdeckte und neu aufgenommene Diskurs zur Wissenschaftsdidaktik von Seiten der Fachhochschulen wahrgenommen und aufgegriffen wurde; über die Gründe lässt sich nur spekulieren. Sicher hat es etwas damit zu tun, dass es an Fachhochschulen keine bildungswissenschaftlichen, nur selten fachdidaktische und erst recht keine wissenschaftsphilosophischen Professuren gibt, die eine fachhochschulspezifische Sicht einbringen könnten. Zudem bieten hochschuldidaktische Weiterbildungsangebote die Wissenschaftsdidaktik praktisch nicht als Thema an. Auf der anderen Seite hat sich die universitäre Debatte

dem aufstrebenden Hochschultypus der Fachhochschule nicht geöffnet; sie bleibt in sich geschlossen und weist bisweilen ein Unverständnis für die Fachhochschule auf.

Ein Beispiel für ein Abgrenzungsbedürfnis gegenüber der Fachhochschule liefert der Text von Nieke und Freytag-Loringhoven (2014), der sich als „Skizze einer universitären Wissenschaftsdidaktik“ versteht – so der Untertitel des Papiers. „Die Wissenschaft hat das Ziel einer Wahrheitsfindung“, zwar nicht einer absoluten, so doch einer relativen (S. 7). „Die Vorbereitung auf den Beruf ist eine gemeinsame Aufgabe von Universität und anderen höheren Schulen. [...] Dennoch unterscheidet sich der universitäre Bildungsansatz mit seiner Fokussierung auf die Wissenschaft grundlegend von der auf die praktische Anwendung ausgerichteten Berufsbildung etwa an der Fachhochschule.“ (S. 9) Die Autoren setzen auf »Bildung durch Wissenschaft« als Grundmaxime einer Wissenschaftsdidaktik, leiten daraus eine transformative Kraft ab und sehen eine Praxisorientierung kritisch: „Erwartung an unmittelbarer verwendbares Praxiswissen stehen dem transformativen Bildungsprozess des Studiums entgegen, der auf der Selbstbildung des Einzelnen und dem Erlernen eines gemeinsamen Habitus aufbaut.“ (S. 37) Aus dem Text ist eine Sorge aus der Angleichung von Universität und Fachhochschule herauszulesen, gepaart mit einem Wissenschaftsverständnis, das einzig auf Wahrheit beruht. Wenn die Universität das wäre, was sie nach Vorstellung der Autoren sein sollte, dann wäre *sie* der Ort einer Wissenschaftsdidaktik, nicht die Fachhochschule.

Andere Autoren agieren mit weniger Vorbehalt und bedienen sich teils des umfassenderen Begriffs der Hochschule, bleiben aber im Bezug der Universität verhaftet. Es ist eher die Ausnahme, wenn ein Autor wie Rhein (2022) anmerkt, dass es offen bleiben müsse „inwiefern sich die Überlegungen auf nicht-universitäre Hochschulen übertragen lassen“ (S. 21). Das spricht dafür, dass es der Anstrengung wert ist, eine fachhochschulische Wissenschaftsdidaktik zunächst aus ihrem eigenen Hochschultypus heraus zu denken und zu begründen.

1.2. Die andere Perspektive: Berufliche Praxis, Anwendung und Entwicklung

Der Titel der Arbeit „Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschule“ bringt einen Perspektivwechsel zum Ausdruck. Die Wissenschaftsdidaktik wird hier zwar auch *aus* der Sicht der Fachhochschule, doch im Wesentlichen *für* die Fachhochschule konzeptioniert und gedacht. Es wäre jedoch falsch und von einem irritierenden Abgrenzungsgedanken geprägt, würde man diesen Zugang zur Wissenschaftsdidaktik dann doch wieder ausschließlich institutionell denken und einengen. Es mangelt sicher nicht an einem Wissen über die Fachhochschule (vgl. Pahl, 2018), sondern – so meine Vermutung für das bislang ausgebliebene Mitdenken der Fachhochschule in einer Wissenschaftsdidaktik – an einem Verständnis für die an ihr stattfindende Art von Wissenschaft, an einem Nachvollzug des Einflusses, den die Praxis ausübt und an einer Kenntnis ihrer personellen und organisatorischen Eigenheiten und Wirkkräfte im Miteinander von Studierenden und Lehrenden. Die Art von Wissenschaft, die an Fachhochschulen ausgeübt wird, prägt ihr Wissenschaftsverständnis – aber ebenso üben der Praxisbezug und die Praxisnähe ihren Einfluss auf das Wissenschaftsverständnis aus, wie auch das Wissenschaftsverständnis ein Anspruchsverhältnis und einen Integrationsbedarf an

die Praxis formuliert. Praxisbezug und Wissenschaftsverständnis werden an der Fachhochschule konstitutiv integriert. Das mag sich mit der Art und der Ausübung von Wissenschaften überlappen, die an Universitäten stattfindet, hat aber einen eigenen, originären Ausgangspunkt in der Welt der Fachhochschulen. Mit dieser Aussage verbindet sich die These, dass eine Wissenschaftsdidaktik zusammenhängt mit der Art, der Ausübungsweise und dem Selbstverständnis von Wissenschaft. Letztlich geht es darum, die Wissenschaftsdidaktik wissenschafts- und institutionskulturell differenzierter anzulegen und aufzustellen.

Die Fachhochschulen haben sich weitgehend umbenannt in „Hochschulen für Angewandte Wissenschaften“ (HAWs) und tragen in ihrer modernisierten Bezeichnung die Anwendungsorientierung in ihrem Namen und bringen damit ihr verändertes Selbstverständnis auch in der Forschung zum Ausdruck (Hachmeister, Duong & Roessler, 2015, S. 3). Sie vertreten diesen wissenschaftlichen Zugang mit einer besonders intensiven Nähe zur beruflichen Praxis z.B. durch den Einbezug von nicht notwendigerweise promovierten Lehrbeauftragten, deren beruflichen Erfahrungen als wichtiger Beitrag zur Lehre erachtet werden, und durch ein in aller Regel dreimonatiges Praktikum, das der Bachelorarbeit vorangestellt ist, in einem Unternehmen stattfinden soll und idealerweise zu einer Abschlussarbeit überleitet, die im selben Unternehmen durchgeführt wird (Herzberg, 2019a).

Der berufspraktischen Ausrichtung der Fachhochschulen mit Anwendungsorientierung stehen die Universitäten gegenüber, die „als Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeit insbesondere Grundlagenforschung betreiben“ (Pahl, 2018, S. 84) und denen z.B. laut Hessischem Hochschulgesetz „die Weiterentwicklung der Wissenschaften durch Forschung“ obliegt (Land Hessen, 2021). Dazu kommen ein maximal hälftiges Lehrdeputat ihrer Professuren von 9 Semesterwochenstunden im Vergleich zur Fachhochschule und ein wissenschaftlicher Mittelbau, der vor allem getragen wird durch das Promotionsrecht, das Fachhochschulen nur in Einzelfällen und eingeschränkt zugestanden wird, das Habilitationsrecht und durchschnittlich 287T€ an Drittmiteinnahmen je Universitätsprofessur (exkl. medizinische Einrichtungen) im Jahr 2020 gegenüber 43T€ pro Fachhochschulprofessur (Destatis, 2022). Die höheren Drittmiteinnahmen basieren teils auf den Kooperationsmöglichkeiten der Universitäten mit Einrichtungen wie der Fraunhofer-Gesellschaft (Fraunhofer, 2020), die den Fachhochschulen in der Form noch nicht offenstehen, was aber von der Fraunhofer-Gesellschaft in einem aktuellen Positionspapier gefordert wird (Fraunhofer, 2022).

Die Unterscheidung in Grundlagenforschung und angewandte Forschung ist weniger epistemologisch begründet, sondern folgt dem Bedürfnis, „sich in einer komplexen Forschungs- und Innovationslandschaft zu orientieren“, was aber den Potenzialen der Forschung „für die Bearbeitung praktischer Probleme oder für Innovationen“ nicht gerecht wird (Wissenschaftsrat, 2020, S. 9–11). Der Wissenschaftsrat spricht deshalb in seinem Positionspapier von der „Anwendungsorientierung in der Forschung“ und möchte mit dieser „Terminologie darauf hinweisen, dass sich Akteure in allen Teilen des Wissenschaftssystems an möglichen Anwendungen orientieren und umgekehrt stärker anwendungsnah arbeitende Forschende das Potenzial grundlagenorientierter Arbeiten für ihre Forschungsfragen nutzen können“

(S. 11). Was der Wissenschaftsrat für ein Verständnis von Forschung *und* Entwicklung (FuE) außen vorlässt, aber für das fachhochschulische Forschungsspektrum hervorzuheben wichtig ist, ist die (experimentelle) Entwicklung, wie sie im sogenannten Frascati-Handbuch der OECD (2018) explizit Erwähnung und Berücksichtigung findet; das Frascati-Handbuch dient zur Erhebung und Verwendung von FuE-Statistiken. „Bei der experimentellen Entwicklung handelt es sich um systematische, auf vorhandenen Kenntnissen aus Forschung und praktischer Erfahrung aufbauende und ihrerseits zusätzliches Wissen erzeugende Arbeiten, die auf die Herstellung neuer Produkte oder Verfahren bzw. die Verbesserung existierender Produkte oder Verfahren abzielen.“ (OECD, 2018, S. 47 f.) „Um als FuE-Tätigkeit eingestuft zu werden, muss die Aktivität [...] neuartig, schöpferisch, ungewiss in Bezug auf das Endergebnis, systematisch, übertragbar und/oder reproduzierbar sein.“ (S. 47) Das gilt gleichermaßen für die experimentelle Entwicklung, die angewandte Forschung und die Grundlagenforschung. Die Produktentwicklung und die Vorserientwicklung gelten explizit nicht als experimentelle Entwicklung (S. 55 f.).

Abbildung 1 zeigt die sich ergebende Taxonomie zu Forschung und Entwicklung und bringt zudem die institutionellen Sektoren ein, die FuE betreiben: die Hochschulen, der Staat, Unternehmen und private Organisationen ohne Erwerbszweck (vgl. OECD, 2018, S. 111). Zur genauen Definition der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten, ihrer Kriterien und Merkmale und zur Abgrenzung der Sektoren sei auf das Papier des Wissenschaftsrats (2020) und das Frascati-Handbuch (OECD, 2018) verwiesen; diese Details mögen angesichts des hier interessierenden Aspekts des wissenschaftlichen Betätigungsfelds der Fachhochschulen zurückstehen.

<i>Staat</i>		Forschung und Entwicklung (FuE)		<i>Unternehmen</i>	
<i>Hochschulen</i>				<i>private Organisationen ohne Erwerbszweck</i>	
Anwendungsorientierte Forschung				experi- mentelle Ent- wicklung	
Grundlagen- forschung		Angewandte Forschung			

Abb. 1: Eine Taxonomie zu Forschung und Entwicklung inkl. beteiligter Akteure; grau-blau unterlegt ist der fachhochschulische FuE-Bezug als 15%iger Anteil

An den Universitäten erstreckt sich Forschung und Entwicklung grundsätzlich auf alles in Abbildung 1: auf die anwendungsorientierte Forschung, übergreifend wie auch in der Fokussierung auf Grundlagenforschung und/oder angewandte Forschung, und auf die experimentelle Entwicklung. Die Fachhochschulen betätigen sich ausschließlich in der angewandten, teils auch der anwendungsorientierten Forschung, und der experimentellen Entwicklung.

Der grau-bläuliche Bereich in Abbildung 1 stellt das dar und bringt in seinem Flächenanteil von etwa 15%, entsprechend dem Verhältnis an Drittmiteleinahmen gegenüber den Universitätsprofessuren, bildlich zum Ausdruck, dass hier (1.) wissenschaftlich „enger“ (finanziell wie auch zeitlich durch das höhere Lehrdeputat und mit einem bestenfalls gering besetzten wissenschaftlichen Mittelbau) und (2.) deutlich mehr angebunden an die Entwicklung operiert wird.

Die Fachhochschule begibt sich bei FuE in das Umfeld der betrieblichen Praxis, oft repräsentiert durch kleine und mittlere Unternehmen (KMUs), und hat nicht nur ihre ganz eigenständige Rolle im erfolgreichen Technologietransfer gefunden, sondern sie kann durch den Transfer in die Gesellschaft auch soziale Innovationen erzeugen (Roessler & Ziegele, 2022). Obwohl KMUs „dank ihrer Marktnähe und Flexibilität besonders häufig Innovationen hervor[bringen]“ (BMBF, 2018), geschieht das nicht notwendigerweise nach den genannten Forschungs- und Entwicklungskriterien von Neuartigkeit, schöpferischer Höhe, Ergebnisoffenheit, Systematik, Übertragbarkeit bzw. Reproduzierbarkeit. Und so kann es unter diesen Umständen z.B. im Rahmen von Abschlussarbeiten nach einem vorangegangenen Praktikum zu einer Betreuungssituation wie dieser kommen, die in einem Ratgeber für Studierende beschrieben ist: „Jede [wissenschaftliche] Arbeit hat zwei Schwerpunkte in der Betreuung: Theorie und Praxis. Auch wenn es meist keine klare Trennung gibt, ist der Professor eher auf den theoretischen Teil und die richtige Anwendung in der Praxis spezialisiert, während sich der Betreuer im Unternehmen hauptsächlich um den praktischen Teil kümmert, also die Anwendung mit Fokus auf die Ergebnisse.“ (Schmidt, 2013, S. 136) Diese Form der „Arbeitsteilung“ produziert nicht nur ein Spannungsfeld für Studierende zwischen „Unternehmensinteressen, guten Noten und wissenschaftlichem Anspruch“ (S. 15), sie nötigt auch Betreuende zu Anpassungsleistungen (Herzberg, 2019a).

Diese darin zum Ausdruck kommende Gegenüberstellung, gar Separierung von Theorie und Praxis, widerspricht jeglicher anwendungswissenschaftlichen Philosophie, da sie Wissenschaft und Praxis nicht als Einheit versteht, sondern als getrennte Sphären, die über eine Anwendungsorientierung irgendwie zusammengebracht werden. Die Problematik dieser „Halbwissenschaftlichkeit“ ist ernst zu nehmen, ist sie doch der Fachhochschule in ihrer strukturellen Beschaffenheit und Ausrichtung auf die berufliche Praxis regelrecht eingeschrieben: Der FH-Alltag ihrer Lehrenden ist – neben der Lehre – meist eben nicht von großen, durch staatliche Wissenschafts- oder Forschungsprogrammen geförderten Projekten durchsetzt, sondern eher von unternehmensfinanzierten und damit an unternehmerischen Interessen ausgerichteten Entwicklungs- oder auch Innovationsprojekten, die der Anbindung an die berufliche Praxis und dem Wissenstransfer dienen und nur bedingt an einem wissenschaftlichen Erkenntnisinteresse ausgerichtet sind. So stehen auch die Abschlussarbeiten ihrer Studierenden mit der Ausrichtung auf die berufliche Praxis, hergestellt entweder über die Einbindung in solch ein Entwicklungs- oder Innovationsprojekt oder regulär über ein vorausgehendes Praktikum bei einem Unternehmen, vor der gleichen Problematik, wie sie die Interessen der beruflichen Praxis und das wissenschaftliche Erkenntnisinteresse übereinbringen sollen.

An der FH-Informatik zeige ich in zwei Beiträgen auf, wie das zu einer Erosion des Wissenschaftlichen geführt hat, was aber – so meine ich – nicht sein muss. Der Wissenschaftsdidaktik spreche ich eine entscheidende Rolle zu, eine wissenschaftsbezogene Praxisorientierung herstellen zu können. Das kann sie nur, wenn sie diese fachhochschulische Realität mitdenkt und ein Wissenschaftsverständnis herstellt, das Praxis und Theorie nicht trennt, sondern aufeinander bezieht.

1.3. Die Bedeutung des praktischen Handelns

„Hochschuldidaktik ist eine Institutionendidaktik“, schreiben Reinmann und Rhein (2022, S. 14), womit die Grenze zur Wissenschaftsdidaktik gezogen ist: „Wissenschaftsdidaktik dagegen lässt sich als genuiner Bestandteil wissenschaftlich-disziplinärer Arbeit auffassen. Sie fokussiert auf die Vermittlung des speziellen Weltaufschlusses, der in Wissenschaft angelegt ist.“ (S. 14) Dieses Verständnis von Hochschul- und Wissenschaftsdidaktik ist zu begreifen als ein Bestimmungs- und Abgrenzungsversuch, der in den 1970er Jahren seinen Ausgangspunkt nahm und angestoßen wurde durch die Studienreformdebatte und die von v. Hentig zuvor formulierten Gedanken zu einer Wissenschaftsdidaktik; dies half seinerzeit, die unterschiedlichen Problemlagen und Problemverständnisse institutioneller und disziplinärer Perspektiven zu klären und zur Verständigung und Orientierung beizutragen (Siegfried-Laferi, 2022, S. 111 f.). Hartmut von Hentig gilt bis heute als zentrale Figur der Wissenschaftsdidaktik, auf den sich „alle relevanten Diskursbeiträge um 1970“ beziehen; gemeint sind hier vor allem die am Diskurs Beteiligten Klaus Mollenhauer, Hans-Martin Saß und Klaus Schaller (S. 112).

Schaut man in v. Hentigs Beitrag zur Wissenschaftsdidaktik von 1969, nachzulesen bspw. in v. Hentig (2003, S. 174–194), so fallen mit dem Abstand von über 50 Jahren und mit Kenntnis der damaligen Debatten einige Widersprüche auf, wie sie z.B. Fahr (2022b) aufarbeitet; aber auch Fahr denkt dabei universitär, denn dort nähme man „am stärksten Bezug auf Wissenschaft“ (Fahr, 2022b, S. 69). Zudem koppelt er den für die Wissenschaften so entscheidenden Begriff der Erkenntnis an einen Wahrheitsbegriff (S. 80). Damit verschließen seine durchaus treffenden und interessanten Betrachtungen einen Zugang, der Wissenschaft als eine Verquickung von disziplinärer und akademischer Praxis versteht, was einem fachhochschulischen Verständnis von angewandter Wissenschaft nahesteht und eine ganz andere kategoriale Größe an Erkenntnis zulässt: die der Effektivität. Diese andere Kategorie findet man in der Technikphilosophie z.B. bei Kornwachs (2012) oder in der Wissenschaftstheorie bei Poser (2012) herausgearbeitet. Mit diesem Blick kann man v. Hentig heute durchaus anders lesen. Ihn kann man als jemanden verstehen, der dem Geiste der Fachhochschule deutlich nähersteht, als es die frühen Überlegungen zur Wissenschaftsdidaktik vermuten lassen.

Der seinerzeitige Lebensweg von v. Hentig ist der einer heutigen Person, die eine Fachhochschul-Professur besetzt, gar nicht so unähnlich. Nach der Promotion 1953 ging v. Hentig in den Schuldienst – er sammelt Berufserfahrung und arbeitet in der Praxis; so, wie es für FH-Professuren ein wichtiger Baustein im Lebenslauf und im Anforderungsprofil für eine Berufung ist. 1968 wurde er auf die Professur für Pädagogik an der Universität Bielefeld berufen –

als praktizierender Pädagoge, nicht als studierter Pädagoge. Beruf und akademisches Profil sind bei FH-Professuren auch eher als einander ergänzend statt streng fortschreibend zu lesen. Hartmut v. Hentig entwarf das Konzept der Laborschule Bielefeld, die 1974 gegründet wurde und einen Raum bot, Theorie und Praxis der Pädagogik zu untersuchen und zu beforschen; dieses Denken in Laboren, die Theorie und Praxis zusammenbringen sollen, ist ebenfalls nicht untypisch an Fachhochschulen, prägt generell viele ingenieurtechnische und naturwissenschaftliche Disziplinen und meint oft das, was allgemein als angewandte Wissenschaft bezeichnet wird.

Liest man also v. Hentig als jemanden, der Praxis und Theorie der Pädagogik stets zusammendenkt, der in der Laborschule Bielefeld angewandte Pädagogikforschung betreibt und der disziplinären Praxis und der akademischen Theoriebildung zu ihrem gemeinschaftlichen Recht verhilft, dann kann man die Bausteine entdecken, die v. Hentigs Gedanken für eine Wissenschaftsdidaktik der Fachhochschule vorzeichnet. In seinem Beitrag zur Wissenschaftsdidaktik von 1969 heißt es: „Wissenschaften können also in ihren Prinzipien gelernt werden. [...] Damit aber die Prinzipien nicht Worthülsen bleiben, müssen sie in ihrer »generativen« Funktion erfaßt werden.“ (Hentig, 2003, S. 174, H.i.O.) Und er erläutert einige Seiten später: „Es geht gar nicht mehr darum, daß man zu Lernendes leichter auffindet, Gelerntes besser behält und seine Fertigkeiten auch auf andere Gebiete übertragen kann, wenn man die »generativen Begriffe«, die »discovery method« der jeweiligen Wissenschaft lernt, sondern darum, daß die Wissenschaftsprozesse selbst durch diese Mittel und Verfahren wieder zugleich produktiv *und* verantwortbar, differenziert *und* lehrbar werden.“ (S. 189, H.i.O.)

Weiter heißt es: „In all diesen didaktischen Entwürfen geht es darum, daß die Lernenden mit Lagen konfrontiert werden, in denen sie Probleme zu entdecken (*problem raising*), Probleme zu lösen (*problem solving*) und die begrifflichen Verallgemeinerungen der Lösungsverfahren oder -mittel lernen.“ (S. 189, H.i.O.) Hier operiert v. Hentig mit Begriffsmitteln, die nicht weit weg von technikwissenschaftlichen (vgl. Kornwachs, 2018) und in einem fachhochschulischen Kontext Teil des ingenieurwissenschaftlichen Alltags sind und so berufliche Disziplin sowie pädagogisches Vorgehen verschmelzen lassen. Es schließt der Satz an: „Die letzteren sind so präpariert, daß jeder der verwendeten Begriffe gleichsam die Rekonstruktion der betreffenden Wissenschaft gestattet oder erzwingt: nämlich ihrer Grundsätze nach oben ebenso wie ihrer Ergebnisse nach unten.“ (Hentig, 2003, S. 189) Das ist es, was v. Hentig unter Wissenschaftsdidaktik versteht, und das ist im Kern der Ausgangspunkt, von dem her ich ein Modell zur Wissenschaftsdidaktik ableite, das ich als einen Theorievorschlag im Sinne von v. Hentigs Gedanken erachte.

In einem Vortrag aus 1977 führt v. Hentig Gedanken zu seinem Forschungsprinzip „Erkennen durch Handeln“ aus (Hentig, 2003, S. 125–171). Er fragt, „wie man der Praxis Sprache gibt, wie man Erfahrung mündig macht, ohne die Wissenschaft beiseite zu schieben“ (S. 129) und pointiert es am Forschungsgegenstand der Schule in Ermahnung seiner unterrichtenden Kollegen: „Euer Handeln ist Forschung, nämlich Erprobung einer in der Gesamtlage der Schule vorgelegten Behauptung.“ (S. 146). Denn: „Je tiefer man von den theoretischen

Höhen in die Niederungen von Handlungen herabsteigt, um so größer kann der Erkenntnisgewinn sein.“ (S. 146 f.). Praxis und Theorie gehören zusammen: „Die Unterordnung von je besonderen Tatsachen unter allgemeine Begriffe und Beziehungen, die Ableitung einer jeweiligen Handlung aus allgemeinen Erkenntnissen oder Prinzipien – das konstituiert nicht den Gegensatz, sondern den Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis. Daß die Realität komplex und die Theorie einfach ist (auch wenn es oberflächlich anders scheint), konstituiert ebenfalls nicht den Gegensatz, sondern das Bedürfnis der Praxis nach Theorie.“ (S. 150)

Man kann v. Hentig als jemanden sehen, der zwar aus dem Feld der Pädagogik heraus sprach und argumentierte, aber in der Verbindung von Theorie und Praxis und in der Bedeutung des praktischen Handelns als Erkenntnisinstrument einiges dachte, was zum Merkmal der aufkommenden Fachhochschulen werden sollte – ohne dass irgendwer dieses für die Fachhochschulen seinerzeit hätte so klar und vorausschauend zu formulieren gewusst. Diese hier vorgelegte Arbeit ist unter anderem ein Versuch, v. Hentig mit dieser anderen Brille zu lesen, die so untypisch für den universitären Bereich zu sein scheint.

Huber (2018) fasst die von v. Hentig hervorgebrachte Idee einer Wissenschaftsdidaktik und die darauffolgende Debatte in den 1970er wie folgt zusammen: Wissenschaftsdidaktik wird verstanden „als kritische Reflexion der Wissenschaft selbst im Zusammenhang mit ihrer Kommunikation“ (S. 38). Wissenschaft wird „zu Wissenschaft erst durch Mitteilung an andere; ohne ‚Veröffentlichung‘ in diesem Sinne keine Wissenschaft.“ (S. 38) Und er folgert: „Erkenntnis und Kommunikation stehen in einer Wechselwirkung zueinander“, was einem lauten Selbstnachdenken gleich die Wissenschaft selbst zu verändern vermag (S. 38). „In Bezug auf Lehre heute mag das allzu idealistisch klingen“, nicht jedoch, wenn man Lehre forschungsorientiert denkt und „wenn diese innovativ oder experimentierend gestaltet wird“ (S. 38). Dieser Aspekt der Kommunikation, auf den gerne rekuriert wird und der von v. Hentigs Begriff einer Wissenschaftsdidaktik etwas übermäßig verdichtet, wird von mir insofern berücksichtigt, als dass ich die Bedeutung von Forschung und Entwicklung für die Wissenschaftsdidaktik am Beispiel der Informatik herausarbeite.

In dieser Arbeit geht es mir nicht darum, neue Antworten auf die Frage zu geben, was Wissenschaftsdidaktik ist. Es geht mir vielmehr darum, die »generativen« Bausteine in ein Gesamtgefüge zu stellen, die nötig sind, um eine Wissenschaftsdidaktik in ihrer Kontingenz entstehen zu lassen und reflektierbar und beforschbar für Lehrende zu machen – dies aus dem Blickwinkel fachhochschulischer Lehre und ihrem in der Anwendungs- und Praxisorientierung zum Ausdruck kommenden Welt- und Wissenschaftszugang. Letztlich geschieht dies jedoch ohne die Absicht, damit eine institutionelle Grenzziehung zu stützen, sondern lediglich um mit von den Eigenheiten und Besonderheiten der Fachhochschule herkommend einen neuen Ausgangspunkt zu wählen. In dem Gesamtgefüge spielen Wissenschaftstheorie, Handlungstheorie und gestaltungsbasierte Forschung entscheidende Rollen, die vor dem Hintergrund einer disziplinären wie auch professionellen Praxis gesehen werden, die sich jedoch stets in ihrer Einbettung eines Wissenschaftsanspruchs vergewissern müssen. Schlussendlich geht es um Wissenschaft – und um Bildung durch Wissenschaftsdidaktik.

1.4. Effektivität als Handlungsmaxime, der Entwurf als Erkenntnisinstrument

Erkennen durch Handeln, Handeln als Forschung! Diese prägnante Aussage, die durch v. Hentig ins Spiel gekommen ist, greift zu kurz, doch sie taugt als Einstiegspunkt in ein Verständnis, worauf angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung basieren: auf Handlungen und auf einem gänzlich anderen Erkenntnisbegriff als dem der Wahrheit. Die Technikphilosophie hat sich ausführlich der Struktur und dem Aufbau technologischen Wissens gewidmet (vgl. Kornwachs, 2010), und da sich die Technikwissenschaften als angewandte Wissenschaften verstehen (Kornwachs, 2012, S. 53), melden die folgenden Ausführungen den Anspruch an, auf die Erkenntnisart in der angewandten Forschung und der experimentellen Entwicklung übertragbar zu sein; denn „das, was man die ‚Anwendbarkeit von Wissen‘ nennen könnte, ist selbst ein Wissen, das wir an dieser Stelle ‚pragmatisches Wissen‘ nennen wollen und auch zum pragmatischen Bereich gehört“ (S. 52).

Die wissenschaftstheoretischen Überlegungen der Technikphilosophie basieren auf der sogenannten Zweck-Mittel-Beziehung, siehe Abbildung 2. Praktisches Wissen ergibt sich aus der Beobachtung, dass ein Effekt **B** über eine Handlung **A** erreicht werden kann – ist das mit einer gewissen Zuverlässigkeit der Fall, dann handelt es sich um eine Regel **B per A**, deren Merkmal ihre Effektivität ist. Eine solche Regel kann das Resultat technikwissenschaftlicher Forschung oder auch technologischer Erfahrung ohne Forschungshintergrund sein (Kornwachs, 2013, S. 91). Ohne ein Wenn/Dann gibt es keine Wissenschaft, so pointiert Kornwachs, es müssen die Bedingungen genannt werden, „unter denen eine Regel überhaupt formuliert und angewendet werden kann“ (S. 91). Technologisches Wissen liegt dann vor, wenn ein Zweck oder eine Norm als Ziel **B** mit der Regel über eine Zweck-Mittel-Relation verknüpft ist (S. 91). Epistemologisch tragend sind der Test und die Simulation, die – ganz im Gegensatz zum theoriegeleiteten Experiment, wie etwa in den Naturwissenschaften – eine Regel abhängig von ihren Bedingungen im Sinne einer Funktionsvermutung auf ihre Effektivität überprüft; es geht um den wiederholbaren Einzelfall, nicht um die Möglichkeit einer Verallgemeinerung wie beim theoriegeleiteten Experiment (S. 92).

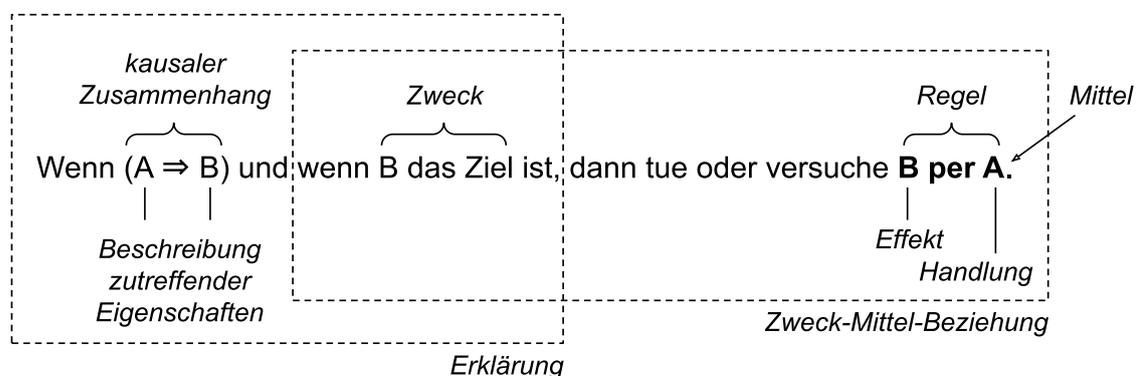


Abb. 2: Die Zweck-Mittel-Relation in Anlehnung an Kornwachs (2013, S. 90)

Mit (A \Rightarrow B) wird eine Zweck-Mittel-Relation um eine „vermutete, als Arbeitshypothese angenommene oder auch naturwissenschaftlich erhärtete Kausalitätsbeziehung“

erweitert; die Naturwissenschaft wird in dem Fall als Hilfswissenschaft angesehen (Kornwachs, 2013, S. 91). Aber: Technologisches Wissen muss nicht kausal begründet sein und die ihm zugrunde gelegten kausalen Zusammenhänge können durchaus falsch sein, ohne die Effektivität der Regel zu beeinträchtigen; ein Fallbeispiel dazu findet sich bei König (2010, S. 71–75). „Eine technologische Theorie besteht demnach aus miteinander verknüpfbaren Regeln.“ (Kornwachs, 2012, S. 53)

Diese in Abbildung 2 dargestellte, einfachste handlungstheoretische Denkfigur (die über das Technikwissenschaftliche hinausgeht) stellt einen praktischen bzw. pragmatischen Syllogismus¹ dar, der kausales Wissen und Handeln zusammenbringt und damit kategorial verschiedene Dimensionen verknüpft, ohne dass das eine vom anderen abgeleitet werden könnte (Kornwachs, 2012, S. 25). Einerseits geht es um Beschreibungen (symbolisiert durch **A** und **B**) und um Handlungen bzw. Handlungseffekte (notiert mit **A** und **B**), andererseits um die formal-logische Implikation ($A \Rightarrow B$) als Abbild einer Theorie eines kausalen Zusammenhangs unter dem Kriterium von Wahrheit und um die Effektivität einer Regel **B per A** in Abhängigkeit eines Zwecks. In Bezug gesetzt werden Beschreibung und Handlung, Wahrheit und Effektivität. Damit einher gehen gänzlich eigene Modi des Erkennens; um es nur anzureißen: das Beobachten von Handlungen in der Durchführung; das Testen oder Simulieren von Funktionsvermutungen; abduktive Vorhersagen der Effektivität von Regeln unter den Bedingungen einer situativen Einbettung; der Bau und Nutzen von Modellen zum Probehandeln; Prognosen und Hypothesen über mögliche Folgen von Handlungen (Kornwachs, 2012, S. 53 f.).

Nach diesen Erläuterungen kann man »Erkennen durch Handeln, Handeln als Forschung!« als Motto so stehen lassen, wenn man dahinter die anders gelagerte, handlungstheoretisch induzierte Erkenntnisart und Wissensstruktur an „Hochschulen für Angewandte Wissenschaft“ sieht. Insofern sollte noch einmal deutlich werden, dass die Fachhochschule mit ihren technikwissenschaftlichen Studienangeboten und Forschungsaktivitäten wissenschaftstheoretisch in spezifischer Weise aufgestellt ist, was in einer Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschule unbedingt berücksichtigt werden sollte. Ich gehe aber davon aus, dass dieser handlungstheoretische Ansatz auch für andere disziplinäre Angebote und Forschungsaktivitäten gilt, die sich den Handlungswissenschaften zuordnen lassen, wozu gemäß König (2010, S. 65) etwa die Wirtschaftswissenschaften, die Medizin, die Sozialwissenschaften und die Rechtswissenschaften zählen. Damit wäre auch das Ziel einlösbar, eine Wissenschaftsdidaktik zwar für die Fachhochschule zu konzipieren, aber vom handlungswissenschaftlichen Ansatz her generell zu öffnen und institutionelle Grenzen zu überwinden. Allerdings habe ich mich bei dieser Forschungsarbeit im fachlichen Bezug weitgehend auf die Informatik beschränkt, die ich den Technikwissenschaften zurechne (Luft, 1988). Das begründet sich zum einen in meiner Expertise für die Fachhochschul-Informatik und zum anderen in

¹ Kornwachs (2012, S. 234): „Der praktische Syllogismus unterscheidet sich vom pragmatischen lediglich dadurch, ob A und B über eine hinreichende oder notwendige Bedingung verknüpft sind.“

dem Bedarf, meine in der Informatik gemachten Beobachtungen und Erfahrungen umfassend einzuarbeiten. Wenn eine wissenschaftsdidaktische Konzeption bereits an der Informatik scheitern würde, wäre alles weitere Makulatur. Die Informatik hat hier einen exemplarischen Charakter.

1.5. Eine Konzeption angewandter Forschung und experimenteller Entwicklung

Bislang ist von angewandter bzw. anwendungsorientierter Forschung und experimenteller Entwicklung zwar theoretisch grundlegend, jedoch relativ abstrakt die Rede gewesen. Um die Auflösungsstufe und den Grad der Detaillierung zu erhöhen, stellt Abbildung 3 ein Modell vor, das von mir stets mitgedacht wird, aus früheren Überlegungen zu handlungs- und gestaltungsorientierter Forschung entstanden (Herzberg & Joller-Graf, 2020) und zur heutigen Form gereift ist. Damit werden einige meiner Beiträge in ihrer theoretischen Ausrichtung einerseits besser nachvollziehbar, weil klarer wird, mit welchem Verständnisbild von Anwendungs- und Entwicklungsorientierung ich „im Hintergrund“ operiere. Andererseits ist das Bild in der aktuellen Fassung ein Ergebnis eines Schärfungs- und Anreicherungsprozesses, mit dem ich mir den generellen fachhochschulischen Wissenschaftszugang „erkläre“, und das in seiner Reifung insofern auch als Resultat zu verstehen ist.

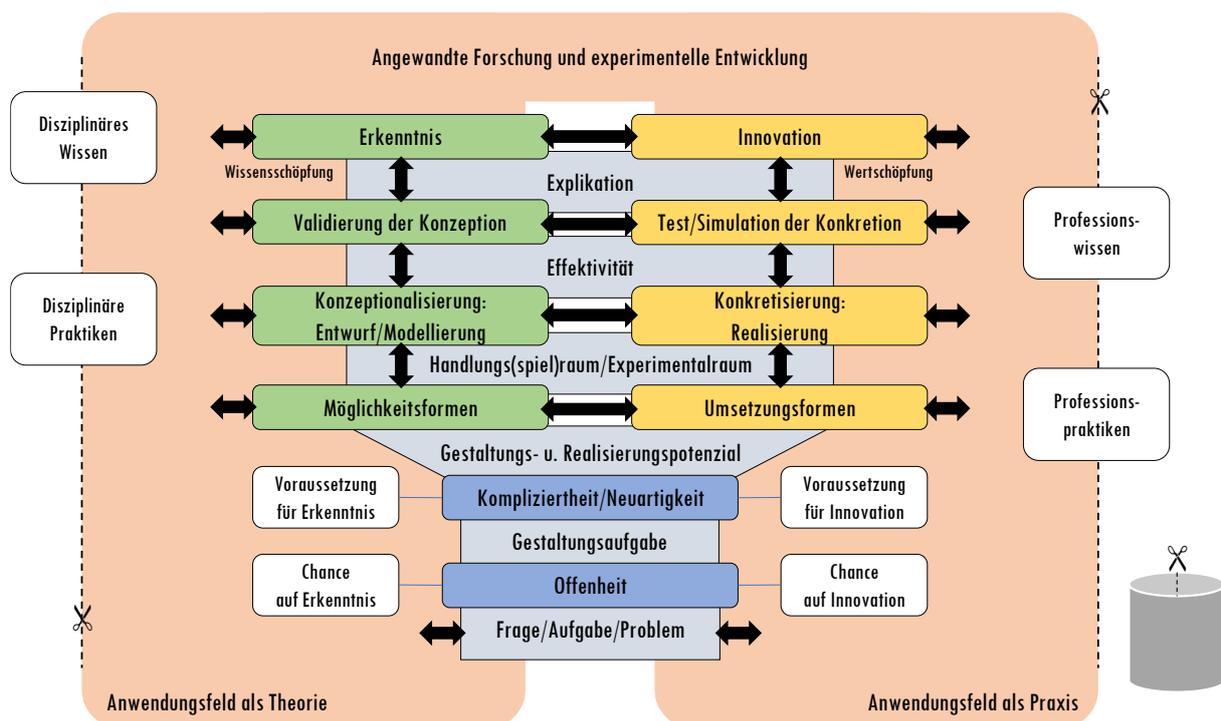


Abb. 3: Angewandte Forschung und Entwicklung

Abbildung 3 muss man sich ausgeschnitten und zu einem Zylinder geformt vorstellen, so wie es rechts unten im Bild angedeutet ist. Die rechte und linke Seite werden nach hinten zusammengeführt und mit Hilfe der überstehenden, weißen Felder (Disziplinäres Wissen, Professionswissen usw.) „zusammengeklebt“. Damit soll angedeutet werden, dass ein Anwendungsfeld in Theorie und Praxis ebenso trennscharf ist wie es auch schwerfällt, Wissen und

Praktiken in seinen Professionsbezügen und seinen disziplinären Bezügen zu zerlegen; die Professionsbezüge bestehen vorrangig zum beruflichen Umfeld, die disziplinären Bezüge zu einem wissenschaftlich, (fach)hochschulischen Umfeld. Das Aufschneiden des Zylinders an den Schnittkanten stellt in der zweidimensionalen Ebene eine Trennung her, die rein analytischer Natur ist und suggeriert, man könne Theorie und Praxis eines Anwendungsfelds derartig klar separieren und ebenso klar ausweisen, woher Wissen und Praktiken kämen. Das ist mitnichten der Fall.

Ebenso sind die im Modell verwendeten Begriffe von Erkenntnis und Innovation nur aus der analytischen Sicht so trennscharf. Erkenntnis ist oft neuartig und verdient die Zuschreibung innovativ zu sein, und Innovation bringt nicht selten eine Erkenntnis mit sich (vgl. OECD, 2018, S. 65). Beide Begriffe sind jedoch in aller Regel unterschiedlichen Verwertungssystemen zuzuordnen. Eine Innovation ist eine *Implementierung* eines neuen oder signifikant verbesserten Produkts, Prozesses, einer Marketing- oder Organisationsmethode, wenn man sich an der Definition des Oslo-Manuals von OECD/Eurostat (2005, S. 46) orientiert. Es geht meist um unternehmerische Wertschöpfung, so rechts oben im Bild vermerkt, d.h. um eine ökonomische Verwertung. Erkenntnis dient der Wissensschöpfung, siehe links oben im Bild, womit in diesem Kontext vorrangig ein wissenschaftliches Verwertungssystem angesprochen ist. Die Ansprüche der verschiedenen Verwertungssysteme führen zu Konflikten, wenn sie in einem FuE-Projekt aufeinandertreffen und von verschiedenen Parteien ausgefüllt werden, wie Unternehmen und Hochschule, die ihrer Zusammenarbeit nicht zu einer Synthese finden, die in Forschung und Entwicklung inhärent dazugehört.

Wie hat man sich nun anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung vorzustellen? Ausgangspunkt sind keine Theorien oder Hypothesen, sondern Fragen, Aufgaben oder Problemstellungen, wie sie sich aus einem Anwendungsfeld in Theorie und/oder Praxis ergeben. Fortan prägen zwei sehr unterschiedliche Perspektiven den Forschungs- und Entwicklungsprozess, nämlich die Erkenntnis- und die Innovationsperspektive, was sich in unterschiedlichen, jedoch miteinander verflochtenen Handlungssträngen ausdrückt.

Die aufgebrachte Herausforderung (*Frage/Aufgabe/Problem*) muss in ihrer Offenheit oder ihren Freiheitsgraden eine gewisse Chance auf Innovation wie auch auf Erkenntnis haben, um als *Gestaltungsaufgabe* zu gelten, und als Voraussetzung für Erkenntnis und Innovation hinreichend kompliziert und neuartig sein, um ein *Gestaltungs- und Realisierungspotenzial* freizusetzen, das nun – analytisch zerlegt – in zwei Handlungssträngen auf verschiedenen Ebenen bearbeitet wird. Beide Handlungsebenen vereint nicht nur ihre wechselseitigen Bezüge und Beeinflussungen durch das Anwendungsfeld, sondern auch der gemeinsam geteilte *Erfahrungsraum*, den ich als Handlungs(spiel)raum bzw. Experimentalraum bezeichne, das übergreifende *Leitkriterium* der Effektivität des Handelns und die *Zielsetzung* des Handelns durch Explikation oder auch Materialisierung von Erkenntnis bzw. von Innovation.

Der links im Bild aufgezeigte Handlungsstrang ist der Erkenntnisstrang, der von Möglichkeitsformen ausgehend Konzeptionalisierungen in Form von Entwürfen bzw. Modellierungen entwickelt, diese zu validieren sucht und in Erkenntnis als Wissensschöpfung mündet.

Der rechts aufgezeigte Handlungsstrang ist der Innovationsstrang, der von Umsetzungsformen zur Konkretisierung durch Realisation strebt, diese prüft durch Test und/oder Simulation und in einer Innovation als Wertschöpfung mündet.

Man könnte geneigt sein, den Erkenntnisstrang der Forschungsseite und den Innovationsstrang der Entwicklungsseite zuzuordnen. Aber auch das wäre zu vereinfachend. Die grauen Felder von *Erfahrungsraum* (Handlung(spiel)raum/Experimentalraum), *Leitkriterium* (Effektivität) und *Zielsetzung* (Explikation) haben eine kreuzweise mediatisierende Funktion: So kann etwa der Test einer Konkretion erkenntnistragend sein und ein validiertes Konzept eine Innovation darstellen; aus Möglichkeitsformen können sich Realisierungen ergeben, wie auch Realisierungen Möglichkeiten auf tun mögen etc.

Die im Bild eingetragenen Doppelpfeile versuchen einerseits aufzuzeigen, dass Forschung und Entwicklung immer in einem Bezug zu einem Anwendungsfeld oder einer Anwendungsdomäne stehen; dazu gehört auch die Selbstbeforschung in der Domäne der eigenen Umsetzungs- und Möglichkeitsformen. Andererseits lassen die Doppelpfeile kein Prozessmodell erkennen und kaum methodische oder methodologische Ableitungen vornehmen. Ich beschäftige mich hiermit tiefergehend in Herzberg (2022d).

Was sich jedoch an dem Bild zeigt, ist, dass angewandte Wissenschaft vielschichtig und wechselreich in den innewohnenden Wirkkräften ist. „Das bedeutet, dass die *Wissenschaftsdidaktik* sich auf das Problem der Wissenschaften und der Erkenntnis einlassen will und muss.“ (Fahr, 2022, S. 73, H.i.O.) Für die Konzeption einer fachhochschulischen Wissenschaftsdidaktik ist zu ergänzen, dass sie sich außerdem auf das Problem des beruflichen Umfelds und der Innovation einlassen will und muss.

2. Theoriearbeiten zur Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschule

Abbildung 4 zeigt eine Übersicht der Beiträge, die in diese kumulative Dissertation einfließen und am Ende dieser Arbeit beigefügt sind. Der im Bild unterlegte Buchstabe T dient zur bildlichen Verortung der Texte im Theoriegefüge. Entlang der Längsachse des Buchstabens befinden sich die vier Arbeiten, die einen Theorieansatz zur Wissenschaftsdidaktik entwickeln und tatsächlich in der Reihenfolge der Pfeile entstanden sind – ich bezeichne die Längsachse als Theorieachse. Über dem Querbalken sind drei Texte verortet, die unterschiedliche Aspekte der Theorieachse ausarbeiten oder veranschaulichen. Zwei weitere Artikel rechts und links am Fuße des T haben wesentlich zur Entwicklung des finalen Beitrags der Theorieachse beigetragen.

Die vollständigen bibliographischen Angaben zu allen Beiträgen finden sich im Literaturverzeichnis bzw. im geforderten Anhang. Alle Beiträge sind zur Publikation angenommen, sechs der neun Texte sind bereits erschienen (Stand 25. Feb. 2023). Mit einer Ausnahme haben alle Publikationen ein Peer-Review durchlaufen, einzig der Buchbeitrag „Auf dem Weg zu einer Wissenschaftsdidaktik für die HAW-Informatik“ entstand – wie auch alle anderen Beiträge des zugehörigen Sammelbands – unter der kritischen Begleitung eines fachlich nahestehenden *Critical Friend*.

In den nachstehenden Abschnitten folgen eine Hinführung zu den dargestellten Arbeiten, eine Einordnung der Texte im Gesamtgefüge und ein jeweiliger Abschluss mit dem Abstract des Beitrags. Die Überschriften der Abschnitte sind Verkürzungen der vollständigen Titel der Texte und übernehmen die im Bild nummerierte Abfolge.

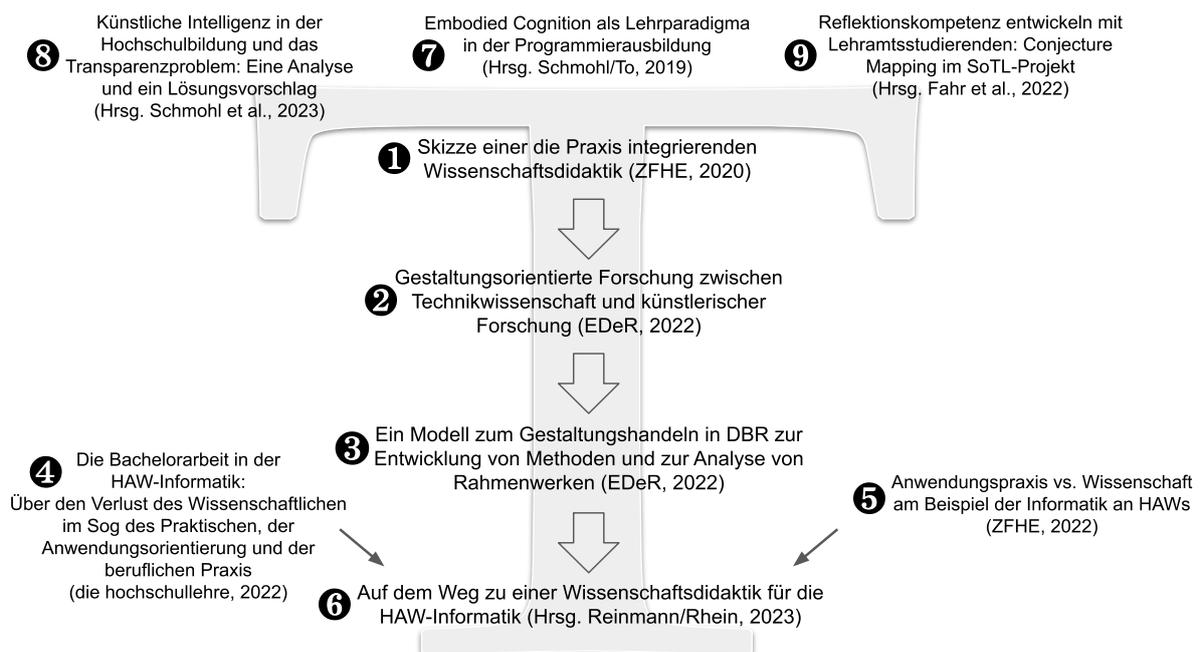


Abb. 4: Artikelübersicht. Bei Buchbeiträgen sind die Herausgebenden genannt, sonst die Zeitschrift

Das Konstrukt der Wissenschaftsdidaktik ist als eine Besonderheit zu sehen, das im deutschen Sprachraum entstanden ist, „in den 1970er Jahren (vgl. von Hentig, 1970; Huber, 1970) eine gewisse Beachtung erfahren hat, heute aber wenig verbreitet und international nahezu unbekannt ist“ (Reinmann, 2022b, S. 268). Es scheitert schon daran, den Begriff der Wissenschaftsdidaktik ins Englische zu übersetzen,² so wie es überhaupt kaum möglich ist, für die Worte Wissenschaft und Didaktik englischsprachige Äquivalente zu finden, ohne kulturelle und konzeptuelle Missverständnisse zu provozieren (S. 268 f.). Ähnlich ergeht es einem mit der Unterteilung in Universitäten und Fachhochschulen. Die Idee der Fachhochschule ist im nicht-deutschsprachigen Raum weder leicht zu vermitteln noch in ihrer Stellung und Bedeutung im deutschen Hochschulsystem in Kürze zu erklären. Die vorliegende Dissertation versucht sich bei diesen sprachlichen, kulturellen und konzeptuellen Hürden und der geringen internationalen Anschlussfähigkeit erst gar nicht daran, sich durch englischsprachige Publikationen hervortun zu wollen. Die beiliegenden Publikationen sind allesamt auf Deutsch verfasst und sind in den Diskurs des deutschsprachigen Raums eingebettet. Dennoch greife ich, wie von Reinmann (2022b, S. 269) gefordert, Internationales auf und verarbeite es in einer Konzeption von Wissenschaftsdidaktik: das *Scholarship of Teaching and Learning* findet Berücksichtigung, aber vor allem binde ich das *Design-Based Research* in eine wissenschaftsdidaktische Konzeption ein.

Das *Scholarship of Teaching and Learning* (SoTL) richtet sich an Hochschullehrende und möchte sie über ihre Fachwissenschaft und ihr originäres Forschungsgebiet hinaus zur Selbstbeforschung der eigenen Lehre anregen, d.h. sie zu einer forschenden Haltung ermuntern, Aspekte der eigenen Lehre zu hinterfragen, zu untersuchen, gewonnene Erkenntnisse umzusetzen und die Ergebnisse zu publizieren (Fahr, 2022a, S. 13–15). Denkbar sind viele Forschungszugänge für SoTL. Betrachtet man das Lehren als eine Tätigkeit, die durch Gestaltung bestimmt ist, etwa durch die Gestaltung von Umgebungen, Curricula, Methoden, Materialien und digitalen Werkzeugen (Reinmann, 2022a, S. 41), dann liegt im *Design-Based Research* (DBR) eine interessante Option als Forschungsansatz für SoTL. „DBR ist keine Methode, sondern ein forschungsmethodologischer Rahmen: Erkenntnis erzielt man mit DBR über die Gestaltung von Interventionen, die in authentischen Kontexten zyklisch auch mehrfach implementiert, evaluiert und einem Re-Design unterzogen werden. Am Ende geht es darum, sowohl praxistaugliche Konzepte, Methode, Materialien, Medien oder ähnliches als auch wissenschaftlich relevante Theorien oder Prinzipien für die Hochschullehre zu erlangen.“ (Reinmann, 2022a, S. 32)

Die vorliegende Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik betrachtet Design-Based Research, Wissenschaftstheorie, Fachdidaktik, Lehre und SoTL als miteinander verknüpfte und verflochtene Bausteine.

² Das „Zentrale Übersetzungsbüro an der Freien Universität“ (Berlin) schlägt beispielsweise vor, „Wissenschaftsdidaktik“ mit „teaching methods in higher education“ zu übersetzen: <https://www.fu-berlin.de/sites/translations/language-resources/uebersetzungsleitfaden-studium/wissenschaftsdidaktik.html> (Zugriff: 16.02.2023)

2.1. Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik (Herzberg, 2020b)

Den Einstiegspunkt zu den theoretischen Überlegungen bietet der Zeitschriftenartikel „Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik“ (Herzberg, 2020b), in Abbildung 4 oben unter dem Querbalken des T zu finden. Dieser Text stellt eine überarbeitete und erweiterte Fassung des Exposés dar, das mit dem Antrag auf Zulassung zur Promotion entstand. Die Skizze stellt einen Theorieentwurf vor, der die für die Fachhochschulen so typische Anwendungs- und Praxisorientierung aufgreift und daraus einen Zusammenhang von Handlungs- und Wissenschaftstheorie herstellt. Da auch die Hochschuldidaktik als Handlungswissenschaft verstanden wird, wird Design-Based Research (DBR) in dem Theorieentwurf als ein Zugang begriffen, der die Aspekte des Wissenschaftlichen, der Anwendungsorientierung und des Didaktischen in einen verbindenden, moderierenden und beforschbaren Austausch bringen kann, was zudem durch das Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) einen rahmennden Rückbezug erfährt.

Das aus diesem Grundgedanken entstandene Gesamtkonzept zeigt Abbildung 5. Ich möchte an dieser Stelle nicht meinen Erläuterungen in Herzberg (2020b) vorgreifen, sondern lediglich das Augenmerk auf einige Punkte lenken, die – nun retrospektiv – den Ausgangspunkt der konzeptuellen Überlegungen zusammen mit den Ausführungen aus Teil 1 verständlicher machen sollen.

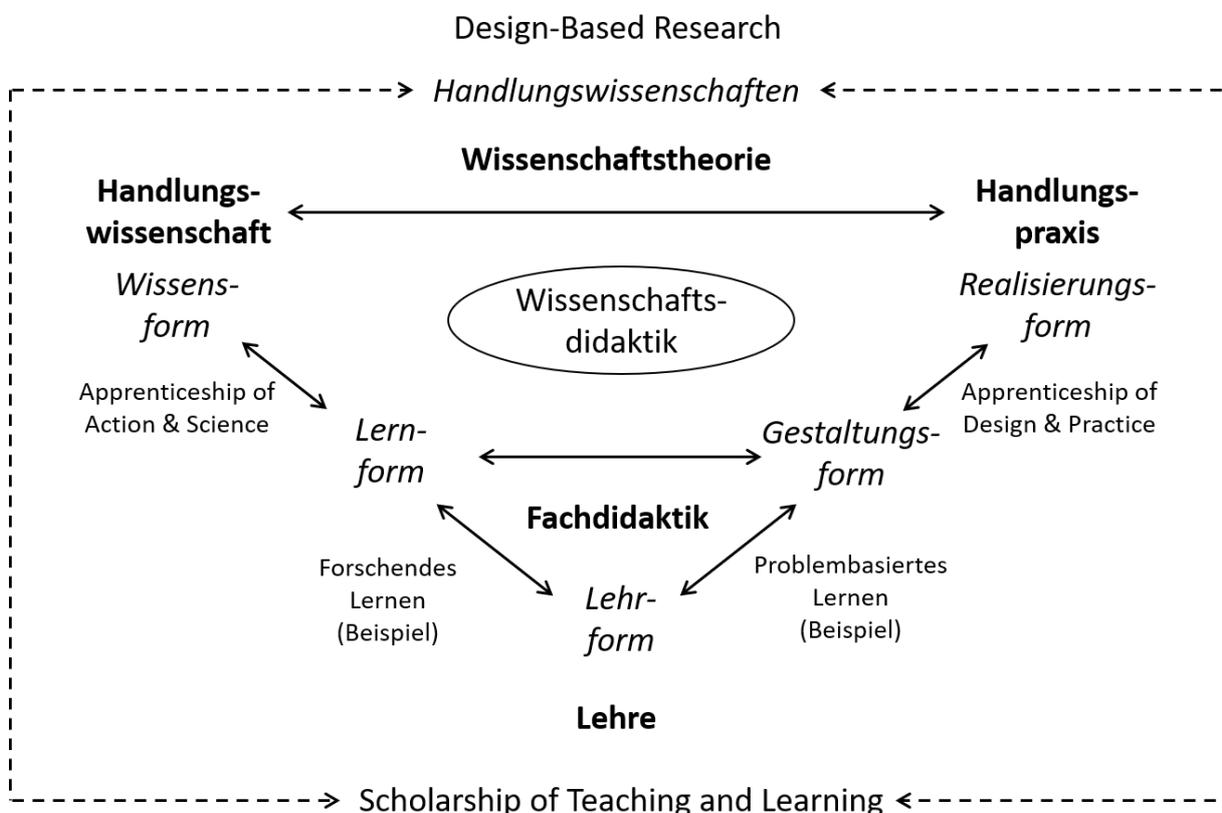


Abb. 5: Der Ausgangspunkt einer wissenschaftsdidaktischen Konzeption (Herzberg, 2020b)

- Ich gehe davon aus, dass das wissenschaftliche Selbstverständnis der Fachhochschulen als Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAWs) wesentlich durch ihre Nähe zur beruflichen Praxis und durch ihren Forschungszugang geprägt ist. Der Forschungszugang findet seinen Ausdruck in angewandter bzw. anwendungsorientierter Forschung gepaart mit (experimenteller) Entwicklung, siehe Abschnitt 1.2. Dieser Forschungszugang ist kompatibel mit den Bedarfen, Anliegen und Arbeitsweisen der beruflichen Praxis.
- Mit der Praxisorientierung und diesem Forschungszugang wird das praktische Handeln in seiner Bedeutung als Erkenntnisinstrument in den Mittelpunkt gerückt, siehe Abschnitt 1.3. Die Technikphilosophie liefert dazu eine ausgearbeitete wissenschaftstheoretische Grundlage, geht aber in den Modi der Erkenntnis darüber hinaus, was u.a. das Gestaltungshandeln und das Modellieren als Probehandeln mit einbezieht, siehe Abschnitt 1.4.
- Angewandte bzw. anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung verknüpft die Bedarfe nach Wert- und Wissensschöpfung, hat Erkenntnis und Innovation zum Ziel und bringt disziplinäres Wissen und Professionswissen ebenso zusammen, wie es auch disziplinäre Praktiken und Professionspraktiken zusammenbringt, siehe Abschnitt 1.5.
- Ich halte die dargestellten Annahmen und Merkmale für anwendbar und übertragbar auf disziplinäre Angebote und Forschungsaktivitäten, die unter dem Oberbegriff der Handlungswissenschaften eingeordnet werden können; in Abschnitt 1.4 habe ich beispielsweise die Wirtschaftswissenschaften, die Rechtswissenschaften und die Medizin dazu gezählt.
- Aus diesem Grund spielen die Wissenschaftstheorie und die Handlungswissenschaften mit ihrer Aufteilung in eine Praxis und eine Theorie eine so wichtige Rolle in meiner wissenschaftsdidaktischen Konzeption, siehe Abbildung 5.
- Da ich handlungstheoretische Überlegungen stets auch unter gestaltungsorientierten Aspekten sehe, halte ich die Anbindung an das Design-Based Research (DBR) und dessen theoretische Ausarbeitung für entscheidend, um Wissenschaftsdidaktik nicht nur fachwissenschaftlich übergreifend betrachten, sondern auch um es bildungswissenschaftlich beforschen zu können. Das erklärt die Aufnahme von DBR in Abbildung 5. Weitere Ausführungen dazu liefern der zweite und dritte Text der Theorieachse (Herzberg, 2022c, 2022d).
- Die Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschule muss disziplinäre Fachwissenschaftsdidaktiken integrieren, siehe in Abbildung 5 als „Fachdidaktik“ erwähnt. Wie ich am Beispiel der Fachhochschul-Informatik anhand zweier Texte aufzeige – gemeint sind die beiden flankierenden Texte zum vierten Beitrag der Theorieachse (Herzberg, 2022a, 2022b) – ist es ein ernst zu nehmendes Problem, wenn die berufliche Praxisorientierung und -anbindung den Wissenschaftsbezug einer Disziplin erodieren lässt. Das ist besonders dann kritisch, wenn kein klares wissenschaftliches Selbstverständnis existiert und ein wissenschaftstheoretischer Unterbau zu keiner

Form gefunden hat. Dass man dennoch wissenschaftsdidaktisch arbeiten kann, zeigt der vierte Text der Theorieachse auf (Herzberg, 2023a).

- Der Lehrende und *Scholar* einer Fachdisziplin benötigt einen Einstiegspunkt in die Wissenschaftsdidaktik allgemein und in der Fachdisziplin im Speziellen, was ich durch die handlungswissenschaftliche Sichtweise für gegeben halte (siehe Abbildung 5), so dass sich ein Bogen im Sinne des *Scholarship of Teaching und Learning (SoTL)* spannen lässt. Dazu liefert insbesondere der dritte Text der Theorieachse einen Beitrag (Herzberg, 2022d).
- Das „Apprenticeship of Action & Science“ und das „Apprenticeship of Design & Practice“ in Abbildung 5 sind in Bezeichnung und Wortwahl an die Konzeptionsbildung angepasst. Mit Apprenticeship ist die Lehre einer praktischen Ausbildung gemeint, die sowohl das Handlungsorientierte und Wissenschaftliche einer Handlungswissenschaft abbildet als auch das Gestalterische und Praktische einer Handlungswissenschaft aufgreift. Dies ist ein Aspekt, den ich in meinen Texten bislang nicht weiterverarbeitet habe.

Mit diesen Punkten ist die Grundlage für den zentrale Theorietext als Ausgangspunkt gelegt. Man sollte den Text als Konzeption eines Rahmenwerks für die fachhochschulische Wissenschaftsdidaktik lesen, der Raum gibt für Verfeinerungen, Spezialisierungen, fachspezifische Anpassungen und Überlegungen.

Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik

Abstract

„Bisherige Konzeptionen einer Wissenschaftsdidaktik haben ihren Blick auf die universitäre Ausbildung beschränkt. Der Einbezug einer fachhochschulischen Perspektive rückt die Praxis in den Blickwinkel. So entwickelt das hier vorstellte Theoriemodell die Wissenschaftsdidaktik im Wirkfeld der Pole von Wissenschaft, Praxis und Lehre. Hinzu kommt eine Grundkonstitution menschlicher Erkenntnisfähigkeit, die anschlussfähig ist zu einer handlungswissenschaftlich ausgerichteten Wissenschaftstheorie. Es zeigt sich, welche anspruchsvolle und vielschichtige Rolle dem Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) zukommt und welche wissenschaftsdidaktischen Bezüge es hat.“

2.2. Gestaltungsorientierte Forschung (Herzberg, 2022c)

Dieser zweite Text der Theorieachse befasst sich mit Design-Based Research. Das geschieht zum einen zu dem Zweck, generell das Wesen gestaltungsorientierter Forschung aufzuarbeiten; im Hinterkopf ist zu behalten, dass ich DBR sowohl als Metawissenschaft wie auch als bildungswissenschaftlichen Forschungszugang in der vorgeschlagenen wissenschaftsdidaktischen Konzeption betrachte. Zum anderen vollführe ich die Anbindung an die Technikwissenschaften, die ich – in diesem Text – als Blaupause der Gestaltungswissenschaften bezeichne, was ich versuche, wissenschaftstheoretisch zu erklären. Noch bin ich damit nicht bei

einer originär fachhochschulischen Perspektive angekommen, dies leisten vor allem der vierte Text der Theorieachse und Teil 1 dieses Rahmentextes.

So bestechend eine technikwissenschaftliche Fundierung gestaltungsorientierter Forschung ist, sie genügt nicht. Der Gegenstandsbereich der Technikwissenschaften unterstellt technologisch-kausale Strukturen. Der Gestaltungsakt, bei dem es in DBR geht, bringt eine eigene Ebene von Bedingtheiten hervor, die sich form- und prozessgebend auf das Geschehen einer Intervention auswirken. Um der Vielschichtigkeit eines Realitätsbegriffs gerecht zu werden, der auch dies umfasst, widme ich mich der künstlerischen Forschung und der Ästhetik und speziell der sogenannten Object-Oriented Ontology. Das führt zu einer umfassenden Definition gestaltungsbasierter Forschung: „Gestaltungsbasierte Forschung (*design-based research*) ist ein vergewisserbares (empirisches) wie auch sinnliches (ästhetisches) Erkennen durch Gestaltung auf der Basis differenzierten Wissens und in Form von Interventionen; Interventionen stellen ein Experimentieren mit Gestaltungsobjekten und ihren Eigenschaften dar. Erkenntnis und Gestaltung verändern das Wissen und die Interventionen; das Wissen umfasst Theorie- und Erfahrungswissen, pragmatisches und phänomenologisches Wissen, Orientierungs- und Gestaltungswissen, Umweltwissen und Wissen um die organisatorische Hülle.“ (Herzberg, 2022c, S. 14, H.i.O.) Im Rückblick zeigt sich die Definition weiterhin tragfähig, gerade wenn man die Ausarbeitungen zur angewandten Forschung und Entwicklung im vierten Theorie-text vor Augen hat.

Gestaltungsorientierte Forschung zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung

Abstract

„Dieser Beitrag verortet DBR als methodologisches Rahmenwerk zwischen den Polen von Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung. Der eine Pol hilft dabei, sich einem wissenschaftstheoretisch wohlbegründeten Gestaltungsverständnis zu nähern, der andere Pol, um im Ästhetischen das Kreative, Individuelle und Unwägbare zu fassen, was jedem Akt der Gestaltung von Bildung durch Intervention innewohnt. Beide Pole sind Übertreibungen. Weder ist eine Technisierung des Gestaltungsbegriffs noch eine ‚Verkünstlerung‘ des Forschungsverständnisses beabsichtigt. Der Reiz in der Auseinandersetzung mit diesen Extremen liegt darin, eine Diskussion darüber anzustoßen, wo genau sich DBR methodologisch verorten lässt. Und der Wert dieser Auseinandersetzung besteht darin, dass sich methodologische Rahmenwerke zu DBR im Bezug auf diese Pole reflektieren lassen.“

2.3. Ein Modell zum Gestaltungshandeln in DBR (Herzberg, 2022d)

Dieser dritte Text der Theorieachse hat eine längere Entstehungsgeschichte hinter sich. Eine erste Fassung entstand in der Zeit des Jahreswechsels 2019/2020 und ging somit dem ersten Text der Theorieachse (siehe Abschnitt 2.1) chronologisch voraus. Ohne diese Vorarbeit hätte das Design-Based Research weder diesen Stellenwert in der wissenschaftsdidaktischen Konzeption erfahren noch wären mir die Handlungswissenschaften als vereinigende Bezugsgröße in den Sinn gekommen.

Nach einer Präsentation im Oktober 2020 (Herzberg, 2020a) folgte eine intensive handlungstheoretische Fundierung zu dem anfänglich skizzierten Modell zum Gestaltungshandeln in DBR. Das schlussendlich in Herzberg (2022d) ausgearbeitete Modell läuft auf drei Handlungsebenen hinaus: eine Realisierungs-, eine Gestaltungs- und eine Metagestaltungsebene des Handelns (siehe Abbildung 6).

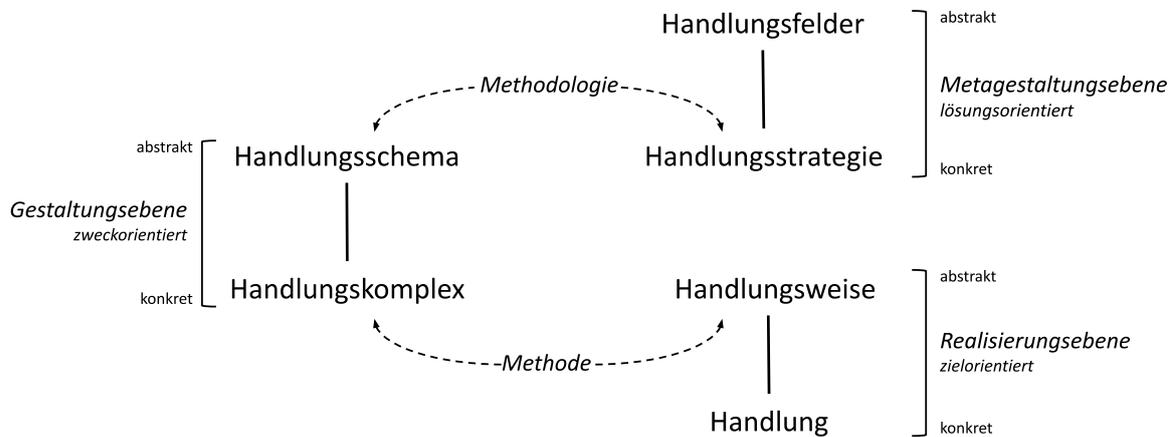


Abb. 6: Modell des Gestaltungshandelns, siehe Herzberg (2022d, S. 24)

Die Ebenen weisen verschiedene konzeptuelle Verfasstheiten in ihren Ziel- oder Zweck- oder Lösungs-Mittel-Beziehungen auf (siehe auch Abschnitt 1.4 dieser Einführung) und besitzen jeweils einen konkreten wie auch einen abstrakten Anteil. Die Beziehungen zwischen den Ebenen stellen Methoden und Methodologien her, die ich als kausale bzw. intentionale Erklärungsstrukturen verstehe. Mit diesem Modell können alle Handlungswissenschaften sprachlich operieren und sich untereinander verständigen.

Den Beitrag gehe ich aus Sicht von DBR an und beginne mit einem funktionalen Verständnis von Basishandlungen, deren Bestandteile ich relational als Aspekte einer Basishandlung deute: Es gibt den Interventions-, den Wirkungs-, den Beobachtungs- und Theorieaspekt einer Handlung. Das Entscheidende ist: Diese Aspekte können bei zusammengesetzten Handlungen in eine willkürliche Abfolge gebracht werden und bestimmen das Schema einer Handlung. Mit diesem Schema-Gedanken analysiere ich verschiedene Beispiele des Gestaltungshandelns, gehe dabei über DBR hinaus und zeige auf, inwiefern auch Handlungsschemata aus anderen Handlungswissenschaften bedeutsam für DBR sein können. Auf der Ebene des Metagestaltungshandelns folgt eine Analyse bekannter DBR-Rahmenwerke. So wird DBR in seiner Bedeutung als Rahmenwerk bildungswissenschaftlicher Forschung in den Handlungswissenschaften gewürdigt und in seiner Stellung für eine wissenschaftsdidaktische Konzeption hervorgehoben.

*Ein Modell zum Gestaltungshandeln in DBR
zur Entwicklung von Methoden und zur Analyse von Rahmenwerken*

Abstract

„Design-Based Research (DBR) ist ein gestaltungsbasierter Forschungsansatz der Bildungswissenschaften. Eine Vielfalt von Umsetzungen prägt diesen Forschungsansatz. Unter der Maßgabe, dass Gestaltung ein Handeln ist, stellt dieser Beitrag ein handlungstheoretisches Modell zum Gestaltungshandeln vor und zeigt auf, wie sich Forschungsmethoden und methodologische Rahmenwerke nicht nur einordnen und analysieren lassen: Zum einen können DBR-spezifische wie auch fachdisziplinäre Methoden durch Varianten- und Analogiebildung entwickelt werden, was nicht nur Impulse für DBR, sondern auch Möglichkeiten des interdisziplinären Austauschs bietet. Zum anderen können methodologische Rahmenwerke in ihren Spezifika zugänglich gemacht und verglichen werden. All das kann dazu dienen, die Zusammenarbeit von Bildungswissenschaftler*innen mit Fachwissenschaftler*innen und Praktiker*innen in der Verständigung über DBR-Forschungsansätze und die anzuwendenden Methoden fruchtbarer zu gestalten, die damit beginnt, eine gemeinsame handlungswissenschaftliche Terminologie zu haben.“

2.4. Die Bachelorarbeit in der HAW-Informatik (Herzberg, 2022b)

Dieser Text ist einer der beiden, die zur Hinführung des vierten Textes der Theorieachse dienen. In meiner Masterarbeit (Herzberg, 2019a) habe ich mich intensiv mit der Bachelorarbeit in der Fachhochschul-Informatik beschäftigt und dies mit der vorliegenden Veröffentlichung aufbereitet. Anhand empirischer Untersuchungen lässt sich zeigen, dass in der Fachhochschul-Informatik ein Verlust des Wissenschaftlichen festzustellen ist, den ich – so die These – für das Symptom einer Anpassungsleistung halte. Den Verlust mache ich fest an einer Analyse von Modulbeschreibungen und ihrem Wissenschaftsbezug, einer Sichtung und Auswertung der in den Modulbeschreibungen empfohlenen Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten und den Literaturverzeichnissen von Bachelorarbeiten.

Die Informatik ist zwar fraglos eine Wissenschaft, sie weiß sich als Wissenschaft jedoch selbst nicht zu deuten. In dem fachhochschulischen Kontext, der durch das Praktische, die Anwendungsorientierung und den Anschluss an die berufliche Praxis gekennzeichnet ist, führt das meiner Interpretation nach zu einer Einkleidung der Bachelorthesis in ein wissenschaftliches Gewand, dem jedoch der Inhalt in den meisten Fällen nicht gerecht wird. Am Ende des Beitrags spreche ich mich dafür aus, dass zum einen die Offenlegung und Bewusstmachung eines Verlusts des Wissenschaftlichen ein Schritt zur Behebung dieses Mangels ist und zum anderen die Wissenschaftsdidaktik ein vielversprechender Weg eines Perspektivwechsels und eines Wandels in der Lehre und in der Entwicklung eines wissenschaftlichen Selbstverständnisses sein könnte.

*Die Bachelorarbeit in der HAW-Informatik:
Über den Verlust des Wissenschaftlichen im Sog des Praktischen,
der Anwendungsorientierung und der beruflichen Praxis*

Abstract

„Die Informatik, die an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAWs) gelehrt wird, ist die sogenannte Praktische Informatik. Diese Ausrichtung der Informatik ist bei allen formalen Grundlegungen praktischer Natur, d.h. sie ist an der Praxis der Softwareentwicklung und konkreter Problemlösung ausgerichtet. Das passt besonders gut zum Profil der HAWs, die der Anwendungsorientierung und der beruflichen Praxis verpflichtet sind. Es ist jedoch zu beobachten, dass damit ein Verlust des Wissenschaftlichen einhergeht: Module zum wissenschaftlichen Arbeiten und zur Bachelorarbeit klären das Wissenschaftliche der Praktischen Informatik nicht auf, ebenso wenig tut es die Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten, und Bachelorarbeiten dokumentieren mit ihren Literaturverzeichnissen einen mangelnden Anschluss an Wissenschaft. Dieser Beitrag stellt die Untersuchungen zu diesen Beobachtungen vor und begründet die These, dass dieser Verlust des Wissenschaftlichen das Symptom einer Anpassungsleistung ist, der man – so der Vorschlag – wissenschaftsdidaktisch und durch Revision der Lehre zum wissenschaftlichen Arbeiten begegnen sollte.“

2.5. Anwendungspraxis vs. Wissenschaft (Herzberg, 2022a)

Dies ist der zweite Text, der dem vierten Text der Theorieachse vorausgegangen ist, seine Vorarbeiten in meiner Masterarbeit hat (Herzberg, 2019a) und die Fachhochschul-Informatik kritisch unter die Lupe nimmt. Inhaltlich gibt es zum zuvor vorgestellten Zeitschriftenbeitrag Überlappungen bezüglich des Anliegens und der vorgestellten Untersuchungsergebnisse, die sich daraus ergeben haben, dass die Einreichungstermine nahe beieinander lagen und ohne eine Rückmeldung durch ein Review die Erfolgchancen auf eine Publikation schwer einzuschätzen waren. So liegen nun zwei sich vor allem in den Lösungsansätzen komplementierende Texte vor.

In diesem zweiten Beitrag ziele ich auf die Wissenschaftstheorie als Orientierung und Anregung zur Auflösung der inhärenten Probleme der Fachhochschul-Informatik ab. Der Beitrag führt die Technikphilosophie an, die weitgehend unbeachtet von der Informatik geblieben ist, aber einen entscheidenden wissenschaftstheoretischen Gedanken einbringt: In den Technikwissenschaften und in der Informatik geht es nicht um ein Wissenschaftsverständnis, das auf einer Wahrheits-, sondern auf einer Wertetheorie basiert und „ein Wechselspiel von Erkennen und Gestalten in den Ausdrucksformen von Wissen und Produkten zur Grundlage hat“ (Herzberg, 2022a, S. 196). Damit dient dieser Text nicht nur als Hinführung zum vierten Text der Theorieachse, er leitet vorbereitend auch in die Thematik des schon besprochenen zweiten Theorietextes ein; gemeint ist der EDeR-Journalbeitrag „Gestaltungsorientierte Forschung zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung“ (Herzberg, 2022c).

Abstract

„Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAWs) zeichnen sich durch ihre Ausrichtung an Anwendung und Praxis aus. Bei einigen Studienfächern hat das den Effekt, dass die Bezugnahme zur Wissenschaft unklar wird. Am Beispiel der HAW-Informatik deutet sich das anhand von Indizien an: Deutschlandweit nehmen Informatik-Studiengänge an HAWs in ihren Modulhandbüchern kaum explizit Bezug auf Wissenschaft, und die exemplarisch untersuchten Abschlussarbeiten stellen in ihren Literaturverzeichnissen selten einen Wissenschaftsbezug her. Neben der Ausrichtung einer HAW haben diese Beobachtungen vermutlich ihren Ausgangspunkt darin, dass bei der Informatik per se ein uneindeutiges wissenschaftliches Selbstverständnis vorliegt. Umso mehr scheint es nötig, so die These, einen wissenschaftstheoretischen Diskurs zu führen, der hilft, die Anwendungspraxis in einen produktiven Wissenschaftsbezug zu stellen.“

2.6. Auf dem Weg zu einer Wissenschaftsdidaktik (Herzberg, 2023a)

Wie ist eine Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschul-Informatik aufsetzbar, wenn es an einem wissenschaftlichen Selbstverständnis mangelt und eine wissenschaftstheoretische Fundierung kaum mehr als eine Skizze sein kann? Eine Antwort versucht der vierte Beitrag der Theorieachse zu geben.

Ich argumentiere, dass eine wissenschaftstheoretische Rahmung genügt und es keiner ausgearbeiteten Wissenschaftstheorie bedarf. Die Rahmung, die ich vorschlage, setzt an der Stelle an, die besonders kennzeichnend für die an Fachhochschulen praktizierte Art der Wissenschaft ist: Forschung und Entwicklung. Mit diesem Beitrag schließt sich der Kreis zu den Theoriebausteinen aus Teil 1. Ich entwickle ein Modell von angewandter Wissenschaft als Forschung und Entwicklung (zum Zeitpunkt der Entstehung des Textes noch ohne Bezug auf den Wissenschaftsrat und das Frascati-Manual, siehe Abschnitt 1.2) und erläutere, wie Forschung und Entwicklung zu einer wechselseitig bezogenen Einheit verschmelzen. Gleichzeitig bieten der Forschungs- wie auch der Entwicklungsaspekt für sich genommen wieder die Distinktion, um analytisch beides für sich zu sehen und Erkenntnisgewinne und Problemlösung erkennbar und fassbar zu machen. Davon ausgehend leite ich wissenschaftsdidaktische Implikationen ab.

Anhand einer empirischen, metawissenschaftlichen Reflektion der Informatik – beispielhaft durchgeführt mittels eines Literaturreviews der Zeitschrift „Informatik Spektrum“, dem Organ der Gesellschaft für Informatik e.V. – lässt sich die wissenschaftstheoretische Rahmung sehr konkret mit Inhalten füllen, wobei ihre Vielfalt und teils auch Widersprüchlichkeit ein Gewinn und kein Nachteil für wissenschaftsdidaktische Implikationen sind. Als Fazit betrachte ich die Wissenschaftsdidaktik als eine Form von empirischer Wissenschaftstheorie.

Abstract

„Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAWs) unterscheiden sich von ihrer historischen Herkunft, ihrer gesetzlich verankerten Ausrichtung und ihren Strukturen von den Universitäten. HAWs proklamieren die Anwendungsorientierung ihrer Lehre und Forschung und die Nähe und Verknüpfung von Lehre und Ausbildung mit der beruflichen Praxis. Es ist nicht die wissenschaftliche Laufbahn, die für ihre Studierenden im Vordergrund steht, sondern die Anschlussoption an eine qualifizierte Tätigkeit in einer akademisierten beruflichen Praxis. Unter diesen Rahmenbedingungen ist es eine Herausforderung, eine disziplinäre Wissenschaftsdidaktik zu entwickeln. Ein Weg soll hier für die HAW-Informatik skizziert werden. Erschwerend kommt dazu, dass die Informatik mit ihrem wissenschaftlichen Selbstverständnis ringt.“

2.7. Embodied Cognition als Lehrparadigma (Herzberg, 2019b)

Dies ist der erste von drei Texten, die sich um den Ausgangstext dieser Dissertation, den ersten Text der Theorieachse, „ranken“. Der Text zum Embodied Cognition ist aus meinen didaktischen Bemühungen in den Programmierveranstaltungen der ersten beiden Informatik-Semester hervorgegangen. Der Text ist sowohl ein Beispiel für einen fachdidaktischen Text als auch ein Beispiel für eine Variante der Forschung als *Scholar of Teaching and Learning*.

Für Studierende der Informatik ist es zu Beginn ihres Studiums sehr herausfordernd, sich geschriebenen Programmcode in seinen Auswirkungen zur Ausführungszeit des Programms vorzustellen. Die gewonnenen Erfahrungen und Einsichten haben die „Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik“ (Herzberg, 2020b) in einem wichtigen Anteil geprägt, nämlich um in der Wissenschaftsdidaktik eine anthropologische Ebene mitzudenken. In umgekehrter Lesart, von der Skizze ausgehend, ist Embodied Cognition ein Weg, die anthropologische Ebene wissenschaftsdidaktisch zu adressieren. Beides scheint mir bislang wissenschaftsdidaktisch wenig Beachtung gefunden zu haben, was vor dem Hintergrund von Praxisbezug und Anwendungsorientierung theoretisch aufzuarbeiten wäre.

Abstract

„Dieser Beitrag stellt den aus der Kognitionswissenschaft stammenden Ansatz des Embodied Cognition vor und verargumentiert sein Potenzial für die Lehre und die Lehr-Lernforschung. Am Beispiel der hochschulischen Programmierausbildung wird aufgezeigt, wie ein kognitionswissenschaftlicher Ansatz zu einem didaktischen Instrument führt, der Graph-Metapher, welche die in der Programmierung übliche Objekt-Orientierung stringent vermittelbar und systematisch und schlüssig erklärbar macht – dies vor allem auch in der Hinsicht, dass informatische Modellbildung und lebensweltliche Erfahrungen reflektiert und in ihren Unterschieden erkannt werden. Darüber hinaus wird eine theoretische Verortung im Neuen Realismus vorgestellt, die der Lerntheorie des Kognitivismus als Paradigma eine etwas andere Färbung verleiht.“

2.8. Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung (Herzberg, 2023b)

Wer hätte gedacht, dass das Sprachmodell GPT-3 der Firma OpenAI (Brown et al., 2020) als Konversations-Webseite unter dem Namen ChatGPT Ende 2022 schlagartig und öffentlichkeitswirksam die Bühne betreten würde (Stoll, 2022)? Derzeit steht ChatGPT öffentlich jeder interessierten Person zur Verfügung. Die sprachlichen Leistungen sind derart bemerkenswert, dass es u.a. die Hochschulwelt aufgeschreckt hat (Weßels, Mundorf & Wilder, 2022): Welchen Stellenwert bekommen schriftlich zu erbringende Leistungen? Welche Prüfungsformate sind nun obsolet geworden? Der Schreck ist verständlich, wenngleich sich die Entwicklung abgezeichnet hat (Schmohl, Watanabe, Fröhlich & Herzberg, 2020).

Das Problem des Einsatzes von ChatGPT und generell von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Hochschulbildung ist die mangelnde Transparenz ihres Verhaltens, d.h. dessen Nachvollziehbarkeit, Erklärbarkeit und Interpretierbarkeit. Das ist eine gesetzliche Forderung, die – wie ich in dem Beitrag darlege – grundsätzlich von KIs nicht eingelöst werden kann; je „intelligenter“ sie sind, desto schwieriger ist es, der Forderung nachzukommen. Die Art der Forschung, die bei der Entwicklung von KIs zum Einsatz kommt, zeigt alle Merkmale dessen, was ich hier bislang unter angewandter Forschung und experimenteller Entwicklung vorgebracht habe und was sich im Spektrum zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung bewegt. Kurzum: KI-Systeme und deren Einsatz sind eine Gestaltungsaufgabe. Und hier kommt das Design-Based Research in besonderer Weise zur Geltung als bildungswissenschaftlicher Forschungsansatz zur *Bildungsfolgenforschung* des KI-Einsatzes.

Der Aspekt der Bildungsfolgenforschung ist einer, der mir bislang im Kontext der Wissenschaftsdidaktik nicht begegnet ist und eine weitere Beachtung verdient.

Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung und das Transparenzproblem:

Eine Analyse und ein Lösungsvorschlag

Abstract

„Es ist hochgradig attraktiv, das kognitive Potenzial Künstlicher Intelligenz (KI) in der Hochschulbildung beim Lernen und Lehren auf allen hochschuldidaktischen Ebenen zu den verschiedensten Zwecken heranzuziehen und zu nutzen: von der Lernassistenz über Tutorssysteme bis hin zu Planungssystemen zur Ausrichtung der Curricula. Einmal angenommen, solche KI-Systeme stünden uns morgen in den Hochschulen zur Verfügung: Sollten wir sie einsetzen? Überraschenderweise ist uns die Entscheidung bereits abgenommen. Die Antwort lautet „Nein“, wenn man die sogar rechtlich verankerte Forderung an die Transparenz von KI ernst nimmt, womit die Nachvollziehbarkeit, Erklärbarkeit und Interpretierbarkeit ihres Verhaltens verlangt wird. Dieser Beitrag zeigt auf, dass KI mit dem Transparenz-Prinzip unverträglich ist. Dieses Dilemma muss gesellschaftlich aufgelöst werden. Gleichwohl kann die hochschulische Bildungsforschung Rahmenbedingungen schaffen, die die Intransparenz von KI integriert und nicht ausschließt, indem sie den KI-Einsatz durch eine *Bildungsfolgenforschung* und wissenschaftliche „Echtzeit“-Methoden begleitet. Es wäre damit denkbar, die Forderung nach Transparenz abzuschwächen oder aufzugeben.“

2.9. Conjecture Mapping im SoTL-Projekt (Joller-Graf & Herzberg, 2022)

Dieser Text war für mich ein erfrischender Perspektivwechsel, weit außerhalb der Gefilde der Informatik, aber bildungswissenschaftlich vertraut, ein SoTL-Projekt als Co-Autor zu begleiten, welches die Entwicklung von Reflektionskompetenz bei Lehramtsstudierenden zum Ziel hatte. Der Text ist nicht nur eine SoTL-Fallstudie, sondern nutzt das sogenannte Conjecture Mapping als Instrument, um ein komplexes Unterfangen systematisch zu strukturieren. Das Conjecture Mapping (vgl. Sandoval, 2014) strukturiert einen Entwicklungs- und Forschungsprozess in vier Abschnitten: (1.) Aus theoretisch fundierten Vermutungen, sogenannten High Level Conjectures, werden (2.) didaktische Maßnahmen abgeleitet, die (3.) Lernprozesse anregen sollen und (4) in validierbaren Ergebnissen münden; Gestaltungsvorschläge und theoretische Annahmen bilden die daraus gezogenen Erkenntnisse ab.

Dieses Papier hat seinen Wert als Bestärkung, das Scholarship of Teaching and Learning als umfassenden Rahmen der im ersten Theoriepapier dargelegten wissenschaftsdidaktischen Konzeption einzubringen. Es ist zudem eine detaillierte Studie zum Conjecture Mapping, worauf ich im dritten Theoriepapier „Ein Modell zum Gestaltungshandeln in DBR zur Entwicklung von Methoden und zur Analyse von Rahmenwerken“ eingehe. Im dritten Theoriepapier zerlege ich die Conjecture Map in das ihr zugrunde liegende Handlungsschema und zeige auf, wie die als Speculation Map bezeichnete Variante aus der Conjecture Map durch eine Variation abgeleitet werden kann.

Reflektionskompetenz entwickeln mit Lehramtsstudierenden.

Conjecture Mapping im SoTL-Projekt

Abstract

„Im Masterstudiengang Schulische Heilpädagogik an der Pädagogischen Hochschule Luzern, Schweiz, wird ein didaktisches Setting zum Aufbau von Reflektionskompetenz entwickelt. Das Einstiegsmodul wurde vom Dozenten geplant, durchgeführt und in SoTL-Manier selbst beforscht. Als zentrales Instrument wurde das Conjecture Mapping von Sandoval (2014) eingesetzt. Damit werden a) Erkenntnisse aus der Forschung, expliziert als sogenannte High Level Conjectures, in einem systematischen Prozess für die (hochschuldidaktische) Praxis nutzbar gemacht, indem b) methodische Umsetzungen (Embodiment) abgeleitet, dann c) die beabsichtigten Lernprozesse (Mediating Processes) formuliert und d) die beabsichtigten Wirkungen (Intervention Outcomes) beschrieben werden. Der Beitrag stellt Erfahrungen mit diesem Entwicklungsinstrument in der Anwendung des Moduls vor und präsentiert Ergebnisse aus der forschenden Auseinandersetzung mit der Thematik des Aufbaus von Reflektionskompetenz bei Lehramtsstudierenden.“

3. Fazit und Ausblick

In dieser Arbeit wird die Frage nach der Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschule mit einem theoretischen Entwurf beantwortet (gemeint ist die „Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik“, dem ersten Beitrag der Theorieachse), wozu ausgewählte Aspekte nach und nach theoretische Unterfütterung, Beistand oder Untermauerung erfahren. Mit einer Handlungstheorie und einem Anschluss an wissenschaftstheoretische und gestaltungsorientierte Überlegungen hat diese wissenschaftsdidaktische Konzeption ihre wichtigsten Bausteine skizziert – und leidet ansonsten unter all den Merkmalen und Problemen, die sogenannte konnotative Theorien auszeichnet,³ wie Unabschließbarkeit und Theorie-spagat, Multiparadigmatik und Theorievariation, Verfahrens(un)sicherheit und Legitimationsprobleme, Theorie-Praxis-Heteronomie und erratische Theorieentwicklung (Schülein, 2002, Kap. 7). Das geht oft einher mit Begrifflichkeiten, die nicht exakt definiert sind (etwa: Was ist Wissenschaft, was Forschung? Was meint Didaktik?) und deren Semantik beständig Gegenstand der Theorieentwicklung bleibt. Konnotative Theorien funktionieren nur „als permanent prozessierende Symbolsysteme“, sie müssen in Bewegung bleiben: „Nur durch dauerhaftes Durchspielen und ständige Rekreation, durch ständige Arbeit an den einzelnen Begriffen und an der Theorie wird Leistungsfähigkeit entwickelt und erhalten.“ (Schülein, 2002, S. 153) Das ist eine Aussage, der man sich im Zusammenhang mit DBR als handlungswissenschaftliche Metawissenschaft (gemeint ist hier der dritte Theorietext) wie auch als bildungswissenschaftlicher Forschungsansatz gewahr sein sollte.

Insofern betrachte ich die vorgelegte Arbeit als nicht abgeschlossen, sondern als Auftakt eines fortzusetzenden Forschungsprogramms. Meines Wissens ist das Anliegen, die Wissenschaftsdidaktik von einer fachhochschulischen Wissenschaftswelt zu denken, zwar neu, aber sie könnte im aktuellen Entwicklungsstand von einem Diskurs und einem Abgleich profitieren, wie verschiedenste Handlungswissenschaften disziplinäre Wissenschaftsdidaktiken entwickeln, betrachten und fundieren. Aus den Rechtswissenschaften liegt dazu z.B. die sehr ausführliche Arbeit von Rzadkowski (2018) vor, und in Reinmann und Rhein (2023) kommen einzelne Disziplinen zu Wort. Zur fachhochschulischen Lehr-, Lebens- und Forschungswelt müssten akademische Dialog- und Reflexionsformate erst noch geschaffen werden; überhaupt müsste dort die Idee einer (disziplinären) Wissenschaftsdidaktik erst Fuß fassen, die zudem lebensstauglich mit dem Lehr-, Forschungs- und Betreuungsalltag zu vermitteln wäre.

Eines der größten Potenziale bei der theoretischen Entwicklung sehe ich in einem anderen Verständnis von Wissen. Vogelmann (2022) trägt die These vor, dass es ein aktives und eigenständig wirkendes Wissen gibt, er nennt es „wirksames Wissen“, das seine Kraft nicht aus den Subjekten bezieht, die – so das Standardverständnis – das Wissen besitzen oder sich

³ Laut Schülein (2002, S. 154) sind konnotative Theorien „kognitive Strategien, mit deren Hilfe autopoietische Realität erfaßt wird“. Der Grundmodus autopoietischer Realität „ist das Zusammenspiel von Akteuren unter/mit Rahmenbedingungen, die sie zugleich konstituieren und durch sie konstituiert werden“ (S. 128).

aneignen (S. 8). Seine Eigenständigkeit besteht darin, dass es von sich aus Einfluss auf das Selbst des Wissenden nimmt, „also nicht unter der Kontrolle dieses Selbst steht“, so dass „jeder Erwerb neuen Wissens möglicherweise [bedeutet], jemand anderes zu werden“ (S. 17). Durch das eigenständige Einwirken des Wissens auf ein Subjekt ist „diese Wirksamkeit auf die Subjektivität“ gerichtet (S. 20). Vogelmann widerspricht damit der „Vorstellung passiven Wissens, dem ein aktives Subjekt erst Wirksamkeit verleiht“ (S. 24). Dem Wissen spricht Vogelmann zwei Kräfte zu: zum einen die schon erwähnte Kraft, eigenständig wirksam zu sein, zum anderen die Kraft der Wahrheit, die sich darin entfaltet (S. 32). „Wahrheit als Kraft entspringt einer durch soziale Praktiken gestifteten Trennung [in wahr und falsch], ist aber nicht identisch mit den Kräften, die diese Trennung erzeugen.“ (S. 33). Interessanterweise grenzt Vogelmann andere Kräfte aus, insbesondere die performative Kraft der Rede, denn die „Unterscheidung zwischen der Kraft der Wahrheit und der Rede kann nur innerhalb der von der Rede aufgespannten Welterfahrung getroffen werden“ (S. 33).

Was heißt das soweit? Im Wissen wirkt einerseits die durch soziale Praktiken hervorbrachte Kraft der Trennung in wahr und falsch; verkürzt: Wahrheit als im Wissen wirkende Kraft. Zum anderen hat Wissen eine eigenständig aktive, wirksame Kraft auf ein Subjekt: Wissen als selbstwirksame Kraft. Die Konstruktion ist tatsächlich wesentlich komplizierter und das krafttheoretische Modell zwischen Wahrheit und Selbstwirksamkeit des Wissens feinsinnig von Vogelmann (2022, Kap. 9.1) durchdacht, doch das würde an dieser Stelle zu weit führen. Entscheidend ist, dass mit dieser Auffassung von Wissen die Wissenschaftsdidaktik einen interessanten Impuls bekommt: Wenn Wissen eine eigenständige Wirksamkeit auf ein Subjekt ausübt, die durchaus in Konkurrenz zu weiteren wirksamen Kräften steht, denen ein Subjekt ausgesetzt ist, dann erklärt das die Grenzen einer Didaktik, die sich zwar in der Gestaltung der Ermöglichung des Erwerbs von Wissen versucht, aber die Wirkung beim Subjekt nicht garantieren kann. Und es stärkt die Wissenschaft in der Dimension, eine vom Wissen selbst ausgehende Mobilisierung des Subjekts unterstellen zu dürfen. Das scheint mir verbindbar mit der von Rosa (2016) vorgebrachten Resonanztheorie, bei der „Resonanz nur möglich ist im Bezug auf einen Weltausschnitt, der mit eigener Stimme spricht, und dass dies notwendig mit Momenten der *Unverfügbarkeit* und des *Widerspruchs* einhergeht“ (S. 317, H.i.O.). Bei Rosa geht es zwar nicht spezifisch um das Wissen, sondern allgemeiner um einen Weltausschnitt (wie etwa einen Wissenschaftlichen), dem aber ebenfalls ein Aktivsein und eine von sich selbst ausgehende Wirksamkeit zugesprochen wird in einem bestimmten Modus in der Beziehung zu Welt.

Ähnliche Gedanken formuliert Gabriel (2021) zur „Macht der Kunst“. Ich bringe hier die Kunst ein, da ich die gestaltungsorientierte Forschung zwischen Technikwissenschaften und künstlerischer Forschung verortet habe (siehe Abschnitt 2.2). „Niemand hat die Macht, exakt vorherzusagen, was jemand, der ein Werk betrachtet, empfinden wird, wenn er mit ihm konfrontiert ist.“ (Gabriel, 2021, S. 30) Überraschenderweise bedient sich auch Gabriel der Metapher des Kraftfelds: „Wir sind den künstlerischen Prozessen und Kräften unterworfen, deren radikale Autonomie kein Mitspracherecht hinsichtlich ihrer Konstitution einschließt. Eine

Interpretation ist weder ein Akt der Freiheit noch ein Akt der Autonomie unsererseits! Kunstwerke sind höchst autonom und mächtig. Diese Macht ist eine fremde Kraft, die in keiner Weise der Kontrolle eines menschlichen Subjekts unterliegt.“ (S. 88)

Wissen und Gestaltung (um es zu vereinfachen) können jeweils eigenständige, aktive Wirksamkeiten unterstellt werden! Das macht die Wissenschaftsdidaktik auf eine ganz neue Art interessant. Da ich die vorgeschlagene wissenschaftsdidaktische Konzeption handlungstheoretisch aufgesetzt habe, ist der Anschluss bereits hergestellt, weil Wissen über seine Wirksamkeit (Effektivität) definiert ist, wie das schon in Abschnitt 1.4 im ersten Teil ausgearbeitet wurde und wie es auch Vogelmann (2022, Kap. 8.2) am Beispiel des Pragmatismus und der Praxeologie vorführt. Das Problem ist, dass der Pragmatismus „die Wirksamkeit von Wissen einseitig dem Subjekt als Handeln zuschreibt und ein aktives Wissen durch seine Grundbegrifflichkeiten ausschließt“ (S. 503); auch die Praxeologie bewahrt trotz poststrukturalistischer und posthumanistischer Praxistheorien die Passivität von Wissen (S. 516). Es ist der krafttheoretische Ansatz, den Vogelmann als Alternative vorschlägt. Der Pragmatismus habe zwar richtig erkannt, „dass Wissen als eine Form von Aktivität oder Kraft zu beschreiben ist, aber fälschlicherweise daraus schließt, diese Aktivität mit dem menschlichen Handeln identifizieren zu müssen“ (S. 503f.). Vogelmanns Vorschlag lautet, „zu einem Pluralismus verschiedener Kraftformen überzugehen, so dass Wissen zugleich wahr und wirksam verstanden werden kann, ohne es aus den sozialen Praktiken aussondern zu müssen, in denen es emergiert“ (S. 504).

Wollte man die Wissenschaftsdidaktik diesem Vorschlag zugänglich machen, wäre die handlungstheoretische Fundierung um eine krafttheoretische zu erweitern, was vielleicht auch die Einbeziehung resonanztheoretischer Gedanken zuließe. Das würde ganz neue Überlegungen eröffnen für das Wechselspiel von Wissen, Praxis, Wissenschaft, Forschung, Gestaltung, Entwicklung, Didaktik, Lehren und Lernen und die vorgelegte Arbeit auf interessante Weise fortdenken.

Liebe ist, wenn man sich die Welt erklärt!

– Peter Godazgar

Danksagung

Ein besonderer Dank gebührt meiner Betreuerin Prof. Dr. Gabi Reinmann. Als sie mir die Wissenschaftsdidaktik als Thema vorschlug, wusste ich aus dem Bauch heraus, dass es *mein* Thema ist. Die Betreuung, die mir zuteil wurde, war die beste, die ich mir je hätte wünschen können: Antworten auf Emails, Briefe und Textentwürfe erhielt ich meist innerhalb von ein- einhalb Tagen. Das half mir, die Forschungsarbeit im Fluss zu halten und plangemäß voranzutreiben. Die Rückmeldungen waren immer treffend, scharfsichtig, genau und wohlwollend zugleich, und wenn sie nachdenklich und zurückhaltend waren, wusste ich, dass ich Texte umschreiben oder gar gänzlich umarbeiten musste. Es ist keine Übertreibung, wenn ich sage, dass mir Gabi Reinmann ein Vorbild als Wissenschaftlerin geworden ist. Vielen Dank, liebe Gabi, für den gemeinsamen wissenschaftlichen Weg und Deine exzellente Betreuung! Ohne Dich gäbe es diese Arbeit nicht.

In dem einen Moment, in dem ich an meiner Arbeit und meiner Kompetenz aufgrund zweier Reviews zweifelte, intervenierte Prof. Dr. Tobias Jenert verhalten aber doch bestimmt und reagierte mit Ermutigung. Ich bin Dir dankbar dafür, lieber Tobias, weil es für mich ein kritischer Zeitpunkt war, mich in diese andere Wissenschaftskultur einzufinden – danach lief es mit dem Publizieren viel besser, ich hatte gelernt, mit der Art von Review-Kommentaren umzugehen, wie sie im bildungswissenschaftlichen Bereich üblich sind.

Danken möchte ich zudem Prof. Dr. Klaus Joller-Graf, mit dem ich den Master Higher Education in Hamburg studiert habe; unser Gedankenaustausch legte einen entscheidenden Grundstein für meine weitere Arbeit. Ich vermisse unsere Gespräche, lieber Klaus! Weitere Wegbegleiter, Diskussionspartner und Mutmacher waren Dr. Alexa Brase, Alice Watanabe, Dr. Marc Casper, Prof. Dr. Tobias Schmohl, Jennifer Preiß und Dr. Frank Vohle. Vielen Dank euch allen!

Mein Dank geht auch an die anonymen Reviewer*innen, die sich die Mühe gemacht haben, meine Texte zu lesen und oft ausführlich zu kommentieren, was mir stets ein Gewinn war und geholfen hat, meine Ausführungen zu verbessern. Eine kumulative Arbeit profitiert ungemein von engagierten Reviewer*innen.

Meine Frau und ich, wir haben uns in unserem Leben mit unseren drei Kindern beruflich gegenseitig stets unter die Arme gegriffen. Dennoch ist es nicht selbstverständlich, Verständnis für meine vermehrten Rückzüge „ins Kämmerlein“ zu haben, die ein Promotionsvorhaben unweigerlich mit sich bringt. Ich möchte mich bei Dir, meine liebe Annette, und bei euch, liebe Marit, lieber Marten und lieber Adrian für eure Unterstützung bedanken. Wicki, unserer Hündin, gebührt das Verdienst, mir auf unseren täglichen Runden unzählige Ideen und Gedanken für diese Promotion beschert zu haben. Danke, Wicki!

Die Arbeit ist meiner Mutter gewidmet!

4. Literaturverzeichnis

- BMBF. (2018). *KMU-innovativ. Vorfahrt für Spitzenforschung im Mittelstand*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Zugriff am 02.01.2023. Verfügbar unter: https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/5/30295_KMU-innovativ_Vorfahrt_fuer_Spitzenforschung.pdf
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P. et al. (2020). *Language Models are Few-Shot Learners* (2005.14165). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- Statistisches Bundesamt. (2022). *Drittmittelentnahmen je Universitätsprofessur im Jahr 2020 bei 287 000 Euro. Pressemitteilung Nr. 399 vom 20. September 2022*. Wiesbaden. Zugriff am 02.01.2023. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/09/PD22_399_213.html
- Fahr, U. (2022a). Probleme und Entwicklungspotenziale des Scholarship of Teaching and Learning. Die Erforschung der eigenen Lehre als professionelle Herausforderung. In U. Fahr, A. Kenner, H. Angenent & A. Eßer-Lühhausen (Hrsg.), *Hochschullehre erforschen. Innovative Impulse für das Scholarship of Teaching and Learning* (S. 3–28). Wiesbaden: Springer VS.
- Fahr, U. (2022b). Voraussetzungen und Grenzen einer Wissenschaftsdidaktik. Historische und systematische Reflexion eines komplexen erkenntniskritischen Anliegens. In G. Reinmann & R. Rhein (Hrsg.), *Wissenschaftsdidaktik I. Einführung* (Wissenschaftsdidaktik, Bd. 1, S. 65–86). Bielefeld: transcript.
- Fraunhofer. (2020). *Kooperation mit Universitäten* (Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Hrsg.). München. Zugriff am 02.01.2023. Verfügbar unter: <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/Fraunhofer-Kooperationen-mit-Universitaeten.pdf>
- Fraunhofer. (2022). *Zusammenspiel außeruniversitärer Forschung mit Universitäten/Hochschulen. Positionspapier der Fraunhofer-Gesellschaft* (Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Hrsg.). München. Zugriff am 02.01.2023. Verfügbar unter: <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/Positionspapier-Kooperationen-Hochschulen-2022-06-21.pdf>
- Gabriel, M. (2021). *Die Macht der Kunst*. Leipzig: Merve.
- Hachmeister, C.-D., Duong, S. & Roessler, I. (2015). *Forschung an Fachhochschulen aus der Innen- und Außenperspektive: Rolle der Forschung, Art und Umfang* (Centrum für Hochschulentwicklung (CHE), Hrsg.) (Arbeitspapier Nr. 181). Zugriff am 30.12.2022. Verfügbar unter: https://www.che.de/download/che_ap_181_forschung_an_fachhochschulen-pdf/
- Hentig, H. von. (2003). *Wissenschaft. Eine Kritik*. München, Wien: Hanser.
- Hentig, H. von, Huber, L. & Müller, P. (Hrsg.). (1970). *Wissenschaftsdidaktik: Referate und Berichte von einer Tagung des Zentrums für interdisziplinäre Forschung der Univ. Bielefeld am 11. und 12. April 1969 [Themenheft]. Neue Sammlung, 1970 (Sonderheft 5)*.

- Herzberg, D. (2019a). *Die Bachelorarbeit in der Praktischen Informatik im Spagat zwischen Wissenschaftsanspruch und Wirklichkeit*. Masterarbeit. Universität Hamburg, Hamburg.
- Herzberg, D. (2019b). Embodied Cognition als Lehrparadigma in der Programmierausbildung. In T. Schmohl & K.-A. To (Hrsg.), *Hochschullehre als reflektierte Praxis. Fachdidaktische Fallbeispiele mit Transferpotenzial* (Bd. 1, 2. überarbeitete Auflage, S. 29–41). Bielefeld: wbv.
- Herzberg, D. (2020a). *Ein Methodenkoffer für DBR. Beitrag zum Kolloquium "Design-Based Research" am HUL, Universität Hamburg, 5. Juni*. Zugriff am 12.10.2020. Verfügbar unter: <https://hul-forschungskolloquium.blogs.uni-hamburg.de/design-based-research-kolloquium-am-5-juni-2020/>
- Herzberg, D. (2020b). Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 15(4), 263–280. <https://doi.org/10.3217/zfhe-15-04/15>
- Herzberg, D. (2022a). Anwendungspraxis vs. Wissenschaft am Beispiel der Informatik an HAWs. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 17(2), 183–198. <https://doi.org/10.3217/zfhe-17-02/10>
- Herzberg, D. (2022b). Die Bachelorarbeit in der HAW-Informatik. Über den Verlust des Wissenschaftlichen im Sog des Praktischen, der Anwendungsorientierung und der beruflichen Praxis. In B. Enzmann & J. Prieß-Buchheit (Hrsg.), *Wissenschaftliches Arbeiten lehren und lernen*. (to appear). *die hochschullehre*. 8 (34), 587–600 [Themenheft]. Bielefeld: wbv.
- Herzberg, D. (2022c). Gestaltungsorientierte Forschung zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung. *EDeR. Educational Design Research*, 6(1), 1–20. <https://doi.org/10.15460/eder.6.1.1631>
- Herzberg, D. (2022d). Ein Modell zum Gestaltungshandeln in DBR zur Entwicklung von Methoden und zur Analyse von Rahmenwerken. *EDeR. Educational Design Research*, 6(3). <https://doi.org/10.15460/eder.6.3.1908>
- Herzberg, D. (2023a). Auf dem Weg zu einer Wissenschaftsdidaktik für die HAW-Informatik. In G. Reinmann & R. Rhein (Hrsg.), *Wissenschaftsdidaktik II. Einzelne Disziplinen* (to appear) (Wissenschaftsdidaktik, Bd. 2, S. 245–269). Bielefeld: transcript.
- Herzberg, D. (2023b). Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung und das Transparenzproblem: Eine Analyse und ein Lösungsvorschlag. In T. Schmohl, A. Watanabe & K. Schelling (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Chancen und Grenzen des KI-gestützten Lernens und Lehrens* (to appear) (Hochschulbildung, Bd. 4). Bielefeld: transcript.
- Herzberg, D. & Joller-Graf, K. (2020). Forschendes Lernen mit DBR: Eine methodologische Annäherung. *Impact Free - Journal für freie Bildungswissenschaftler*, (33), 1–16. Zugriff am 22.02.2023. Verfügbar unter: https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2020/11/Impact_Free_33.pdf
- Huber, L. (2018). SoTL weiterdenken! Zur Situation und Entwicklung des Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) an deutschen Hochschulen. *Das Hochschulwesen (HSW)*, 66(1+2), 33–41.

- Joller-Graf, K. & Herzberg, D. (2022). Reflektionskompetenz entwickeln mit Lehramtsstudierenden. Conjecture Mapping im SoTL-Projekt. In U. Fahr, A. Kenner, H. Angenent & A. Eßer-Lühhausen (Hrsg.), *Hochschullehre erforschen. Innovative Impulse für das Scholarship of Teaching and Learning*. Wiesbaden: Springer VS.
- König, W. (2010). Werte, Wissen und Wissensintegration in den Technikwissenschaften. Systematische und historische Betrachtungen. In K. Kornwachs (Hrsg.), *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen* (Acatech diskutiert, S. 63–80). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kornwachs, K. (Hrsg.). (2010). *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen* (Acatech diskutiert). Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-14372-4>
- Kornwachs, K. (2012). *Strukturen technologischen Wissens. Analytische Studien zu einer Wissenschaftstheorie der Technik*. Berlin: Edition Sigma.
- Kornwachs, K. (2013). *Philosophie der Technik. Eine Einführung*. München: C.H. Beck.
- Kornwachs, K. (2018). *Philosophie für Ingenieure* (3., überarbeitete Auflage). München: Hanser.
- Land Hessen. Hessisches Hochschulgesetz (HessHG) vom 14. Dezember 2021. HessHG. Zugriff am 02.01.2023. Verfügbar unter: <https://www.rv.hessenrecht.hessen.de/bshe/document/jlr-HSchulGHE2022V1P3>
- Luft, A. L. (1988). *Informatik als Technik-Wissenschaft. Eine Orientierungshilfe für das Informatik-Studium*. Mannheim, Wien, Zürich: BI Wissenschaftsverlag.
- Nieke, W. & Freytag-Loringhoven, K. von. (2014, 12. Februar). *Bildung durch Wissenschaft. Skizze einer universitären Wissenschaftsdidaktik*. im Rahmen des Projektes „KOSMOS - Konstruktion und Organisation eines Studiums in offenen Systemen" für eine Vision des lebenslangen Lernens (LLL) auf universitärem Niveau am Bildungsstandort Rostock, Institut für Allgemeine Pädagogik und Sozialpädagogik, Universität Rostock. Zugriff am 29.12.2022. Verfügbar unter: https://www.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/UniHome/Weiterbildung/KOSMOS/Kosmos_Dokumente/Nieke_Freytag_Bildung_durch_Wissenschaft.pdf
- OECD. (2018). *Frascati-Handbuch 2015: Leitlinien für die Erhebung und Meldung von Daten über Forschung und experimentelle Entwicklung. Messung von wissenschaftlichen, technologischen und Innovationstätigkeiten*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264291638-de>
- OECD/Eurostat. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Paris: OECD Publishing.
- Pahl, J.-P. (2018). *Fachhochschule. Von der Fachschule zur Hochschule für angewandte Wissenschaften*. Bielefeld: wbv. <https://doi.org/10.3278/6004670w>
- Poser, H. (2012). *Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung* (Reclams Universal-Bibliothek, Bd. 18995, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart: Philipp Reclam jun.
- Reinmann, G. (2022a). Lehren als Design - Scholarship of Teaching and Learning mit Design-Based Research. In U. Fahr, A. Kenner, H. Angenent & A. Eßer-Lühhausen (Hrsg.),

- Hochschullehre erforschen. Innovative Impulse für das Scholarship of Teaching and Learning* (S. 29–44). Wiesbaden: Springer VS.
- Reinmann, G. (2022b). Wissenschaftsdidaktik und ihre Verwandten im internationalen Diskurs zur Hochschulbildung. In G. Reinmann & R. Rhein (Hrsg.), *Wissenschaftsdidaktik I. Einführung* (Wissenschaftsdidaktik, Bd. 1, S. 267–285). Bielefeld: transcript.
- Reinmann, G. & Rhein, R. (Hrsg.). (2022). *Wissenschaftsdidaktik I. Einführung* (Wissenschaftsdidaktik, Bd. 1). Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839460979>
- Reinmann, G. & Rhein, R. (Hrsg.). (2023). *Wissenschaftsdidaktik II. Einzelne Disziplinen (to appear)* (Wissenschaftsdidaktik, Bd. 2). Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839462959>
- Rhein, R. (2022). Theorieperspektiven zur Grundlegung von Wissenschaftsdidaktik. In G. Reinmann & R. Rhein (Hrsg.), *Wissenschaftsdidaktik I. Einführung* (Wissenschaftsdidaktik, Bd. 1, S. 21–42). Bielefeld: transcript.
- Roessler, I. & Ziegele, F. (2022). HAW als Treiber des Transfers in die Gesellschaft. In Hochschullehrerbund hlb (Hrsg.), *50 Jahre hlb. Festschrift* (S. 255–263). Baden-Baden: Nomos. <https://doi.org/10.5771/9783748935193-255>
- Rosa, H. (2016). *Resonanz. Eine Soziologie der Weltbeziehung* (4. Auflage). Berlin: Suhrkamp.
- Rzadkowski, N. (2018). *Recht wissenschaftlich. Drei wissenschaftsdidaktische Modelle auf empirischer Grundlage* (Schriften der Albrecht Mendelssohn Bartholdy Graduate School of Law, Bd. 5). Baden-Baden: Nomos. <https://doi.org/10.5771/9783845286839>
- Sandoval, W. (2014). Conjecture Mapping: An Approach to Systematic Educational Design Research. *Journal of the Learning Sciences*, 23(1), 18–36. <https://doi.org/10.1080/10508406.2013.778204>
- Schmidt, O. (2013). *Die Abschlussarbeit im Unternehmen schreiben* (UTB, Bd. 3903). Konstanz, München: UVK-Verlagsgesellschaft.
- Schmohl, T., Watanabe, A., Fröhlich, N. & Herzberg, D. (2020). How Artificial Intelligence Can Improve the Academic Writing of Students. In *The Future of Education, International Conference Proceedings* (Edition 10). Zugriff am 15.02.2023. Verfügbar unter: <https://conference.pixel-online.net/FOE/files/foe/ed0010/FP/6789-GAME4769-FP-FOE10.pdf>
- Scholl, M. (2017). Forschendes Lernen aus der Perspektive der Fachhochschulen. In H. A. Mieg & J. Lehmann (Hrsg.), *Forschendes Lernen. Wie die Lehre in Universität und Fachhochschule erneuert werden kann* (401-409). Frankfurt: Campus.
- Schüle, J. A. (2002). *Autopoietische Realität und konnovative Theorie. Über Balanceprobleme sozialwissenschaftlichen Erkennens*. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Siegfried-Laferi, M. (2022). Hochschuldidaktik als Wissenschaftskritik. Grundüberzeugungen wissenschaftsdidaktischer Beiträge um 1970. In G. Reinmann & R. Rhein (Hrsg.), *Wissenschaftsdidaktik I. Einführung* (Wissenschaftsdidaktik, Bd. 1, S. 109–131). Bielefeld: transcript.
- Stoll, K. (2022, 30. Dezember). *ChatGPT: Disruptives Potenzial*. Zugriff am 15.02.2023. Verfügbar unter: <https://www.heise.de/meinung/ChatGPT-Disruptives-Potenzial-7435094.html>

- Vogelmann, F. (2022). *Die Wirksamkeit des Wissens. Eine politische Epistemologie* (Suhrkamp Taschenbuch wissenschaft, Bd. 2372). Berlin: Suhrkamp.
- Weßels, D., Mundorf, M. & Wilder, N. (2022, 19. Dezember). *ChatGPT ist erst der Anfang. Über den Einsatz generativer KI-Sprachmodelle im Bildungskontext*, Hochschulforum Digitalisierung. Zugriff am 15.02.2023. Verfügbar unter: <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/blog/ChatGPT-erst-der-anfang>
- Wissenschaftsrat. (2010). *Empfehlungen zur Rolle der Fachhochschulen im Hochschulsystem*. Berlin / Köln. Zugriff am 29.12.2022. Verfügbar unter: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/10031-10.html>
- Wissenschaftsrat. (2020). *Anwendungsorientierung in der Forschung. Positionspapier* (Wissenschaftsrat, Hrsg.) (Drs. 8289-20). Berlin. Zugriff am 02.01.2023. Verfügbar unter: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/2020/8289-20.html>
- Zentrum für Wissenschaftsdidaktik. (2022). *Diskussion und Literatur zur Wissenschaftsdidaktik*, Ruhr-Universität Bochum. Zugriff am 28.12.2022. Verfügbar unter: <https://www.zfw.rub.de/content/diskussionen-und-literatur-zur-wissenschaftsdidaktik>

Anhang: Ergebnisse und eingebrachte Einzelarbeiten

Der Wissenschaftsdidaktik fehlt bislang eine fachhochschulische Perspektive. Bisherige Überlegungen beziehen sich auf das universitäre Umfeld, was den organisatorischen, personellen und strukturellen Gegebenheiten an einer Fachhochschule und ihrer Anbindung an die berufliche Praxis nicht gerecht wird. Unter diesen Bedingungen drückt sich in Lehre, Forschung und Entwicklung ein ganz anderer Umgang mit und ein eigenständiges Selbstverständnis von angewandter Wissenschaft aus, das nach einer angemessenen Konzeption einer Wissenschaftsdidaktik für die Fachhochschule ruft. Diese Arbeit stellt eine solche Konzeption vor, die wissenschafts- und handlungstheoretisch fundiert ist, mit dem Spannungsfeld von disziplinärer und wissenschaftlicher Praxis und Theorie arbeitet und das Design-Based Research sowohl als Metawissenschaft wie auch als Zugang zur bildungswissenschaftlichen Selbstbeforschung einbindet. Empirische Untersuchungen zur Fachhochschul-Informatik zeigen auf, dass die Praxis- und Anwendungsorientierung potenziell zu einer Erosion des Wissenschaftlichen und des Wissenschaftsanspruchs führen können. Die Wissenschaftsdidaktik kann hier nicht nur Hilfe bei der Reflektion der Umstände sein, sondern auch als „angewandte Wissenschaftstheorie“ dazu beitragen, ein wissenschaftliches Selbstverständnis zu entwickeln, zu justieren und immer wieder neu auf den Prüfstand zu stellen.

Science didactics (Wissenschaftsdidaktik) has so far been lacking a perspective from universities of applied sciences. Previous research concentrated on proper university settings, which does not do justice to the organisational, staff-related and structural conditions at a university of applied sciences and its relation to professional practice. Under these circumstances, a completely different approach to and an original self-understanding of applied science is reflected in teaching, research and development, which calls for an adequate conception of science didactics for universities of applied sciences. This thesis presents such a conception, which is grounded in a theory of science and action, works with the tension between disciplinary and scientific practice and theory, and incorporates design-based research both as a meta-science and as an approach to self-exploration. Empirical studies of informatics at universities of applied sciences show that the practice and application orientation can potentially lead to an erosion of the scientific and the scientific claim. Here, science didactics can not only help to reflect on the conditions, but also, as an "applied philosophy of science", help to develop, adapt and continually re-examine a scientific self-understanding.

Die Dissertation besteht zudem aus den folgenden beigefügten Einzelarbeiten, hier als Auszug aus dem Literaturverzeichnis gelistet, die in der Reihenfolge gemäß Teil 2 beigefügt sind.

- Herzberg, D. (2019b). Embodied Cognition als Lehrparadigma in der Programmierausbildung. In T. Schmohl & K.-A. To (Hrsg.), *Hochschullehre als reflektierte Praxis. Fachdidaktische Fallbeispiele mit Transferpotenzial* (Bd. 1, 2. überarbeitete Auflage, S. 29–41). Bielefeld: wbv.
- Herzberg, D. (2020b). Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 15(4), 263–280. <https://doi.org/10.3217/zfhe-15-04/15>
- Herzberg, D. (2022a). Anwendungspraxis vs. Wissenschaft am Beispiel der Informatik an HAWs. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 17(2), 183–198. <https://doi.org/10.3217/zfhe-17-02/10>
- Herzberg, D. (2022b). Die Bachelorarbeit in der HAW-Informatik. Über den Verlust des Wissenschaftlichen im Sog des Praktischen, der Anwendungsorientierung und der beruflichen Praxis. In B. Enzmann & J. Prieß-Buchheit (Hrsg.), *Wissenschaftliches Arbeiten lehren und lernen. (to appear). die hochschullehre. 8 (34)*, 587–600 [Themenheft]. Bielefeld: wbv.
- Herzberg, D. (2022c). Gestaltungsorientierte Forschung zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung. *EDeR. Educational Design Research*, 6(1), 1–20. <https://doi.org/10.15460/eder.6.1.1631>
- Herzberg, D. (2022d). Ein Modell zum Gestaltungshandeln in DBR zur Entwicklung von Methoden und zur Analyse von Rahmenwerken. *EDeR. Educational Design Research*, 6(3). <https://doi.org/10.15460/eder.6.3.1908>
- Herzberg, D. (2023a). Auf dem Weg zu einer Wissenschaftsdidaktik für die HAW-Informatik. In G. Reinmann & R. Rhein (Hrsg.), *Wissenschaftsdidaktik II. Einzelne Disziplinen (to appear)* (Wissenschaftsdidaktik, Band 2, S. 245–269). Bielefeld: transcript.
- Herzberg, D. (2023b). Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung und das Transparenzproblem: Eine Analyse und ein Lösungsvorschlag. In T. Schmohl, A. Watanabe & K. Schelling (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Chancen und Grenzen des KI-gestützten Lernens und Lehrens (to appear)* (Hochschulbildung, Bd. 4). Bielefeld: transcript.
- Joller-Graf, K. & Herzberg, D. (2022). Reflektionskompetenz entwickeln mit Lehramtsstudierenden. Conjecture Mapping im SoTL-Projekt. In U. Fahr, A. Kenner, H. Angenent & A. Eßer-Lühhausen (Hrsg.), *Hochschullehre erforschen. Innovative Impulse für das Scholarship of Teaching and Learning*. Wiesbaden: Springer VS. – *Reproduced with permission from Springer Nature*

Dominikus HERZBERG¹ (Gießen)

Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik

Zusammenfassung

Bisherige Konzeptionen einer Wissenschaftsdidaktik haben ihren Blick auf die universitäre Ausbildung beschränkt. Der Einbezug einer fachhochschulischen Perspektive rückt die Praxis in den Blickwinkel. So entwickelt das hier vorgestellte Theoriemodell die Wissenschaftsdidaktik im Wirkungsfeld der Pole von Wissenschaft, Praxis und Lehre. Hinzu kommt eine Grundkonstitution menschlicher Erkenntnisfähigkeit, die anschlussfähig ist zu einer handlungswissenschaftlich ausgerichteten Wissenschaftstheorie. Es zeigt sich, welche anspruchsvolle und vielschichtige Rolle dem Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) zukommt und welche wissenschaftsdidaktischen Bezüge es hat.

Schlüsselwörter

Wissenschaftsdidaktik, Scholarship of Teaching and Learning (SoTL), Wissenschaftstheorie, Handlungswissenschaften

¹ E-Mail: dominikus.herzberg@mni.thm.de



Towards a didactics of science that integrates practice

Abstract

Previous concepts of science didactics have limited their view to a university education while excluding practical and occupational aspects of education. The inclusion of a university of applied sciences perspective corrects this oversight. The theoretical model presented here develops the didactics of science in the dimensions of science, practice and teaching. In addition, there is a basic constitution of the human mind that is connectable to a theory of science oriented towards action science. The demanding, multi-layered role of the Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) and its references to science didactics thereby become apparent.

Keywords

science didactics, scholarship of teaching and learning (SoTL), philosophy of science, action science

1 Einleitung

Die Wissenschaftsdidaktik geht davon aus, dass der Wissenschaft inhärent ein didaktisches Moment innewohnt. Das beginnt damit, dass Wissenschaft erst zur Wissenschaft wird durch die Mitteilung an andere, „ohne ‚Veröffentlichung‘ in diesem Sinne keine Wissenschaft“ (HUBER, 2018, S. 38). Und es mündet in der These, dass ein notwendiges Verhältnis bestehe „zwischen der Form, in der Wissenschaft als Wissen erscheint, und den Formen, in denen es aufnehmbar ist – also gelernt wird“ (HENTIG, 2003, S. 180). Wenn dem so ist, dann gibt es einen Zusammenhang zwischen den Wissensformen einer Wissenschaft und den Lernformen zu dieser Wissenschaft, was aber auch im Rückbezug gilt: Dass Lernformen „die Wissenschaftsprozesse selbst durch diese Mittel und Verfahren wieder zugleich produktiv *und* verantwortbar, differenziert *und* lehrbar“ machen (ebd., S. 189, Hervor-

hebung im Original). Das umreißt in Kürze das, was in den 1970er Jahren unter dem Begriff der Wissenschaftsdidaktik entwickelt wurde.

Die damaligen Texte aus den 1970er Jahren blenden die seinerzeit just entstehenden Fachhochschulen (FH) aus, die zunächst als Lehreinrichtungen ohne Forschungsauftrag konzeptioniert sind. Die bisherigen Publikationen zur Wissenschaftsdidaktik übergehen die Fachhochschule als Adressatin einer Wissenschaftsdidaktik insofern, als sie gedanklich der Universität verhaftet sind (das sogar teils explizit) und die spezifischen Bedingungen an Fachhochschulen nicht berücksichtigen.

Diese Arbeit möchte eine Rückbesinnung vornehmen und ein Theoriemodell vorstellen, das eine Wissenschaftsdidaktik konzipiert, die in Passung zu bringen ist mit der Besonderheit der fachhochschulischen Orientierung auf die berufliche Praxis, was sich z. B. an einem Praxissemester ausdrückt, der stärkeren Eingebundenheit ihrer Professorinnen und Professoren in die Lehre und einem Forschungsauftrag, der sich – gemessen am Drittmittelvergleich mit den Universitäten – zwar bescheiden ausnimmt, aber dennoch die Wissenschaft im fachhochschulischen Selbstverständnis verankert. Der bislang fehlende Fachhochschulbezug dient als Anlass, die Praxis ins Blickfeld einer zu konzeptionierenden Wissenschaftsdidaktik zu rücken – und löst sich dann sogleich vom Fokus der Fachhochschule, da an eine alle Hochschulformen erfassende Wissenschaftsdidaktik gedacht ist.

1.1 Stand des Diskurses

Die Gedanken, die z. B. von HENTIG (2003) und KLÜVER (1979) zur Wissenschaftsdidaktik vortragen, stammen aus den 1960er und 1970er Jahren, aus einer Zeit, in der sich die Fachhochschulen aus den Ingenieurschulen, Akademien und Fachschulen heraus entwickeln. Im Jahr 1976 werden die Fachhochschulen durch das Hochschulrahmengesetz Teil des tertiären Bildungsbereichs, zunächst gedacht als Lehreinrichtungen ohne Forschungsauftrag. Wissenschaftsdidaktische Überlegungen bleiben in dieser Zeit ohne Bezug zur Fachhochschule.

Und dabei ist es weitgehend geblieben. Folgt man der Darstellung des 2017 gegründeten Zentrums für Wissenschaftsdidaktik (ZfW) an der Ruhr-Universität (!) Bochum, gibt es eine zweite Phase der Auseinandersetzung, die mit der Bologna-Reform einsetzt: Der universitäre (!) Bildungsauftrag und die Formalisierung und Strukturierung des Studiums geraten in ein Spannungsverhältnis.²

In jüngerer Zeit erfährt der Begriff der Wissenschaftsdidaktik eine Wiederentdeckung einerseits als reflektierte Hochschulfachdidaktik und andererseits als kritische Reflexion der Wissenschaft selbst. Die Wissenschaftsdidaktik wird diskutiert in Zusammenhängen wie der „Bildung durch Wissenschaft“ und etwa Lernformaten wie „Problembasiertes Lernen“ (PBL) und „Forschendes Lernen“ (FL); andere, wie HUBER (2018), stellen eine Verbindung zum Scholarship of Teaching und Learning (SoTL) her. Das schließt die Fachhochschulen zwar nicht aus, eine Erwähnung und Berücksichtigung ihrer Besonderheiten und Bedingungen findet nicht statt. Wenn, dann gibt es eher generelle Kritik, die z. B. in der durch die Bologna-Reform eingeleitete Kompetenzorientierung des Studiums Probleme sieht: „Faktisch ist die Kompetenzorientierung die Übernahme des englischen Berufsbildungskonzepts aus den dortigen Colleges, die ja eben keine Universitäten sind, sondern Berufsschulen im Sinne der deutschen Berufsfachschulen – also ohne betrieblichen Praxisanteil.“ (NIEKE & FREYTAG-LORINGHOVEN, 2014)

Kurzum: Überlegungen und Konzeptionen zu einer Wissenschaftsdidaktik im Kontext der Fachhochschulen hat es offenbar bislang nicht gegeben. Die Quellenlage gestaltet sich übersichtlich, die in den einschlägigen Datenbanken verfügbare Literatur ist überschaubar und liefert keine Hinweise, dass das Thema bereits adressiert wäre.

² <https://www.zfw.rub.de/content/diskussionen-und-literatur-zur-wissenschaftsdidaktik>, Stand vom 8. Dezember 2020.

1.2 Vorgehen

Dieser Beitrag möchte in den Diskurs die Skizze eines theoretischen Modells zur Wissenschaftsdidaktik mit der Zielsetzung einbringen, die fachhochschulische Ausrichtung an berufsorientierter Ausbildung zu berücksichtigen, Lehre in den Kontext einer Wissenschaftsdidaktik zu stellen und Zuordnungen zu Lehrformen und kombinierten Forschungsformen vorzunehmen. Wie sich zeigen wird, erweitert das Einbeziehen der Praxis das Spektrum hochschulischer Ausprägungen. Es sind nicht allein die Fachhochschulen, die Praxisbezüge haben (man denke etwa an das Medizinstudium), wie es auch kein Alleinstellungsmerkmal der Universitäten ist, Forschung zu betreiben.

In einem zweiten Schritt wird der Aspekt eingearbeitet, Lernende in ihren Voraussetzungen und Vorgefasstheiten, die eben keine wissenschaftlichen sind, anzunehmen. Darin äußert sich eine didaktische Herangehensweise, die sich nicht ausschließlich wissenschaftstheoretisch, sondern zudem anthropologisch begründet. Die Verknüpfung einer wissenschaftsdidaktischen Ebene, die sich aus der Wissenschaft selbst ableitet und sich wissenschaftstheoretisch verankert, und einer anthropologischen Ebene kann gelingen, wenn die wissenschaftstheoretische Grundlegung passend gewählt ist und sich ein Lehr- und Forschungsformat findet, das darauf Bezug nimmt. Als ein solches Lehr- und Forschungsformat ordnet sich das Scholarship of Teaching und Learning (SoTL) ein.

2 Das Theoriemodell

Dieses Kapitel stellt mit Abb. 1 ein Theoriemodell vor, das eine Wissenschaftsdidaktik an den Polen von Wissenschaft, Praxis und Lehre ausrichtet. Aus dem Verhältnis von Wissenschaft und Praxis wird ein wissenschaftstheoretischer Hintergrund in den Handlungswissenschaften identifiziert, dem als methodologische Rahmensetzung das sogenannte Design-Based Research (DBR) zugrunde gelegt wird. Handlungswissenschaft und Handlungspraxis bringen ihre jeweils eigenen Bezüge zur Lehre ein über ihre jeweiligen Gegenstandsbereiche.

2.1 Der Bezug von Wissenschaft und Praxis

Der Bezug von Wissenschaft und Praxis macht den Rückgriff auf eine Wissenschaftstheorie notwendig, die ihren traditionellen Fokus auf die Naturwissenschaften löst und sich hinwendet zu den sogenannten Handlungswissenschaften als ihr Gegenpol, der sich in der Gestaltung von Handlungen, ihrer Praxis und der Bildung von Erkenntnis samt geeigneter Methoden ausdrückt. Den philosophischen Handlungstheorien (vgl. POSER, 1982; QUANTE, 2020) fehlt der Praxisbezug, wohl aber gibt es einen umfassend ausgearbeiteten Ausgangspunkt bei den Technikwissenschaften (KORNWACHS, 2018; POSER, 2012, 2016b), die ebenfalls zu den Handlungswissenschaften zählen und zum technischen Grundprofil vieler Fachhochschulen passen. Diese Ausarbeitungen aus den Technikwissenschaften ziehe ich als wissenschaftstheoretische Grundlegung der Handlungswissenschaften heran, ohne das hier im Detail weiter auszuführen; es würde den Rahmen sprengen, hier soll das Theoriemodell in groben Zügen, aber dafür vollständig skizziert werden.

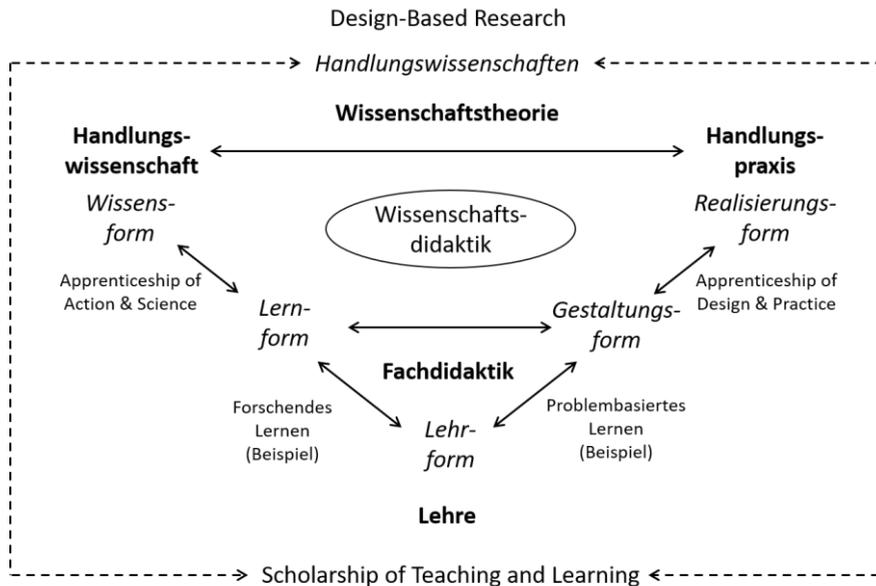


Abb. 1: Konzeption einer die Praxis einschließenden Wissenschaftsdidaktik

In der hochschuldidaktischen Forschung (die Hochschuldidaktik zähle ich ebenfalls zu den Handlungswissenschaften) etabliert sich zusehends ein methodologisches Rahmengerüst namens Design-Based Research (DBR) (vgl. REINMANN, 2017). DBR kann nach meinem Dafürhalten handlungswissenschaftlich verallgemeinert werden (HERZBERG, 2020). Damit ist DBR als Methodologie allen Handlungswissenschaften zugänglich und fungiert gleichsam als interdisziplinäre Brücke unter den handlungswissenschaftlichen Disziplinen und vermag hochschuldidaktische und fachdidaktische Methoden auf Augenhöhe zu bringen und gegenseitig vermittelbar und einsetzbar zu machen. Davon kann die Bildungsforschung ebenso wie die Fachwissenschaft profitieren. Die Handlungswissenschaften stellen den wissenschaftstheoretischen Rahmen, siehe Abb. 1, und DBR stellt das methodologische Rahmengerüst.

2.2 Der Bezug zur Lehre

Dem von Hentig eingangs zitierten Verhältnis von Wissensform und Lernform, dem Kern seines wissenschaftsdidaktischen geprägten Ansatzes, habe ich die Lehrform hinzugefügt, siehe Abb. 1; eine Wissenschaftsdidaktik ohne Blick auf die Lehre ist nicht vorstellbar. Auf der Praxisseite hat es in der Wissenschaftsdidaktik bislang keine Entsprechung zu dem Wechselbezug von Wissens-, Lern- und Lehrform gegeben – das ist ein Merkmal ihrer bislang vorrangig universitären Ausrichtung. Die Form der Realisierung von Handlungen steht im Bezug zur Form der Gestaltung von Handlungen, was ebenso anschlussfähig im Wechselbezug zur Lehrform stehen muss, soll die Anwendung von Handlungswissenschaft als Handlungspraxis in der Lehre Berücksichtigung finden.

Interessanterweise sind es die Fachhochschulen, die dem Praxisverhältnis viel Aufmerksamkeit schenken, das in den Studienordnungen bis hin zur curricularen Ebene u. a. in Form einer Praxisphase für die Studierenden verankert ist – hier zusammenfassend als *Apprenticeship of Practice and Design (AoDP)* bezeichnet, was das Sammeln von handlungsorientierten Praxis- und Gestaltungserfahrungen meint. Dem gegenüber ist auf der Wissenschaftsseite der Begriff *Apprenticeship of Action and Science (AoAS)* verortet, also ein Kennenlernen dessen, was eine Handlungswissenschaft und wissenschaftliches Arbeiten auszeichnen und ausmachen; hier zeigt sich etwa am Beispiel der Fachhochschul-Informatik ein Problem in der hochschulischen Ausbildung (HERZBERG, 2019a). Die Lern- und Gestaltungsform ist zusammen mit der Wissens- bzw. Realisierungsform fachdidaktisch in geeignete Lehrformen zu überführen, wie es sich z. B. ausdrückt im Forschenden Lernen oder im Problembasierten Lernen. Allerdings ist etwa das Forschende Lernen an Fachhochschulen mit spezifischen Problematiken verbunden, wie HUBER & REINMANN (2019, S. 280-287) es ausführlich darlegen.

Für das in Abb. 1 außerdem eingezeichnete *SoTL (Scholarship of Teaching and Learning)* als Weg der wissenschaftsdidaktischen Reflektion und Selbstbeforschung des Lehrens ist es zu kurz gegriffen, wenn man auf der Ebene der Formbegriffe bleibt, die sich aus dem zugrunde gelegten wissenschaftstheoretischen

Grundansatz ableiten. In dem Theoriemodell fehlt der Anlass jeglicher Didaktik, der kein theoretischer, sondern ein menschlicher ist.

3 Anthropologische Ebene

Wenn man ausschließlich einen wissenschaftstheoretischen Rahmen anlegt, innerhalb dessen hochschuldidaktische Untersuchungen unter Berücksichtigung der spezifischen Bedingungen an Fachhochschulen stattfinden, so ist das akademisch fraglos interessant, aber es verpasst, einen Bezug herzustellen zu einer hochschuldidaktischen Realität, die eine Wissenschaftsdidaktik nicht ignorieren sollte. Der alleinige Weg über die Wissenschaftstheorie der Handlungswissenschaften ist im ersten Schritt zu kurz gegriffen und schließt etwas aus. Der Bogen wird sich aber schließen lassen.

3.1 Das Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft

Wissenschaft und Gesellschaft sind beständig herausgefordert, ihr Verhältnis zueinander zu bestimmen, aktuell etwa durch den Klimawandel. Das hat – um den Diskurs aufzugreifen – eine „wissenschaftstheoretische Tiefenstruktur“, wie es VOGT (2019, S. 18-28) schreibt. Nachhaltigkeit ist ein „gesellschaftspolitisches und kein wissenschaftliches Konzept“: „Nachhaltigkeit ist ein Verantwortungsdiskurs dessen starke normative Aufladung in seiner Tiefenstruktur keineswegs zu gängigen Vorstellungen von Freiheit, Autonomie und wissenschaftlicher Exzellenz der Hochschulen passt.“ (S. 21) Das fordert eine Klärung und Positionierung der Wissenschaft heraus. Die Gedanken, die Vogt vorträgt, scheinen mir gar nicht so weit weg von der Wissenschaftstheorie zu den Technikwissenschaften entfernt, vor allem wenn man an die Technikhermeneutik denkt und an das, was es schon lange gibt, die Technikfolgenabschätzung (vgl. KORNWACHS, 1991).

3.2 Die Konstitution des Menschen ohne Wissenschaft

Zusätzlich zu dieser wissenschaftstheoretisch geprägten Aufteilung in Wissenschaft und Praxis kommt ein weiterer entscheidender Aspekt anthropologischer Natur: FISCHER (1992) schreibt, dass die „naive und direkte Sicht (Ansicht) der Dinge ein Hindernis ist, das uns den Weg zum wissenschaftlichen Erkennen oft erschwert und manchmal schlicht und einfach versperrt“ (S. 35). Das Problem liegt darin, „daß sich der wissenschaftliche Geist vielfach gegen die Erfahrung des gesunden Menschenverstandes durchsetzen muß“ (S. 81).

Fischer studierte Mathematik, Physik und Biologie und habilitierte sich in Wissenschaftsgeschichte. Seine Bücher sind vom naturwissenschaftlichen Weltbild geprägt. So nimmt es auch nicht wunder, dass er der Beobachtung durch das Experiment die entscheidende Rolle zuweist, um das Denken zu hinterfragen und umzuorganisieren (S. 134). Später formuliert er es etwas allgemeiner: „Unser Weltbild hängt von unseren Werkzeugen ab.“ (S. 183) Und folgert: „Nur wer Werkzeuge mit verwendet, nur wer mit diesen Krücken sein Verstehen kontrolliert bzw. überprüft, kann auf einen Durchblick hoffen und dabei etwas von dem verstehen, was sich vor unseren Augen abspielt. Dies ist die eigentliche Kritik des gesunden Menschenverstandes.“ (S. 184)

Eine Wissenschaftsdidaktik muss das Bezugs- oder Abbildungsproblem lösen, wie das Schaffen von Wissen (Wissenschaft) und das Verstehen durch Alltagserfahrung (der „gesunde Menschenverstand“ und die Handlungspraxis) zusammengebracht werden – und genau da liegt die Intention einer Didaktik, durch die Lehre einen Zugang herzustellen. Es geht mir hier nicht so sehr um Lehr-Lernforschung, auch nicht so sehr um Psychologie, sondern um die Erfassung einer menschlichen Konstitution des Verstehens, die insofern limitiert ist, als dass man Wissenschaft als eine Antwort auf das Problem der Grenzen des menschlichen Geistes auffassen kann. Aus diesem Grund nenne ich es die anthropologische Ebene.

Ein weiteres Beispiel, was die Konstitution des Menschen ohne Wissenschaft als Erkenntnisweg angeht: RENN (2019) versucht mit seinem Buch eine Rejustierung der Wissenschaft in „Zeiten postfaktischer Verunsicherung“, so im Untertitel zu

lesen; Renn ist Soziologe und Risikoforscher. Er erklärt, wieso Menschen sich so schwer mit Wissenschaft tun. „Wir alle beurteilen also den Wahrheitsgehalt von Aussagen, die wir nicht direkt durch Erfahrung überprüfen können, auf der Basis von Plausibilität.“ (S. 45) Renn bietet eine eigene Kategorisierung von Plausibilität an, die drei Komponenten hat: formale Konsistenz, narrative Stimmigkeit, Nachvollzug aus der Alltagserfahrung (S. 46). Wieder möchte ich an dieser Stelle einfordern, dass Wissenschaftsdidaktik an diesen Stellen anknüpfen muss. Man könnte es auch anders sagen: Wo sie Lernende abholen muss. Renn geht über zu Prozessen der Informationsaufnahme und -verarbeitung, die Menschen zur Orientierung und Selektion nutzen, und zählt vier Kriterien für einen Auswahlprozess auf: Orientierung, Selbstwirksamkeit, Nutzen (Risiko, Schaden), Identität (S. 50).

3.3 Wissenschaftsdidaktik zwischen Alltagserfahrung und Wissenschaftsdenke

Wie können solche Brückenschläge zwischen der Konstitution des gesunden Menschenverstandes und wissenschaftlicher Argumentationsweisen aussehen? Um nur ein Beispiel vorzutragen: Es gibt von POSER (2016a) ein dünnes Heftchen, das zeigt, wie die „Mechanik“ des logischen Schließens, gemeint ist ein Syllogismus, anschaulich in einem mittelalterlichen Bild abgebildet wird (S. 9-12). Das funktioniert, da „jede logische Aussage zugleich als eine ontologische gedeutet wird: ‚A ist A, oder jedes Ding ist sich selbst gleich‘“ (S. 35). Logik und Bildwelt werden aufeinander beziehbar. Interessanter wird es, wenn die Bildsprache zu einem Kalkül eigener Art ausgebaut wird, der Beweisführungen erlaubt (S. 18-24). „Der scholastische Gegensatz der Erkenntnisstufen ist dabei überwindbar, weil zwar die Wahrnehmung der Zeichnung eine *perceptio* und noch keine *apperceptio* ist; doch solche *perceptio* ist selbst schon eine Form von Erkenntnis, nämlich eine klare Erkenntnis, die bei Erkennen der Struktur eine *apperceptio* des dargestellten Zusammenhangs erlaubt. Damit ist die erkenntnistheoretische Schwierigkeit, wie logische Bilder zu logischen Aussagen zu führen vermögen, überwunden.“ (S. 22, Hervorhebung im Original)

Die Bildwelt wird zur Denkwelt und kann in dieser bildlichen Form als Denkwerkzeug für Fragestellungen und Anschauungen dienen, ohne in Konflikt mit unserem gesunden Menschenverstand zu geraten. Ein beeindruckendes Beispiel dazu liefern COECKE & KISSINGER (2017) mit ihrem Lehrbuch, das die Quantentheorie in eine Bildsprache übersetzt, mit der bildschematisches Argumentieren und Begründen möglich ist ohne Kenntnisse und Rückgriff auf einen mathematischen Textformalismus. Die Diagramme werden zu ganz eigenen Universen des Nachdenkens. Man braucht die anfänglich Anschauungsebene, um sie sich zu erschließen, um ihre innere Logik und ihren Anwendungsbereich zu verstehen. Ist dieser Sprung geschafft, wird die Graphik zur Denkwelt eines akademischen Gegenstandsbereichs. In KORNWACHS (2010) finden sich zwei Beiträge, die in diesem Zusammenhang interessant sind und selten Beachtung finden: „Wie kann man Technik darstellen? Wie werden Technikdarstellungen verstanden?“ (Udo Lindemann) und „Zur heuristischen Funktion der technischen Handzeichnung“ (Ulrich Glotzbach).

Einen anderen, nicht unähnlichen Brückenschlag zur Lösung des Bezugsproblems bieten die Theorie des Embodiment (vgl. CRAWFORD, 2016; STORCH & TSCHACHER, 2014) und, damit verknüpft, die Metaphertheorie (vgl. LAKOFF & JOHNSON, 1999), woraus sich gleichermaßen Verbindungen zwischen erfahrbaren, verkörperten Vorstellungen und virtuellen, abstrakten Konzepten und Zusammenhängen aufbauen und nutzen lassen (vgl. LAKOFF & NÚÑEZ, 2000; HERZBERG, 2019b).

4 SoTL als Verknüpfung des Außerwissenschaftlichen und des Wissenschaftlichen

Wie dargelegt muss es in der Wissenschaftsdidaktik unter anderem darum gehen, wie aus den kognitiven Grundstrukturen, unseren Verfasstheiten, unseren mentalen Eigenarten eine Beziehung herstellbar ist zur Wissenschaft und zurück. Denn das Kreative, das Verknüpfende, das Ahnende, das Argument, der Zusammenhang – all

das ist stets angesiedelt im Bereich des Außerwissenschaftlichen, das dann unter Mühen in Wissenschaft überführt wird und sich mittels instrumentierter Denk- und Experimentalwerkzeuge überprüfbar und nachvollziehbar macht. Die Wissenschaft ist vollkommen angewiesen auf diese außer- oder präwissenschaftliche Sphäre. Um sich eines Bildes zu bedienen: Wissenschaft ist eine Sprache, die Erkenntnisse hervorbringen kann, die niemand originär sprechen kann. Stets geht es um Übersetzungen in das Denk- und Erfahrbare, in eine verständliche, lebensnahe Sprache und einem Hin und Her zwischen „Muttersprache“ und „Wissenschaftssprache“. RHEINBERGER (2018, S. 13) führt aus, „dass Wissenschaft nicht einfach im Kopf stattfindet, sondern eine empirische Struktur besitzt. Wissenschaft geschieht da draußen in der realen Welt. Der Wissenschaftler kommt mit etwas in Berührung, er beginnt, damit zu interagieren und es zu gestalten.“ In diesem Sinne ist Wissenschaft sehr „praktisch“ und handlungsorientiert.

Wissenschaft spielt sich nicht selten fernab jeglicher Wissenschaftstheorie ab und ereignet sich im Handeln. Wissenschaftstreibende blenden einen Großteil dessen aus, was sie tun, wenn sie Wissenschaft machen; hier sei an LATOUR & WOOLGAR (1986) erinnert, an die Experimentalsysteme von RHEINBERGER (2002) wie auch an die Arbeit von FLECK (1980). Wissenschaftstreibende konstruieren eine Wissenschaftswelt mit einer vorgeblichen Arbeitsweise und kommunizieren Wissenschaft in einem Narrativ, das den Durchführungsprozess von Wissenschaft nicht mehr erkennen lässt – es entzieht sich das Menschliche und Nahbare, das Kreative und Entdeckende, das Fehlbare und Irrende, das Verstehende und das in der Praxis Agierende. Darin liegt ein (fach)didaktisches Moment, wie ein Mensch in den Grenzen der Konstitution des menschlichen Verstands es konkret gelernt hat, Wissenschaft auszuüben und welches Hilfsmittel sie*er sich bedient. Das kann reichen bis hin zu einem direkten Lernen am Vorbild in Aktion.

Da Wissenschaft in ihrem Vollzug durch pragmatisches Handeln und Agieren gekennzeichnet ist, ist sie – auf einer Metaebene – selber als Gegenstand einer handlungswissenschaftlichen Betrachtung zugänglich. Und das schlägt den Bogen zurück zur wissenschaftstheoretischen Fundierung der Wissenschaftsdidaktik in einer Handlungstheorie. Eine Handlungstheorie setzt sich mit dem Handeln als Gestalten

im Wechselspiel mit Erkenntnisbildung auseinander. Das ist ein kontingenter Prozess, den Wissenschaft auf einer Metaebene vollführt und reflektiert. Das tut sie jedoch in aller Regel nicht von selbst.

In Abb. 1 kommt dem SoTL die Rolle zu, diese Metabetrachtungen ebenso aufzugreifen (dargestellt durch die äußeren Pfeile) wie auch die des gesamten Komplexes aus Wissenschaft, Praxis und Lehre. Diese Einordnung macht die Vielschichtigkeit und Verwebung des SoTL mit allen Anteilen in Abb. 1 deutlich und die von HUBER, PILNIOK, SETHE, SZCZYRBA & VOGEL (2014, S. 3) aufgestellte Typologie von SoTL-Arbeiten zu großen Teilen nachvollziehbar.

5 Zum Schluss

Wenn Wissenschaft die Antwort auf das Problem ist, wie die begrenzte Erkenntnisfähigkeit des Menschen überwunden werden kann, dann kommt der Wissenschaftsdidaktik die Aufgabe zu, eine Antwort darauf zu geben, wie Wissenschaft als erweiterte Erkenntnisfähigkeit einem Menschen mit seinen begrenzten Erkenntnisfähigkeiten zugänglich gemacht werden kann. Und ebenso muss Wissenschaftsdidaktik dazu befähigen und Werkzeuge an die Hand geben, um sich selber wissenschaftlich konstituieren zu können. Darin klingt wieder, aber in ganz anderer Tonlage, was von Hentig der Wissenschaftsdidaktik als Beziehung von Wissensform zu Lernform zuschreibt.

Dieser Beitrag hat skizziert, wie sich dieses Problem und das Problem der Praxis lösen lassen durch einen wissenschaftstheoretischen Ansatz, der handlungswissenschaftlich ausgerichtet ist. Das damit, gleichsam nebenbei, die Praxisorientierung der Fachhochschule und die Wissenschaftsorientierung der Universität (wenn man das so plakativ darstellen möchte) sich nicht ausschließen, sondern sich in dem Modell je nach Disziplin und Fach als Ausprägungsvarianten abbilden, ist ein Gewinn in den wissenschaftsdidaktischen Verknüpfungen der Lehre.

Das vorgestellte Theoriemodell scheint die Naturwissenschaften als Gegenpol nicht zu integrieren. Wissenschaftstheoretisch können die Naturwissenschaften als Son-

derfall der Handlungswissenschaften verstanden werden, die eine Handlungstheorie auf eine Experimentaltheorie verengen und eine Wertetheorie zu einer Wahrheitstheorie zuspitzen, vgl. POSER (2012). Die erwähnten Arbeiten von z. B. Rheinberger zu den „Experimentalsystemen“ sind ein empirischer Beleg für den Umstand, dass die Naturwissenschaften zwar ihren Forschungsgegenstand so ausrichten, dass er einer Wahrheitstheorie zugänglich ist, der Forschungsprozess an sich hingegen die Charakteristika einer Handlungswissenschaft zeigt. Auf einer Metaebene scheint eine handlungswissenschaftlich orientierte Wissenschaftstheorie geeigneter als Baustein einer Wissenschaftsdidaktik als es z. B. eine wissenschaftsphilosophische Denkschule wie z. B. der Konstruktivismus oder Pragmatismus zu sein vermöchte.

6 Literaturverzeichnis

Coecke, B. & Kissinger, A. (2017). *Picturing Quantum Processes. A First Course in Quantum Theory and Diagrammatic Reasoning*. Cambridge, United Kingdom, New York, NY: Cambridge University Press.

Crawford, M. B. (2016). *Die Wiedergewinnung des Wirklichen. Eine Philosophie des Ichs im Zeitalter der Zerstreuung* (S. Gebauer, Übers.). Berlin: Ullstein.

Fischer, E. P. (1992). *Kritik des gesunden Menschenverstandes. Unser Hindernislauf zur Erkenntnis* (Genehmigte Taschenbuchausg., 1. Aufl.). München: Goldmann.

Fleck, L. (1980). *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv* (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, Bd. 312, 12. Aufl.). Mit einer Einleitung herausgegeben von Lothar Schäfer und Thomas Schnelle. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Hentig, H. von (2003). *Wissenschaft. Eine Kritik*. München, Wien: Hanser.

Herzberg, D. (2020). *Ein Methodenkoffer für DBR. Beitrag zum Kolloquium „Design-Based Research“ am HUL, Universität Hamburg, 5. Juni*. <https://hul-forschungskolloquium.blogs.uni-hamburg.de/design-based-research-kolloquium-am-5-juni-2020/>, Stand vom 8. Dezember 2020.

Herzberg, D. (2019a). *Die Bachelorarbeit in der Praktischen Informatik im Spagat zwischen Wissenschaftsanspruch und Wirklichkeit*. Masterarbeit (Abgabe, 6.12.2019). Universität Hamburg, Hamburg.

Herzberg, D. (2019b). Embodied Cognition als Lehrparadigma in der Programmierausbildung. In T. Schmohl & K.-A. To (Hrsg.), *Hochschullehre als reflektierte Praxis. Fachdidaktische Fallbeispiele mit Transferpotenzial* (Bd. 1, 2. überarbeitete Auflage, S. 29-41). Bielefeld: wbv.

Huber, L. (2018). SoTL weiterdenken! Zur Situation und Entwicklung des Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) an deutschen Hochschulen. *Das Hochschulwesen (HSW)*, 66(1+2), 33-41.

Huber, L., Pilniok, A., Sethe, R., Szczyrba, B. & Vogel, M. P. (Hrsg.) (2014). *Forschendes Lehren im eigenen Fach: Scholarship of Teaching and Learning in Beispielen* (Blickpunkt Hochschuldidaktik, Bd. 125). Bielefeld: Bertelsmann.

Huber, L. & Reinmann, G. (2019). *Vom forschungsnahen zum forschenden Lernen an Hochschulen. Wege der Bildung durch Wissenschaft*. Wiesbaden, Germany: Springer VS.

Klüver, J. (1979). *Wissenschaftsdidaktik als Wissenschaftskritik am Beispiel der Naturwissenschaften* (Blickpunkt Hochschuldidaktik, Bd. 53). Hamburg: Arbeitsgemeinschaft für Hochschuldidaktik e.V. (AHD).

Kornwachs, K. (1991). *Reichweite und Potential der Technikfolgenabschätzung*. Stuttgart: Poeschel.

Kornwachs, K. (Hrsg.) (2010). *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen* (Acatech diskutiert). Berlin, Heidelberg: Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-14372-4>

Kornwachs, K. (2018). *Philosophie für Ingenieure* (3., überarbeitete Aufl.). München: Hanser.

Lakoff, G. & Johnson, M. (1999). *Metaphors we live by* [Nachdr.]. Chicago, Ill.: Univ. of Chicago Press.

Lakoff, G. & Núñez, R. E. (2000). *Where mathematics comes from. How the embodied mind brings mathematics into being*. New York, NY: Basic Books.

Latour, B. & Woolgar, S. (1986). *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*. Introduction by Jonas Salk. With a new postscript and index by the authors. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Nieke, W. & Freytag-Loringhoven, K. von (2014, 12. Februar). *Bildung durch Wissenschaft. Skizze einer universitären Wissenschaftsdidaktik*, Universität Rostock. https://www.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/UniHome/Weiterbildung/KOSMOS/Kosmos_Dokumente/Nieke_Freytag_Bildung_durch_Wissenschaft.pdf, Stand vom 8. Dezember 2020.

Poser, H. (Hrsg.) (1982). *Philosophische Probleme der Handlungstheorie* (Praktische Philosophie, Bd. 17). Freiburg [Breisgau]: Karl Alber.

Poser, H. (2012). *Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung* (Reclams Universal-Bibliothek, Bd. 18995, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart: Philipp Reclam jun.

Poser, H. (2016a). *Eselsbrücken. Logische Bildwelten als Weltbilder* (Hefte der Leibniz-Stiftungsprofessur, Band 22, 1. Aufl.). Hannover: Wehrhahn.

Poser, H. (2016b). *Homo Creator. Technik als philosophische Herausforderung* (Anthropologie – Technikphilosophie – Gesellschaft). Wiesbaden: Springer VS.

Quante, M. (2020). *Philosophische Handlungstheorie* (utb Basiswissen Philosophie, Bd. 5242). Paderborn: Wilhelm Fink.

Reinmann, G. (2017). Design-Based Research. In D. Schemme & H. Novak (Hrsg.), *Gestaltungsorientierte Forschung – Basis für soziale Innovationen. Erprobte Ansätze im Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis* (Berichte zur beruflichen Bildung, S. 49-61). Bielefeld: Bertelsmann.

Renn, O. (2019). *Gefühlte Wahrheiten. Orientierung in Zeiten postfaktischer Verunsicherung*. Opladen, Berlin, Toronto: Barbara Budrich.

Rheinberger, H.-J. (2002). *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas* (Wissenschaftsgeschichte, 2). Göttingen: Wallstein.

Rheinberger, H.-J. (2018). *Experimentalität. Hans-Jörg Rheinberger im Gespräch über Labor, Atelier und Archiv*. Berlin: Kadmos.

Storch, M. & Tschacher, W. (2014). *Embodied communication. Kommunikation beginnt im Körper, nicht im Kopf* (Sachbuch Psychologie, 1. Aufl.). Bern: Huber.

Vogt, M. (2019). *Ethik des Wissens. Freiheit und Verantwortung der Wissenschaft in Zeiten des Klimawandels*. München: oekom.

Autor



Prof. Dr. Dominikus HERZBERG || Technische Hochschule
Mittelhessen || Wiesenstr. 14, D-35390 Gießen

www.thm.de/mni/dominikus-herzberg

dominikus.herzberg@mni.thm.de



Educational Design Research

Volume 6 | Issue 1 | 2022 | Article 40

Contribution Academic Article

Title **Gestaltungsorientierte Forschung zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung**

Author **Dominikus Herzberg**
Technische Hochschule Mittelhessen & Universität Hamburg
Germany

Abstract Dieser Beitrag verortet DBR als methodologisches Rahmenwerk zwischen den Polen von Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung. Der eine Pol hilft dabei, sich einem wissenschaftstheoretisch wohlbegründeten Gestaltungsverständnis zu nähern, der andere Pol, um im Ästhetischen das Kreative, Individuelle und Unwägbar zu fassen, was jedem Akt der Gestaltung von Bildung durch Intervention innewohnt. Beide Pole sind Übertreibungen. Weder ist eine Technisierung des Gestaltungsbegriffs noch eine „Verkünstlerung“ des Forschungsverständnisses beabsichtigt. Der Reiz in der Auseinandersetzung mit diesen Extremen liegt darin, eine Diskussion darüber anzustoßen, wo genau sich DBR methodologisch verorten lässt. Und der Wert dieser Auseinandersetzung besteht darin, dass sich methodologische Rahmenwerke zu DBR im Bezug auf diese Pole reflektieren lassen.

Keywords Design-Based Research (DBR), Methodologie, Technikwissenschaft, Künstlerische Forschung, Object-Oriented Ontology (OOO)

DOI [dx.doi.org/10.15460/eder.6.1.1631](https://doi.org/10.15460/eder.6.1.1631)

Citation Herzberg, D. (2022). Gestaltungsorientierte Forschung zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung. *EDeR – Educational Design Research*, 5(2), 1-20.

[dx.doi.org/10.15460/eder.6.1.1631](https://doi.org/10.15460/eder.6.1.1631)

Licence Details Creative Commons - [Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Gestaltungsorientierte Forschung zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung

Dominikus Herzberg

1.0 DBR im Wandel der Zeit

Dieses Kapitel zeichnet in kurzen Stationen die Entwicklung von Design-Based Research (DBR) als Forschungsansatz nach. Ursprünglich, im Jahr 1992, lässt sich eine experimentell motivierte Genese ausmachen, der ein systemischer Ansatz eigen ist. Dieser systemische Gedanke baut sich zusehends zu einem Vorgehen aus, der die praktische Interventionsgestaltung und die Theoriebildung zugleich verfolgt und untrennbar zusammendenkt. Es stellt sich die Frage, wie sich diese Kombination methodologisch begründen lässt.

1.1 Am Anfang steht das Design Experiment

Als Ursprung von DBR gelten die Texte von Brown (1992) und Collins (1992), die noch im Geiste einer Erfahrungswissenschaft von einem *Design Experiment*, einem Gestaltungsexperiment sprechen. Brown erläutert in ihrem Text ausführlich, wie sich ihr Ansatzpunkt über die Jahre verschiebt (Brown, 1992, S. 143). Anfangs ist sie noch ganz die Psychologin, die den Lernprozess einzelner Studierender in den Blick nimmt. Das ändert sich im Laufe der Zeit. Sie widmet dem Klassenraum mit den Lehrenden, den Studierenden und dem *classroom ethos* ihre Aufmerksamkeit und ergänzt das schlussendlich um das Gesamtbild aus Curriculum, eingesetzten Technologien und Assessments. Abb. 1 zeigt, wie sie all diese Größen als Input in einem *Design Experiment* versteht, also als Größen, die in ein *Design Experiment* einfließen, das durch die Gestaltung der Arbeitsumgebung ein beobachtbares Ergebnis hervorbringt. Das Experiment dient dem Ziel, „to work toward a theoretical model of learning and instruction rooted in a firm empirical base“ (S. 143). Brown geht es um Interventionen, die zuverlässig (*reliable*) und wiederholbar (*repeatable*) auch außerhalb einer Laborumgebung funktionieren und in ihrer Wirkung von einer Theorie erklärt werden können (S. 143).

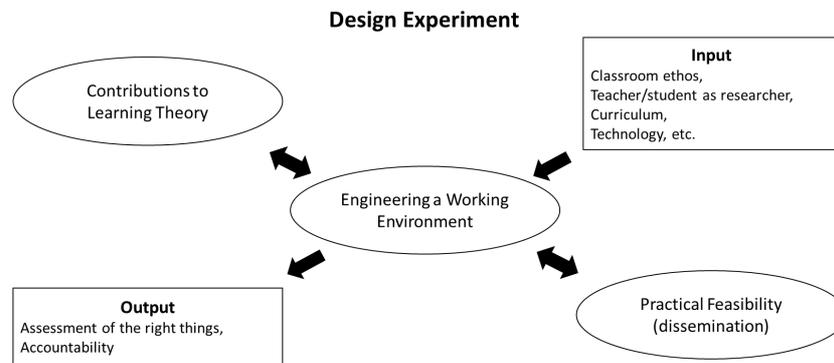


Abbildung 1: Grundidee des Gestaltungsexperiments von Brown (1992, S. 142, Fig. 1), eigene Nachzeichnung

Knapp zehn Jahre später arbeitet das sogenannte Design-Based Research Collective den systemischen Gedanken, der bei Brown und Collins angelegt ist, in Form von fünf Merkmalen heraus, die DBR-Projekte kennzeichnen (Baumgartner et al., 2003, S. 5): Die Gestaltungsziele von Lernumgebungen und die Entwicklung von Lerntheorien sind verflochten; der Prozess der Gestaltung, Umsetzung, Analyse und Neugestaltung ist zyklisch; es entstehen Theorien, die praktischen wie auch theoretischen Nutzen haben; es werden der Gestaltungsakt und der Einfluss auf das Lernen aufgearbeitet; es kommen Methoden zum Einsatz, die Umsetzungsprozesse dokumentieren und Ergebnisse in Beziehung setzen. Der Begriff des Experiments tritt in den Hintergrund. DBR grenzt sich von experimentellen Forschungsansätzen ab, wenngleich kein Widerspruch darin besteht, experimentelle Methoden und Verfahren einzubeziehen.

1.2 Praxisrelevante Interventionen und interventionsleitende Theorien

Wieder zehn Jahre später, wir sind im Jahr 2012 angelangt, schreiben McKenney und Reeves (2012), „educational design research is a genre in inquiry“ (S. 3) und erklären, dass es zwei Ausrichtungen gibt: „research on and research through interventions“ (S. 23, Hervorhebung im Original). Noch immer hält sich in Teilen ein Theorieverständnis, das sich dem Experiment und der Prädiktion verpflichtet fühlt; gleichzeitig wird der Spielraum erweitert, was eine Theorie darüber hinaus sein kann und zu leisten vermag (S. 31): Sie kann beschreibend, erklärend oder anleitend darin sein, wie sich gewisse Phänomene ändern oder beeinflussen lassen. Eine Theorie kann zweckgerichtet sein. Das liegt vermutlich nicht zuletzt am Instruktionsdesign, das einen starken Einfluss auf McKenney und Reeves ausgeübt hat (S. 61).

Das von den beiden Autoren vorgestellte generische Modell zur Durchführung von Gestaltungsforschung in den Bildungswissenschaften, siehe Abb. 2, bringt zum Ausdruck, wie sehr man sich von der empirischen Bildungsforschung und der Lehr-Lernforschung unterscheidet, die oftmals von einem streng choreografierten methodischen Ablauf

gekennzeichnet sind (vgl. Cohen, Manion & Morrison, 2018, Part 3). Man sieht in Abb. 2 zweierlei: den Strang hin zu einer praxistauglichen und ausreifenden Interventionsgestaltung und den Strang der Entwicklung und Ausprägung eines Theorieverständnisses (McKenney & Reeves, 2012, S. 80). In dem Modell vereinen sich Phasen der Forschung und Entwicklung, die in Kooperation und unauflösbarer Verflechtung einem Entwicklungs- und einem Erkenntnisziel entgegenstreben. Das Zyklische drückt sich in der Abbildung nicht so prägnant aus, ist jedoch im unteren rückführenden Pfeil mitgedacht.

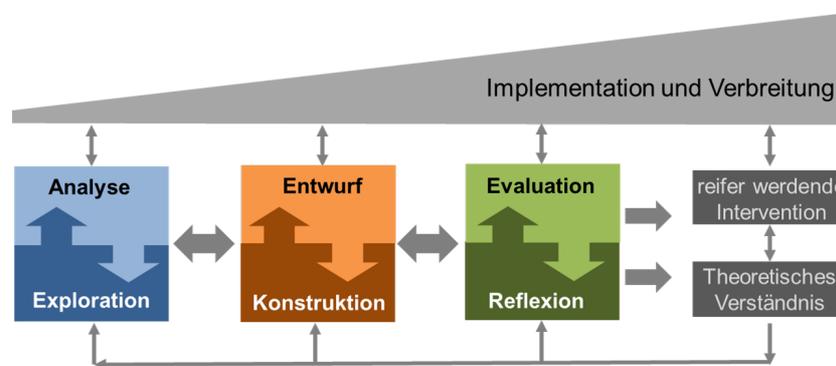


Abbildung 2: Das generische Modell von McKenney und Reeves, Fig. 3.3 (2012, S. 77); hier in Nachzeichnung und deutscher Übersetzung

Das Modell in Abb. 2 ist als methodologisches Rahmenwerk gedacht, welches die Theorie- und die Interventionsentwicklung zusammenbringt und zusammen denkt. Nach wie vor gilt, dass zur empirischen Analyse der Funktionsfähigkeit und Wirksamkeit von Interventionen eine Mixtur aus qualitativen und quantitativen Methoden zum Einsatz kommen kann (McKenney & Reeves, 2012, S. 193).

Andere Autoren wie Easterday, Lewis und Gerber (2018) versuchen sich in der Synthese verschiedenster Ansätze zum Design Research und setzen das Ablaufmodell in den Vordergrund. Gestaltungsbasierte Forschung besteht bei ihnen aus sieben iterativen Phasen, siehe Abb. 3: Fokussiere das Problem, verstehe es, definiere Ziele, konzipiere eine Lösung, realisiere die Lösung, teste sie und präsentiere sie (S. 137). Wenngleich bildlich das kreative und unberechenbare Moment der Gestaltung in den Pfeilen zum Ausdruck kommt – zusammen mit der Bereitschaft, jederzeit zu einer Revision bereit zu sein –, so sind auch hier die zwei Stränge von der Entwicklung praxisrelevanter Interventionen und interventionsleitenden Theorien unbestritten und merkmalsprägend für das Design Research: „In DR, researchers design and study interventions that solve practical problems in order to generate effective interventions and theory useful for guiding design“ (S. 131). Das vorgestellte Prozessmodell sei notwendig, da sich Theorie und Interventionen gegenseitig in komplexer, iterativer Weise antreiben (S. 131).

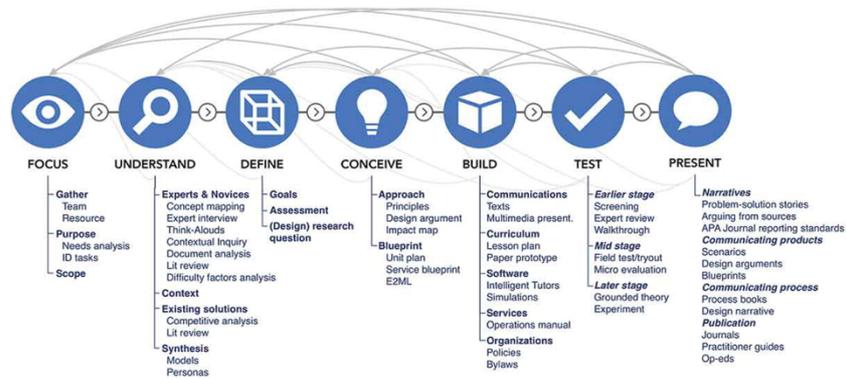


Abbildung 3: Der Gestaltungsprozess nach Easterday et al. (2018, S. 138, Fig. 1)

1.3 DBR im methodologischen Klärungsprozess

Der Entwicklungsgeschichte von DBR lassen sich viele weitere Facetten und Ausprägungen hinzufügen; eine Aufarbeitung deutschsprachiger Ansätze bieten Reinmann und Sesink (2014) und Burda-Zoyke (2017). Dieser kurze Abriss zur Entwicklung von DBR zeigt hinreichend, wie sich DBR als Forschungsansatz in einer Entwicklung befindet, die Fragen zum wissenschaftlichen Selbstverständnis und ihrer methodologischen Rechtfertigung aufwirft. Das ist den Autorinnen und Autoren der angeführten Werke vollkommen bewusst. So stellen z. B. McKenney und Reeves (2012) am Ende ihres Buches fest, dass sie zugeben müssen, „that the twin pursuit of theory building and practical innovation is extremely difficult“ (S. 211) und einige Kollegen zur prinzipiellen methodologischen Machbarkeit Zweifel anmelden. Auch Easterday et al. (2018) bekräftigen, dass sich das Design Research von anderen Forschungsformen unterscheidet, „because it studies previously, non-existing, use-inspired products that are created during the research process“ (S. 152).

Ist Design Research bzw. Design-Based Research tatsächlich so eine ungewöhnliche, andere Forschungsform, die sich erst methodologisch finden und erklären müsste? Es ist schwierig, philosophisch ausgereifte Begründungen zu finden. In der Literatur gibt es z. B. einige Bemühungen, gestaltungsorientierte Forschungsmethoden mithilfe des Pragmatismus zu fundieren – ohne dass sich daraus jedoch handfeste methodologische Einsichten oder nennenswerte wissenschaftstheoretische Erkenntnisse für DBR ableiten ließen (vgl. Herzberg & Joller-Graf, 2020, 10 f.). Wagt man einen transdisziplinären Blick, so entdeckt man zweierlei: Einerseits weisen die Technikwissenschaften ebenfalls die Charakteristika einer Gestaltungswissenschaft auf und können eine ausgearbeitete Wissenschaftstheorie vorweisen. Das ist ein wertvoller Beitrag, der Beachtung für eine wissenschaftstheoretische Aufarbeitung von DBR finden sollte; damit befasst sich Kapitel 2. Weil sich bildungswissenschaftliche Forschung nicht unter einer technikwissenschaftlichen Perspektive subsumieren lässt, bedarf es eines zweiten Blicks, dem sich Kapitel 3 widmet. Die künstlerische Forschung wird

herangezogen, um einen Bereich in der Gestaltungsforschung abzudecken, der sich einer ästhetischen Dimension nähert. Hierfür stützt sich der Beitrag in Kapitel 4 auf die Object-Oriented Ontology, da sie einen philosophischen Ansatz zur wissenschaftstheoretischen Auseinandersetzung bietet. Unterwegs bemühe ich mich darum, den jeweils erreichten Erkenntnisstand in eine Definition zur gestaltungsbasierten Forschung zu gießen. Zum Schluss wird in Kapitel 5 ein junges Rahmenwerk zu DBR, das holistische Modell von Reinmann (2020), zwischen den Polen einer aus der Technikwissenschaft abgeleiteten Gestaltungswissenschaft und der Object-Oriented Ontology verortet.

2.0 Die Technikwissenschaften als Blaupause der Gestaltungswissenschaften

Bevor die Technikwissenschaften als Blaupause herangezogen werden, eine Anmerkung: Man mag, in der klassischen Wissenschaftstheorie ausgebildet, hinterfragen, ob die Technikwissenschaften überhaupt als Wissenschaft gelten. Diese Frage muss geklärt sein, schließlich will dieser Beitrag DBR als methodologischem Rahmenwerk wissenschaftlich den Rücken stärken. Pietsch (2014b) hat sich dieser Frage angenommen und gibt eine deutliche Antwort: Es gibt keine Argumente, die Hierarchien zwischen den Wissenschaften begründeten. Wir haben es „einfach mit gänzlich unterschiedlichen Zugängen zu tun“ (S. 25), schreibt er zur Gegenüberstellung von Physik und den Ingenieurwissenschaften. „Wissenschaftlichkeit entsteht vielmehr in der systematischen Reflektion der eigenen Methoden, Ansprüche und Ziele und letztlich gerade im Erkennen der Unterschiede zwischen den Disziplinen“ (S. 25). Mit dem gleichen Hinweis haben die Technikwissenschaften Einzug in das Werk zur Wissenschaftstheorie von Poser (2012) gefunden. Man müsse sich der Methoden annehmen, „um eine Unterscheidung zwischen Natur- und Technikwissenschaften vornehmen zu können“ (S. 315).

2.1 Erkennen und Gestalten, Wissen und Intervention

Die Technikwissenschaften sortiert König (2010) unter den großen Wissenschaftsgruppen zwischen den Zielen von Erkennen und Gestalten in unmittelbarer Nähe des Gestaltungspols ein und stellt sie in die Nachbarschaft der Rechts-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften und der Medizin. Das von ihm entworfene Bild (S. 65) rückt jede gestaltungsnahen Wissenschaft in die Ferne des Erkennens, und das wirft notorisch Fragen auf: Sind die aufgeführten Wissenschaftsgruppen nicht ebenso der Erkenntnis zugewandt? Kann eine Disziplin ohne Erkenntniswunsch und -bedarf überhaupt eine Wissenschaft sein? So ist das (hier nicht vorgebrachte) Bild von ihm nicht gemeint. Der Wert seiner Darstellung liegt eher darin, Gestaltungswissenschaften von anderen, weniger gestaltungsorientierten Wissenschaften abzugrenzen, wie etwa den Naturwissenschaften und den Geisteswissenschaften. Und so möchte ich den DBR-spezifischen Wissenschaftszugang klar den Gestaltungswissenschaften zuordnen und ein Bild aus Banse, Grunwald,

König und Ropohl (2006) aufgreifen und geringfügig modifizieren, siehe Abb. 4. Es sind die Gestaltungswissenschaften (im Original „Technikwissenschaften“), die Erkennen und Gestalten in wechselseitigen Bezug stellen über das aus dem Erkennen hervorgebrachte Wissen und über die durch das Gestalten entstandenen Interventionen. Im Original heißt es zudem „Produkt“ statt Intervention, was den Charakter einer Manifestation hat, die den Interventionen in Bildungsszenarien ebenso zu eigen wird, wenn man sie als Design- oder Gestaltungsgegenstände versteht.

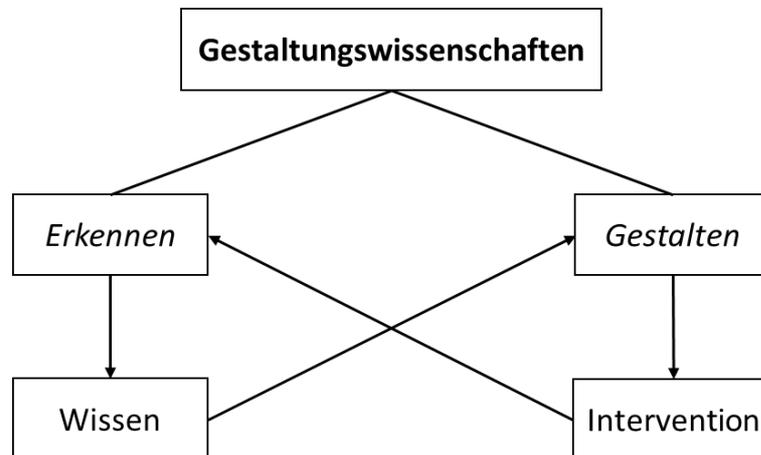


Abbildung 4: Gestaltungswissenschaften, in Anlehnung an Banse et al. (2006, S. 344)

Abb. 4 stellt die Grundkonstitution des Wechselspiels von Erkenntnisbildung durch Gestaltbildung dar und deutet damit an, wie sich das Epistemische und das Ontologische verflechten. Die Wiederholung, das Vorantasten, das allmähliche Deuten und Verstehen, das Ändern und Probieren gehen notwendigerweise Hand in Hand. Mehr noch: Das Ontologische und das Morphologische gehören zusammen. Gestaltung ist das Erschaffen und Verändern der Dinge, der Begriffe, der Relationen, die Verschiebung von Bedeutungen, als Reaktion wie auch als Impuls. Das Seiende ist das sich Verändernde, das Verändernde ist das Seiende. Man ahnt, dass auch das Konzept der Beobachtung auf die Probe gestellt ist; vielleicht sollte man mit anderen Begriffen operieren wie etwa dem der Resonanz (Beljan & Rosa, 2017; Rosa, 2016).

2.2 Effektivität und Zielorientierung

Das, was die Gestaltungswissenschaften von den Naturwissenschaften oder – allgemeiner – von den Erfahrungswissenschaften unterscheidet, ist der Modus der Erkenntnis und die Theorieform (vgl. Kornwachs, 2018, S. 73-85): Erfahrungswissenschaften leiten aus Theorien, die als Wahrheitsbehauptungen zu lesen sind, Hypothesen ab, die sich in einem Experiment bewähren müssen und schlussendlich die Theorie verifizieren. In Analogie und doch gänzlich anders stellen sich die Gestaltungswissenschaften dar – ich erlaube mir hier durchgängig die Übertragung aus den Technikwissenschaften: Eine Gestaltungstheorie

ist als Machbarkeits- bzw. Herstellungsvermutung durch Handlungen zu verstehen, was man sich als Gestaltungswissen und als eine Gestaltungssystematik vorstellen kann, z. B. in Form von Heuristiken oder Prinzipien. Der Hypothese steht hier die aus der Theorie abgeleitete Regel gegenüber. Die Regel folgt dem sogenannten praktischen Syllogismus, der die einfachste handlungstheoretische Denkfigur ist (Kornwachs, 2012, S. 234): „Person X hat die Handlung Y durchgeführt, weil die Handlung Y zu Z führt und es die Absicht von X war, Z zu erreichen.“ Diese Denkfigur führt auf der Handlungsebene die Begriffe von Zielen, Mitteln und Funktionen ein und es entsteht die Notwendigkeit, eine Wertetheorie einzubeziehen (vgl. Poser, 2012, S. 318-321). So steht dem Experiment in den empirischen Disziplinen der Test in den Gestaltungswissenschaften gegenüber. Es geht nicht um ein Wahr/Falsch – solche Aussagen sind in einer Gestaltungstheorie kaum zu treffen –, sondern um die Effektivität von Regeln. D. h. es geht um die Brauchbarkeit und die Nützlichkeit von Gestaltungsregeln, um ihren Wert in Bezug auf ein Ziel (S. 321-323) – daher der Bezug zu einer Wertetheorie und letztlich sogar zu einer Gestaltungshermeneutik (S. 325-327). Der Test ermittelt die Effektivität einer Regel und validiert eine Gestaltungstheorie.

2.3 Wissensstrukturen

Wenn man bereit ist, in dem Werk von Kornwachs (2012) das Wort „Technik“ konsequent durch „Gestaltung“ zu ersetzen, was überraschend gut funktioniert, bekommt man eine zwar im technikwissenschaftlichen Stil verfasste aber doch umfassende analytische wissenschaftstheoretische Studie zur Gestaltungswissenschaft geliefert, derer sich die Bildungswissenschaften bedienen können. Mit der begrifflichen Ersetzung instrumentalisiert man einen Homomorphismus, um eine philosophische Grundlegung für DBR als Gestaltungswissenschaft zu schöpfen. Es ergibt sich z. B. ein differenziertes Bild der Strukturen gestaltungswissenschaftlichen und gestalterischen Wissens (S. 50 ff.). Diese Wissensstruktur ist überblicksartig in Abb. 5 dargestellt: Es gibt das Zusammenhangswissen (*know why*) einerseits im empirischen und theoretischen Bereich, bei dem es um das Wissen um theoretisch-erfahrungswissenschaftliche Bedingungen geht, und andererseits im pragmatischen Bereich in der Form von Begründungswissen gestalterischer Praxis. Der empirisch-phänomenologische Bereich umfasst das Wissen um Phänomene und Sachverhalte zu vorfindlicher, geplanter bzw. antizipierter Gestaltung (*know what*), der Orientierungsbereich das Wissen um Normen, Werte und Ziele (*care why*) und der Gestaltungsbereich das gestalterische Wissen und Können (*know how*).



Abbildung 5: Wissensstrukturen gestaltungswissenschaftlichen und gestalterischen Wissens; eine bildliche und angepasste Kondensierung von Tab. B 1 bei Kornwachs (2012, S. 50 f.)

Abb. 5 bringt zudem ein, was als organisatorische Hülle bezeichnet wird und all das umfasst, was für Gestaltungsinterventionen an Infrastrukturen gegeben und vorhanden sein muss, um stattfinden zu können und zu geschehen. Und, ebenso wichtig, es gibt eine Umwelt mit ihren psychosozialen, soziotechnischen, ökonomischen, ökologischen und natürlichen Einflüssen und Randbedingungen.

2.4 Ein Definitionsvorschlag

Mit dieser Aufarbeitung möchte ich den Versuch unternehmen, den bisherigen Stand in einem Definitionsvorschlag zu kondensieren, der DBR als Forschungsansatz in wesentlichen Elementen charakterisiert: „Gestaltungsbasierte Forschung (*design-based research*) ist ein Erkennen durch Gestaltung (die oberen, kursiven Begriffe in Abb. 4) auf der Basis (die unteren Begriffe) differenzierten Wissens (Abb. 5) und in Form von Interventionen.“ Mit dieser Definition geht ein wenig unter, was Abb. 4 erhält, nämlich dass es unmöglich ist, die Genese des Wissens von der Intervention und die Genese der Gestaltung von der Erkenntnis zu separieren. Das Zyklische, Iterative und Reflektive ist in den Verweisen bereits angelegt, was sich sprachlich durch den folgenden Beisatz andeuten lässt: „Erkenntnis und Gestaltung verändern das Wissen und die Interventionen; das Wissen umfasst Theorie- und Erfahrungswissen, pragmatisches und phänomenologisches Wissen, Orientierungs- und Gestaltungswissen, Umweltwissen und Wissen um die organisatorische Hülle.“ Die Veränderung der Interventionen bezieht sich auf zukünftige wie auch laufende Interventionen. Die Auflistung der Wissensarten hilft zudem, DBR als ein mannigfaltig wissens- und darin inkludiert auch theorieerzeugendes Forschungsrahmenwerk zu verstehen.

3.0 Gestaltungsbestimmte Realitäten

Die Technikwissenschaften bewegen sich gestaltend-konstruktiv in einem Gegenstandsbereich, der technologisch-kausale Strukturen des

Seins annimmt und voraussetzt. Das explorative Experimentieren experimenteller Wissenschaften ebenso wie die Design-Methoden des Ingenieurwesens basieren auf eliminativer Induktion, folgt man den Darstellungen von Pietsch (2014a): Die eliminative Induktion untersucht ein Phänomen unter variablen Randbedingungen, die potenziell relevant für das Phänomen sind, deren kausale Relevanz jedoch unbekannt ist. Ergänzend kommt ein sogenannter Hintergrund aus weiteren Randbedingungen hinzu, die entweder fix gehalten werden, wenn das untersuchte Phänomen von ihnen in vermutlich relevanter Weise abhängt, oder die variabel sein dürfen, wenn ihr Einfluss als irrelevant gilt (S. 423 f.). Eine variable Randbedingung ist dann kausal relevant, wenn eine Änderung in der Randbedingung immer mit einer Änderung des Phänomens einhergeht.

Nun ist es aber nicht so, dass der durch DBR adressierte Forschungsansatz in den Bildungswissenschaften auf einen eliminativen Induktionsismus reduzierbar wäre. Was DBR anders in forschende Auseinandersetzung zu bringen versucht, ist, wie die Gestaltung nicht nur kausalen Relevanzen – etwa psychosozialer Systeme – unterliegt (die es freilich aufzuspüren und zu berücksichtigen gilt), sondern zudem im Gestaltungsakt eine eigene Ebene von Kausalitäten hervorbringt, die sich form- und prozessgebend auf ein Bildungsgeschehen in der Intervention auswirken. Das reicht bis hin zu einer künstlerischen, ästhetischen Ebene. In Abb. 6 stelle ich eine Stufung dar, die Gegenstandsbereiche von Realitätsausschnitten abbildet, ohne dabei Anspruch auf eine unanfechtbare Gültigkeit der Paarungen und der Stufung zu erheben. Die Abbildung zeigt, wie einerseits der Grad an qualitativer, sinnlicher, abduktiver Gestaltungsbestimmtheit in den Gegenstandsbereichen nach oben hin zunimmt und wie andererseits der Grad experimenteller, funktioneller und replikativer Vergewisserbarkeit in den Gegenstandsbereichen nach unten hin zunimmt – eliminative Induktion vs. ästhetische Erkenntnisbildung, wenn man es prägnant gegenüberstellen möchte. DBR sollte meiner Auffassung nach das ganze Spektrum im Blick haben. Es gibt die neuronalen und physikalisch, chemischen Grundlagen des Lernens ebenso wie die sinnlichen Ebenen künstlerisch-ästhetischer Natur.

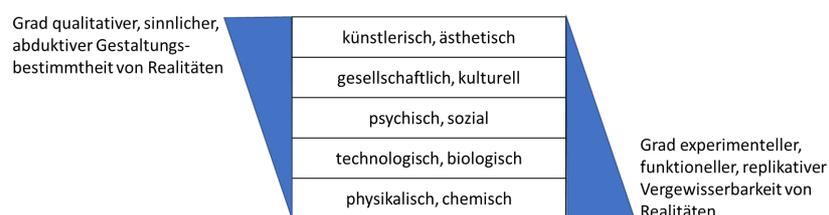


Abbildung 6: Die Vielschichtigkeit eines bildungsrelevanten Realitätsbegriffs

Wie ist das in Abb. 6 mit dem Grad an Gestaltungsbestimmtheit von Realitäten gemeint? Anschaulich erklären lässt sich das am Beispiel gesellschaftlicher Realitäten, die politische Gestaltungsmittel hervorbringen vermögen. Die Gesetzgebung ist ein Gestaltungsinstrument,

die zusammen mit dem Konstrukt der Exekutive und der Judikative eine qualitativ-sinnlich und gesellschaftlich erfahrbare Realität erschafft; und das, obwohl ihre Konstrukte der Regularien, Grenzziehungen, Verbote, Verordnungen usw. fiktiv sind und „in der Natur“ nicht vorkommen. Die konkrete Gesetzgebung ist weder durch physikalische, chemische, d. h. naturgesetzliche Determinanten bestimmt noch durch sie erklärbar oder experimentell erfassbar. Ein anderes Land, eine andere Kultur, eine andere Zeitgeschichte und die Gesetze nehmen eine andere Gestalt an und es ergibt sich eine andere gesellschaftliche Rechtsformation. Das heißt aber nicht, dass die durch diese Gesetze erzeugte Realität frei von ihrer eigenen Gesetzes- und damit Gestaltungslogik wäre. Ganz im Gegenteil kann sich die Gestaltungsbestimmtheit der Rechtsgebung systematisch und methodisch als Rechtswissenschaft mit der Kohärenz, Konsistenz, den Folgen, Auswirkungen, Spielräumen, Werten, Anwendbarkeit etc. ihrer Gestaltungsräume wissenschaftlich und im Praxisvollzug auseinandersetzen. Ähnlich ist es mit hochschuldidaktischen oder fachdidaktischen Szenarien, dem typischen Einsatzfeld von DBR, wo es einen hohen Grad an Gestaltungsbestimmtheit gibt, und zwar auf allen Ebenen, der Mikro-, Meso- und Makroebene, die als Interventionen Bildungs-, Lehr-, Lern- und Forschungsrealitäten erschaffen lassen. Aufgrund der Verschränkung der Bildungswissenschaften mit gesellschaftlichen, kulturellen, psychischen und sozialen Realitäten (die teils einen hohen Grad an Vergewisserbarkeit aufweisen) sind experimentelles Wissen und Zugänge beim Gestaltungsakt vernünftigerweise einzubeziehen und als Einflussgrößen zu verstehen. Es wäre beispielsweise unangebracht, die Erkenntnisse der Lehr-Lernforschung zu ignorieren. Und auch wenn der Grad an Gestaltungsbestimmtheit im gesellschaftlichen, kulturellen Ausschnitt hoch ist, beliebig frei ist er auch nicht, wenn er unter der Zielsetzung einer gesellschaftlich-funktionellen Zwecksetzung steht, wie etwa dem Anspruch einer berufsorientierten Ausbildung (Schlaeger & Tenorth, 2020). Einzig die Kunst hat die Freiheit mit allen Konventionen und Zielsetzungen zu brechen. Müssen wir als Forschende nicht auch die Momente mitdenken und einordnen können, in denen Lehrende und Lernende gemeinsam im Bruch mit Konventionen und Zielen an einer Erfahrung teilhaben, die von einzigartiger sinnlicher Bildungsqualität ist und die sich im Jahrgang darauf sicher nicht replizieren lässt?

4.0 Künstlerische Forschung und die Ästhetik

Die bisherige Untersuchung hat aufgezeigt, dass die Bildungswissenschaften aus einer DBR-Perspektive von den Technikwissenschaften die Wissenskategorien und einiges an wissenschaftstheoretischer und methodologischer Fundierung übernehmen können, wenn man beide Wissenschaftsdisziplinen in ihrem gemeinsamen Nenner als Gestaltungswissenschaften begreift. In diesem Kapitel geht es um einen Gegenpol. Die künstlerische Forschung versteht sich „als eine Praxis des Denkens eigenen Rechts“, die älter ist „als die Praxis der Wissenschaften“ und eine ästhetische Forschung voraussetzt (Henke, Mersch, van der Meulen, Strässle & Wiesel, 2020, S. 41 f.): „Diese beschreibt eine

Erkenntnishaltung, die ihr Wissen mittels einer Aisthetik ausdrückt und dabei im Besonderen die Schwierigkeit auf sich nimmt, sich ausschließlich mittels Anschauungen »einsehbar« zu machen.“ (S. 42) Mit der Aisthetik ist die sinnliche Erkenntnis gemeint (S. 18). Dieser Gegenpol ist, wie angekündigt, ein Extrem. Doch ist er anschlussfähig an neue Forschungsstile wie z. B. die praxeologische Bildungsforschung, die Bildung als eine „facettenreiche soziale Praxis“ versteht, „die eine leiblich-körperliche Dimension besitzt, eine räumlich-materielle wie auch eine zeitliche“ (Rieger-Ladich, 2020, S. 187), die mit einer ästhetischen Erkenntnishaltung vereinbar ist.

Die folgenden Unterkapitel vertiefen den ästhetisch, d. h. sinnlichen Erkenntnisaspekt künstlerischer Forschung anhand eines spezifischen philosophischen Ansatzes. Hiermit sei eine in der künstlerischen Forschung verhandelte Philosophie auf gleicher Augenhöhe vorgestellt, wie die zuvor aus der Technikwissenschaft abgeleitete Gestaltungsphilosophie.

4.1 Object-Oriented Ontology als erweitertes Realitätsverständnis

Ende der 1990er Jahre begann der Philosoph Graham Harman mit den Arbeiten an einem Realitätsverständnis, das unter dem Begriff „Object-Oriented Ontology“ (OOO) – bisweilen auch „Object-Oriented Philosophy“ – firmiert; der Begriff des Objekts ist in der Übersetzung als „Gegenstand“ zu verstehen und im philosophischen Gebrauch nicht auf das Gegenständliche beschränkt. Harman (2018) widerspricht einigen Annahmen, die von einem naturwissenschaftlichen Realismus ausgehen. So sei es falsch anzunehmen, dass alles, was existiere, physisch sein müsse; er erinnert als Beispiel an die Realität des Konstrukts eines Unternehmens, was sich nur mangelhaft örtlich und materiell charakterisieren ließe (S. 27-29). Eine andere falsche Annahme sei, dass alles, was existiere, grundlegend und einfach sein müsse; dem hält Harman entgegen, dass Dinge weit mehr als die Summe ihrer Teile seien und emergente Qualitäten haben (S. 29-33). Eine weitere falsche Annahme sei, dass alles, was existiere, auch real sei; Harman erwähnt die fiktionale Detektiv-Figur des Sherlock Holmes, die uns daran erinnern soll, wie Fiktionen ein integraler Teil der menschlichen Erfahrung sind (S. 33-35). Zu guter Letzt sei die falsche Annahme vorgetragen, dass alles, was existiere, akkurat in buchstäblicher, propositionaler Sprache ausgedrückt werden könne; Sprache sei immer eine Übervereinfachung; die Objekte der Realität seien niemals einzig durch ein Bündel beschreibbarer Eigenschaften erfasst (S. 35-38). Harman pointiert diese falschen Annahmen mit den Begriffen *physicalism*, *smallism*, *anti-fictionalism* und *literalism* (S. 39); seine Theorie möchte diese Beschränkungen mit einem neuen Objektverständnis überwinden. OOO unterstellt die Existenz von Objekten auf verschiedenen „Skalenebenen“ (es sei an Abb. 6 erinnert) und versteht sich als Ontologie physischer und fiktionaler Gegenstandsbereiche (S. 40 f.). Allein diese Setzungen mögen jeden, der sich mit Handlungs- oder Gestaltungswissenschaften befasst, hellhörig werden lassen; in Kap. 2 seines Buchs stellt Harman den Anschluss an die Ästhetik umfänglich dar. So

ist es kein Zufall, dass sich die Künste und die Architektur OOO zu eigen gemacht haben (S. 246-252). Auch die Philosophie der Ökologie ist von Harman inspiriert, vgl. Morton (2019).

4.2 Das OOO-Modell und zwei Realitätszugänge

Harmans OOO liegt ein einfaches und von ihm philosophisch ausführlich begründetes Objektverständnis zugrunde (S. 79), das sich in einer Bildlogik, siehe Abb. 7a, anschaulich erklären lässt: Es gibt die Objekte an sich in ihrer innwendig ausführenden Realität, die reale Objekte (*real objects*, RO) heißen und mit realen Eigenschaften (*real qualities*, RQ) ausgestattet sind. Reale Objekte und ihre Qualitäten sind uns ausschließlich über sinnliche Erfahrungen zugänglich. Objekte, die das Korrelat unserer Erfahrungen mit realen Objekten und ihren Qualitäten erfassen, heißen Sinnesobjekte (*sensual objects*, SO), die ihrerseits sinnliche Eigenschaften (*sensual qualities*, SQ) haben. Da Objekte nicht ohne Qualitäten existieren und Qualitäten nicht ohne Objekte, zeigen die Linien in Abb. 7a grundsätzlich mögliche Paarungen an. Abb. 7a zeigt zudem, dass zwei Realobjekte mit ihren Qualitäten nur über die vermittelte Außenseite der Sinneserfahrung in den Erfahrungsaustausch kommen können. Der Austausch ist möglich entlang der Striche, also über Kopplungen von Objekten und Eigenschaften.

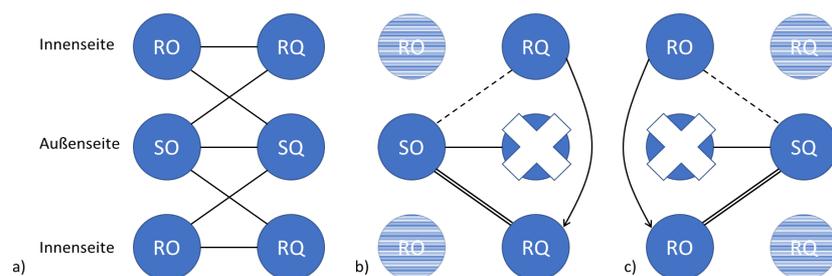


Abbildung 7: Das OOO-Modell in Anlehnung an Fig. 1, 2 und 3 bei Harman (2018)

Entscheidend in OOO sind zwei unterschiedliche Realitätszugänge, die ihren Ausgangspunkt darin haben, dass ein reales Objekt nicht gleichzusetzen ist mit seinen Eigenschaften und die Eigenschaften nicht gleichzusetzen sind mit dem Objekt. Szenario 1, Abb.7b: Reale Eigenschaften bedürfen im Erfahrungszugang eines Sinnesobjekts, das über die eigenen Zuschreibungen des Erfahrenden (der Doppelstrich im Bild) reale Eigenschaften erzeugt, die an die Stelle der ursprünglichen Realeigenschaften treten (angedeutet durch den Pfeil). Ein Beispiel: Ein Fragebogen ist ein Sinnesobjekt, über dessen Auswertung man zu Eigenschaften kommt, die man den Fragebogen-Ausfüllenden als ihre Eigenschaften zuschreibt. Die vermeintliche Einsicht in die Eigenschaftsrealität der Untersuchten ist tatsächlich eine Eigenschaftszuschreibung über ein Sinnesobjekt. Das ist der Weg des Wissens, von Harman als „*justified untrue belief*“ bezeichnet (S. 180) und zudem sein erster Antwortteil auf die einst von Gettier (1963) aufgeworfene

Frage „Is Justified True Belief Knowledge?“. Hat man damit die Untersuchten als reale Objekte verstanden? Mitnichten, was zu Szenario 2, Abb. 7c überleitet: In der Unnahbarkeit realer Objekte bedarf es des Erfahrungsausdrucks sinnlicher Eigenschaften, um der höchstgelegenen Übernahme der Objekt-Realität (angedeutet durch den Pfeil) eine sinnlich erfahrbare Mitteilungsqualität zu verleihen (der Doppelstrich). Das ist der Weg der Ästhetik, von Harman definiert als „*unjustified true belief*“ (S. 180). Harman trägt als Mittel einer solchen Mitteilungsqualität die Metapher vor. Um an das Beispiel anzuknüpfen: Die Aussage „Die Studierenden kamen mir (zum Zeitpunkt der Fragebogenerhebung) vor wie brüllende Löwen auf einer Eisscholle“ drückt metaphorisch eine Realität aus, die von einer Dissonanz spricht (die Studierenden waren in einer Rolle und einem Verhalten, das nicht zur Umgebung passte), die zwar individuell, jedoch in ihrer sinnlich-metaphorischen Qualität Realität mitteilbar macht. Die jeweils durchgekennzeichneten Sinnesanteile in Abb. 7b und c sind folglich nur in der Komplementarität der Pfade von Wissen und Ästhetik erfahrbar.

4.3 Eine erweiterte Definition

Der Ausflug zur OOO dient zum einen der Untermauerung von Abb. 6. Harman spannt eine Ontologie auf, die eine *new theory of everything* sein möchte (Kap. 1) und ein Realitätsverständnis umfasst, das der Spannweite vom Naturwissenschaftlichen bis hin zum Künstlerischen und Ästhetischen gerecht werden möchte. Zum anderen eröffnet OOO einen ontologischen Zugang zu einer Forschung, die einen hohen Grad an Gestaltungsbestimmtheit hat und sich nicht vollständig experimentell, funktionell und replikativ vergewissern kann. In der Würdigung einer Realität, die durch eine Intervention, einen Gestaltungseingriff oder -vorgang entsteht, und in Anerkennung dessen, dass es zu kurz gegriffen ist, sich nur auf eine vermessbare und ausschließlich sprachliche Realitätserfassung zu beschränken, ist es für DBR – und übrigens für viele Gestaltungswissenschaften ebenso – gerechtfertigt, sich ontologisch breiter aufzustellen und methodologisch neue Wege zu beschreiten. Das beschränkt sich nicht nur auf z. B. die schreibende Begleitung und Reflexion eines DBR-Projekts beispielsweise durch Autoethnographie, sondern schließt auch einen andersartigen Umgang mit medialen Interventionsformaten als Gestaltungsmittel ein, so wie es etwa in dem DBR-Projekt SCoRe (Student Crowd Research) mit der Idee des „Forschenden Sehens“ passiert (Reinmann, Vohle, Brase, Groß & Jänsch, 2020). Ebenso ist das erwähnte Resonanzkonzept von Rosa eine weitere Betrachtung wert.

Wie lässt sich die bisherige Definition zu DBR vor diesem Hintergrund ausbauen? Zum einen ist der Begriff der Erkenntnis aufzuweiten in vergewisserbares (empirisches) und sinnliches (ästhetisches) Erkennen (siehe auch Abb. 6). Zum anderen verdient der Begriff der Intervention eine Aufschlüsselung; schließlich geht es um Objekte und Eigenschaften (Qualitäten) (siehe Abb. 7), konkret um Gestaltungsobjekte und ihre Qualitäten und die sinnliche Erfahrung in einer Konstellation, die

ich als Experimentieren bezeichnen möchte. Der Begriff des Experimentierens dient mir hier als „Scharnier, das die Praxis der Kunst und die Praxis der Forschung miteinander verbindet“ (Rickli, 2015, S. 135). Und so lautet der erweiterte Definitionsversuch nun:

„Gestaltungsbasierte Forschung (*design-based research*) ist ein vergewisserbares (empirisches) wie auch sinnliches (ästhetisches) Erkennen durch Gestaltung auf der Basis differenzierten Wissens und in Form von Interventionen; Interventionen stellen ein Experimentieren mit Gestaltungsobjekten und ihren Eigenschaften dar. Erkenntnis und Gestaltung verändern das Wissen und die Interventionen; das Wissen umfasst Theorie- und Erfahrungswissen, pragmatisches und phänomenologisches Wissen, Orientierungs- und Gestaltungswissen, Umweltwissen und Wissen um die organisatorische Hülle.“

5.0 DBR auf neuen methodologischen Wegen

Mit diesem vorgestellten wissenschaftstheoretischen Fundament, abgeleitet aus den Technikwissenschaften und angereichert mit der Object-Oriented Ontology, dürfte das Design-Based Research in meinen Augen weit mehr methodologischen Raum einfordern als der, den es derzeit beansprucht. DBR kann ansetzen, sich als Fundierung einer Bildungswissenschaft zu verstehen, die sich primär als Gestaltungswissenschaft begreift und doch darüber hinausgeht. Qualitative und quantitative Forschungsmethoden sind willkommen, werden jedoch als Hilfsmittel auf ihre Plätze verwiesen und methodisch instrumentalisiert – man nimmt ihnen die Deutungshoheit in der Interpretation, wie die Bildungswissenschaften im Allgemeinen und DBR im Speziellen zu funktionieren haben und welcher Erkenntnishorizont ihnen zugestanden wird. DBR ist als Rahmenwerk methodologisch sicher noch nicht ausgereift, sondern befindet sich mitten auf einer Entwicklungsreise. Mit Verweis auf die Object-Oriented Ontology ist ein möglicher Ausgangspunkt gegeben, wie mit bildungswissenschaftlichen Realitäten und Gestaltungseinflüssen alternativ umgegangen werden kann.

In der Tat kann man, wiederum fast 10 Jahre später, erste Anzeichen dafür ausmachen, dass sich DBR in eine Richtung entwickelt, die gewisse Kompatibilitäten mit den vorgestellten wissenschaftstheoretischen Anlagen aufweist bzw. die sich zwischen den Polen von Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung verorten lässt. Ein Beispiel findet sich in Herzberg und Joller-Graf (2020), wo DBR in Kombination des Inventarkonzepts von Flechsig (1979) zusammen mit einer technikwissenschaftlichen Perspektive neu interpretiert und begründet wird. Ein anderes Beispiel ist der holistische DBR-Modellentwurf von Reinmann (2020), den ich zum Schluss kurz anreißen und zwischen den Polen einordnen möchte; das Modell ist im EDeR-Journal erstmalig vorgestellt worden. Die Rückverweise auf die vorangegangenen Abschnitte stelle ich unter anderem durch den Bezug auf Abbildungen her.

4.1 Das holistische DBR-Modell zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung

In dem Modell stellt Reinmann ein neues Begriffsinstrumentarium zu DBR vor und führt die Idee der semantischen Felder ein, die Zielfindung, Entwurf, Entwicklung, Erprobung und Analyse heißen, siehe Abb. 8.

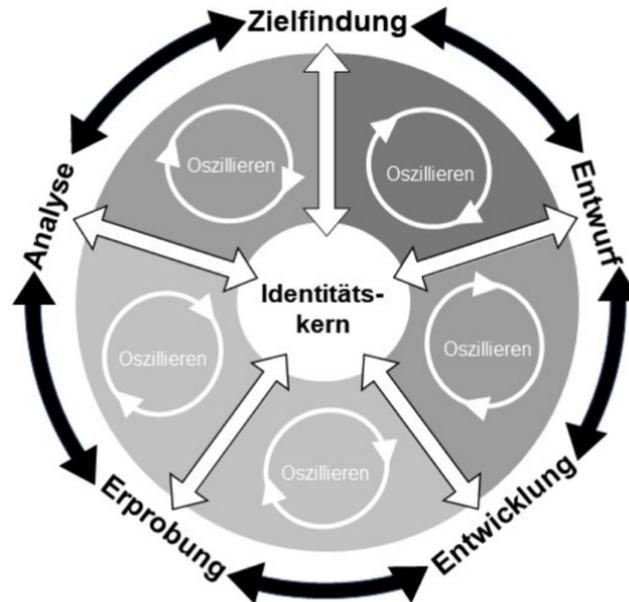


Abbildung 8: Semantische Felder des holistischen DBR-Modells (Reinmann, 2020, S. 3, Abb. 1)

Diese semantischen Felder entsprechen einer in den Technikwissenschaften üblichen Unterteilung in Phasen bei der Bewältigung technischer Probleme, was sich zudem in der Literatur zum Problemlöseverhalten mit einem handlungstheoretischen Ansatz deckt, vgl. Funke (2003, S. 95-99). Die Darstellung als Kreis vermittelt das für DBR so charakteristisch Zyklische; Reinmann nennt das den Iterationstyp I (Reinmann, 2020, S. 2-4). Diesem prozessualen Verständnis stellt Reinmann eine Sicht auf den Kreis als Struktur in seiner Ganzheit komplementär gegenüber, die – so ihre These – im Hintergrundbewusstsein von DBR-Forschenden wirkt und in der mentalen Gegenwärtigkeit eine Gleichzeitigkeit hat (S. 4). Man kann diesen Gedanken mit den Wissensarten aus Abb. 5 in Deckung bringen bzw. koppeln in dem Sinn, dass semantische Felder mit Wissensfeldern verknüpft sind und permanent präsent und wirksam in ihrem Einfluss sind.

Methodologisch interessant und neuartig ist, wie Reinmann Handlungsfelder zwischen den semantischen Feldern konstruiert (S. 4-6). Handlungsfelder beschreiben ein Handeln der Forschenden im Fokalbewusstsein zwischen zwei semantischen Feldern. In Abb. 8 heben die inneren Kreise dies als Oszillation (Iterationstyp II) hervor. Da Reinmann die Gestaltung in diesem Modell als Grundmodus annimmt und im Hintergrundbewusstsein verankert (S. 9), lässt sich sehr gut verstehen, wie sich jedes Handlungsfeld zudem im beständigen Wechselspiel

von Erkennen, Gestalten, Wissen und Intervention befindet; es sei hier an Abb. 4 erinnert, die diesen Prozess beschreibt. Gestaltung als Grundmodus und vorhandenes Wissen in Anknüpfung an die semantischen Felder prägen eine Forschung *durch* Design im Streben nach theoretischer Erkenntnis und praktischer Intervention – und werden von diesen wiederum angetrieben und genährt (nochmal: Abb. 4). Das gilt von Handlungsfeld zu Handlungsfeld.

Reinmann weist darauf hin, dass DBR methodisch vorrangig mit empirischen Methoden verbunden ist (S. 8). Sie hält es für fragwürdig, ob sich empirische, theoretische und gestaltende Methoden eindeutig im DBR-Zyklus verorten lassen. Eher sind alle Methodenvarianten relevant, dies jedoch in unterschiedlicher Gewichtung mit unterschiedlichen Ansprüchen an Standards (S. 9). Mir scheint, dass es am bildungswissenschaftlichen Forschungsgegenstand von DBR liegt, der genau das Spektrum aufspannt von experimentellen, funktionellen, replikativ vergewisserbaren Realitäten bis hin zu qualitativen, sinnlichen und abduktiv gestaltungsbestimmten Realitäten, siehe Abb. 6. Eine Methodenvielfalt ist nicht nur zu erwarten, sondern unumgänglich. Vor allem birgt das methodische Spektrum hin zum Pol der künstlerischen Forschung ein Entwicklungspotenzial für DBR.

Gegen Ende ihres Beitrags diskutiert Reinmann die Struktur von Design-Gegenständen, die sie am Arrangement einer Teil-Ganzes-Beziehung ausmacht und durchdekliniert (S. 11-13). Dieser Struktur möchte ich eine Wahrnehmungsstruktur hinzufügen (man könnte sie auch ästhetische Struktur nennen), wie sie die Object-Oriented Ontology beizusteuern vermag, siehe Abb. 7. Es gilt zu verstehen, wie Interventionen bzw. Design-Gegenstände über sinnliche Objekte in ihren sinnlichen Qualitäten entstehen und verarbeitet werden und wie damit umgegangen und darauf reagiert wird. Mit OOO ist die Chance verbunden, die Bandbreite an Erkenntnismöglichkeiten zu erhöhen.

5.2 DBR als Experimentalsystem

In der von mir entwickelten und als Verdichtung gedachten Definition habe ich den Begriff des Experimentierens als Erläuterung für die Intervention genutzt. Das geschah nicht gänzlich ohne eine weitere Intention: Nicht nur bietet sich der Begriff als Scharnier an, der Kunst und Forschung verbindet. Der Begriff ist zudem ein Anschluss an das, was Rheinberger (2018) als Experimentalsystem bezeichnet. DBR halte ich methodologisch für ein Experimentalsystem, das sich über eine Serie von Experimenten (Interventionen) erstreckt – dafür spricht allein das Zyklische in DBR, der Iterationstyp I nach Reinmann –, wo ein Experiment Einfluss nimmt auf das nächste und sich methodische Strenge an vielfältigen Stellen als brüchig und illusionär erweist. Diese methodische Brüchigkeit exemplifiziert Rheinberger für die Naturwissenschaften, denen man dies vermutlich am wenigsten zutrauen würde, an zahlreichen Beispielen molekularbiologischer Forschung umfassend und eindrücklich, vgl. Rheinberger (2021).

Daneben gibt es eine als Supra-Experimentalität bezeichnete temporale und räumliche Beziehung von Experimentalsystemen untereinander (Rheinberger, 2021, S. 139), die mir bei DBR wesentlich erscheint. Gestaltungs-basierte Forschung hat ein auf der Makroebene liegendes Erkenntnis-potenzial, wenn man in Experimentalkulturen zu denken beginnt.

Dies mag an dieser Stelle als Anstoß und Vorschlag zu einer Diskussion genügen, inwieweit die Entwicklung von DBR als methodologisches Rahmenwerk aus der Betrachtung zweier Pole in seiner Entwicklung profitieren kann: einerseits von einem aus der Technikwissenschaft abgeleiteten Gestaltungsverständnis, das auf eine ausgearbeitete Wissenschaftstheorie zurückgreifen kann; und zum anderen von einer Ontologie, die das Realitätsverständnis erweitert und philosophisch ausgearbeitet ist.

6.0 References

- Banse, G., Grunwald, A., König, W. & Ropohl, G. (Hrsg.). (2006). *Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften*. Berlin: Edition Sigma. <https://doi.org/10.5771/9783845267166>
- Baumgartner, E., Bell, P., Brophy, S., Hoadley, C., Hsi, S., Joseph, D. et al. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Research*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Beljan, J. & Rosa, H. (2017). *Schule als Resonanzraum und Entfremdungszone. Eine neue Perspektive auf Bildung* (1. Auflage). Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178. Zugriff am 02.01.2019. Verfügbar unter: <http://www.istor.org/stable/1466837>
- Burda-Zoyke, A. (2017). Design-Based Research in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik – Rezeption und Umsetzungsvarianten. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, (33). Zugriff am 02.09.2021. Verfügbar unter: https://www.bwpat.de/ausgabe33/burda-zoyke_bwpat33.pdf
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8th ed.). London, New York: Routledge.
- Collins, A. (1992). Toward a Design Science of Education. In E. Scanlon & T. O’Shea (eds.), *New Directions in Educational Technology* (Series F: Computer and System Sciences, vol. 96, S. 15–22). Berlin: Springer. Zugriff am 02.01.2019. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9_2
- Easterday, M. W., Lewis, D. G. R. & Gerber, E. M. (2018). The logic of design research. *Learning: Research and Practice*, 4(2), 131–160. <https://doi.org/10.1080/23735082.2017.1286367>
- Flehsig, K.-H. (1979). *Leitfaden zur praxisentwickelnden Unterrichtsforschung* (Göttinger Monographien zur Unterrichtsforschung, Heft 1). Göttingen/Angerstein: Zentrum für didaktische Studien e. V.

- Funke, J. (2003). *Problemlösendes Denken* (Standards Psychologie). Stuttgart: Kohlhammer.
- Gettier, E. L. (1963). Is Justified True Belief Knowledge? *Analysis*, 23(6), 121–123.
- Harman, G. (2018). *Object-Oriented Ontology. A New Theory of Everything* (Pelican books, Bd. 18). London: Penguin Books.
- Henke, S., Mersch, D., van der Meulen, N., Strässle, T. & Wiesel, J. (2020). *Manifest der Künstlerischen Forschung. Eine Verteidigung gegen ihre Verfechter* (Denkt Kunst). Zürich: Diaphanes.
- Herzberg, D. & Joller-Graf, K. (2020). Forschendes Lernen mit DBR: Eine methodologische Annäherung. *Impact Free – Journal für freie Bildungswissenschaftler*, (33), 1–16. Zugriff am 13.01.2021. Verfügbar unter: <https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2020/11/Impact-Free-33.pdf>
- König, W. (2010). Werte, Wissen und Wissensintegration in den Technikwissenschaften. Systematische und historische Betrachtungen. In K. Kornwachs (Hrsg.), *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen* (Acatech diskutiert, S. 63–80). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kornwachs, K. (2012). *Strukturen technologischen Wissens. Analytische Studien zu einer Wissenschaftstheorie der Technik*. Berlin: Edition Sigma.
- Kornwachs, K. (2018). *Philosophie für Ingenieure* (3., überarbeitete Auflage). München: Hanser.
- McKenney, S. & Reeves, T. C. (2012). *Conducting Educational Design Research*. Milton Park, Abingdon, Oxon: Routledge.
- Morton, T. (2019). *Ökologisch sein*. Berlin: Matthes & Seitz Berlin.
- Pietsch, W. (2014a). The Structure of Causal Evidence Based on Eliminative Induction. *Topoi*, 33, 421–435. <https://doi.org/10.1007/s11245-013-9190-y>
- Pietsch, W. (2014b). Wie wissenschaftlich sind die Ingenieurwissenschaften? *fatum – Philosophie entdecken*, 1, 21–25. Zugriff am 10.02.2021. Verfügbar unter: <https://www.fatum-magazin.de/assets/files/fatum-Ausgaben/fatum01.pdf>
- Poser, H. (2012). *Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung* (Reclams Universal-Bibliothek, Bd. 18995, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart: Philipp Reclam jun.
- Reinmann, G. (2020). Ein holistischer Design-Based Research-Modellentwurf für die Hochschuldidaktik. *EDeR. Educational Design Research*, 4(2), 1–16. <https://doi.org/10.15460/eder.4.2.1554>
- Reinmann, G. & Sesink, W. (2014). Begründungslinien für eine entwicklungsorientierte Bildungsforschung. In A. Hartung, B. Schorb, H. Niesyto, H. Moser & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 10* (S. 75–89). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04718-4_4
- Reinmann, G., Vohle, F., Brase, A., Groß, N. & Jänsch, V. (2020). „Forschendes Sehen“ – Ein Konzept und seine Möglichkeiten. *Impact Free – Journal für freie Bildungswissenschaftler*, (26). Zugriff am 01.09.2021. Verfügbar unter: <https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2020/02/Impact-Free-26.pdf>
- Rheinberger, H.-J. (2018). *Experimentalität. Hans-Jörg Rheinberger im Gespräch über Labor, Atelier und Archiv*. Berlin: Kadmos.

- Rheinberger, H.-J. (2021). *Spalt und Fuge. Eine Phänomenologie des Experiments* (suhrkamp taschenbuch wissenschaft, Bd. 2343, Erste Auflage). Berlin: Suhrkamp.
- Rickli, H. (2015). Experimentieren. In J. Badura, S. Dubach, A. Haarmann, D. Mersch, A. Rey, C. Schenker et al. (Hrsg.), *Künstlerische Forschung. Ein Handbuch* (2. Aufl., S. 135–138). Zürich: Diaphanes.
- Rieger-Ladich, M. (2020). *Bildungstheorien zur Einführung* (2., ergänzte Auflage). Hamburg: Junius.
- Rosa, H. (2016). *Resonanz. Eine Soziologie der Weltbeziehung* (4. Auflage). Berlin: Suhrkamp.
- Schlaeger, J. & Tenorth, H.-E. (2020). *Bildung durch Wissenschaft. Vom Nutzen forschenden Lernens*. Berlin: Berliner Wissenschafts-Verlag.

Author Profile

Dominikus Herzberg ist Informatiker, Ingenieur und Bildungswissenschaftler und hat eine Professur für Informatik an der Technischen Hochschule Mittelhessen am Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik. Er forscht hauptsächlich zur Wissenschaftsdidaktik der angewandten Wissenschaften und zu Higher Education in der Informatik. Diese Forschung ist assoziiert mit dem Hamburger Zentrum für Universitäres Lehren und Lernen (HUL) an der Universität Hamburg. Herzberg ist Mitglied des DFG geförderten Netzwerks zu Design-Based Research.

Author Details

Dominikus Herzberg
Technische Hochschule Mittelhessen
Wiesenstraße 14
35390 Gießen
Germany
+49 641 309 2908
dominikus.herzberg@mni.thm.de

Editor Details

Prof. Dr. Tobias Jenert
Chair of Higher education and Educational Development
University of Paderborn
Warburger Straße 100
Germany
+49 5251 60-2372
Tobias.Jenert@upb.de

Journal Details

EDeR – Educational Design Research
An International Journal for Design-Based Research in Education
ISSN: 2511-0667
uhh.de/EDeR
#EDeRJournal (our hashtag on social media services)

Published by

Hamburg Center for University Teaching and Learning (HUL)

University of Hamburg
Schlüterstraße 51
20146 Hamburg
Germany
+49 40 42838-9640
+49 40 42838-9650 (fax)
EDeR.HUL@uni-hamburg.de
hul.uni-hamburg.de

In collaboration with

Hamburg University Press

Verlag der Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg –
Landesbetrieb
Von-Melle-Park 3
20146 Hamburg
Germany
+49 40 42838 7146
info.hup@sub.uni-hamburg.de
hup.sub.uni-hamburg.de



Educational Design Research

Volume 6 | Issue 3 | 2022 | Article 50

Contribution Academic Article

Title **Ein Modell zum Gestaltungshandeln in DBR zur Entwicklung von Methoden und zur Analyse von Rahmenwerken**

Author **Dominikus Herzberg**
Technische Hochschule Mittelhessen & Universität Hamburg
Germany

Abstract Design-Based Research (DBR) ist ein gestaltungsbasierter Forschungsansatz der Bildungswissenschaften. Eine Vielfalt von Umsetzungen prägt diesen Forschungsansatz. Unter der Maßgabe, dass Gestaltung ein Handeln ist, stellt dieser Beitrag ein handlungstheoretisches Modell zum Gestaltungshandeln vor und zeigt auf, wie sich Forschungsmethoden und methodologische Rahmenwerke nicht nur einordnen und analysieren lassen: Zum einen können DBR-spezifische wie auch fachdisziplinäre Methoden durch Varianten- und Analogiebildung entwickelt werden, was nicht nur Impulse für DBR, sondern auch Möglichkeiten des interdisziplinären Austauschs bietet. Zum anderen können methodologische Rahmenwerke in ihren Spezifika zugänglich gemacht und verglichen werden. All das kann dazu dienen, die Zusammenarbeit von Bildungswissenschaftler*innen mit Fachwissenschaftler*innen und Praktiker*innen in der Verständigung über DBR-Forschungsansätze und die anzuwendenden Methoden fruchtbarer zu gestalten, die damit beginnt, eine gemeinsame handlungswissenschaftliche Terminologie zu haben.

Keywords Design-Based Research, Handlungstheorie, Gestaltungshandeln

DOI dx.doi.org/10.15460/eder.6.3.1908

Citation Herzberg, D. (2022). Ein Modell zum Gestaltungshandeln in DBR zur Entwicklung von Methoden und zur Analyse von Rahmenwerken. *EDeR – Educational Design Research*, 6(3), 1-29.

dx.doi.org/10.15460/eder.6.3.1908

Licence Details Creative Commons - [Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Ein Modell zum Gestaltungshandeln in DBR zur Entwicklung von Methoden und zur Analyse von Rahmenwerken

Dominikus Herzberg

1.0 Einleitung

DBR (Design-Based Research) findet in der hochschuldidaktischen und in der schul-, berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung zunehmend Verbreitung und kommt dort vermehrt zum Einsatz (Burda-Zoyke, 2017; Reinmann & Sesink, 2014). DBR setzt einen methodologischen Rahmen (Bakker, 2018, S. 6 f.) für eine bestimmte Klasse von Forschungsansätzen und die Art ihrer Verwendung und ihres Einsatzes. Diese Forschungsansätze sollen, von daher rührt der Name, gestaltungsbasiert sein. Ziel ist es, eine wissenschaftliche Herangehensweise anzubieten, die den komplexen Settings (hoch)schuldidaktischer Untersuchungen gerecht werden kann. Solche Settings zeichnen sich durch eine unübersichtliche Konfiguration und mannigfaltige Wirkungsfaktoren aus, die es besonders herausfordernd und schwierig machen, die Gestaltung solcher Settings und ihre Reaktion auf Interventionen zu untersuchen (Baumgartner et al., 2003). Dafür bedarf es einer eigenen Rahmung von Methoden und Verfahren, die diese Komplexität nicht ignoriert, sondern den Besonderheiten dieser Form bildungswissenschaftlicher Forschung gerecht wird.

Es gibt eine breite Vielfalt von Beschreibungen und Charakterisierungen von DBR, die oft gepaart sind mit einer prägnanten visuellen Darstellung. Kurz aufgezählt ein paar Beispiele: Das DBR-Kollektiv beschränkt sich auf die Beschreibung von Eigenschaften und Anwendungsfällen von DBR (Baumgartner et al., 2003); McKenney & Reeves betonen den Strang der Theoriebildung und der Gestaltfindung und explizieren die Verflechtung der beiden Stränge (McKenney & Reeves, 2012, 2019); Euler (2014) propagiert ein Prozessmodell, das einen Forschungs- und einen Entwicklungszyklus verknüpft; Reinmann (2019) verdichtet das Wesen von DBR in der Pointierung von Erkennen durch Verändern; Bakker (2018) stellt das Instrument der Conjecture Map in den Mittelpunkt von DBR; M. W. Easterday et al. (2018) lehnen sich an ein agiles Prozessmodell an.

Diese verschiedenen Ausführungen, was DBR ist bzw. sein soll, setzen unterschiedliche Schwerpunkte und verweisen auf differierende Übersichtsdarstellungen. Das macht es nicht nur Neulingen schwer, sich in DBR einzuarbeiten, es bringt auch DBR-Expertinnen und Experten in Nöte, DBR klar und unmissverständlich zu vermitteln und diese Vielfalt an DBR-Charakterisierungen zu erklären und zu moderieren. Das macht es besonders herausfordernd, diesen Forschungsansatz Forschenden zu erläutern, die sich originär nicht in der Hochschuldidaktik wissenschaftlich beheimatet fühlen. Das

Scholarship of Teaching & Learning (SoTL) ist so ein Beispiel, das Fachwissenschaftler*innen ermutigen möchte, ihr Lehren und Lernen als Teil einer (fach)wissenschaftlichen Auseinandersetzung zu sehen und sich in ihrer Fachcommunity und darüber hinaus auszutauschen (Huber, 2018). DBR hat eine besondere Attraktivität für SoTL-Projekte (Fahr et al., 2022). Allerdings kann nicht erwartet werden, dass Nicht-Hochschuldidaktiker*innen mit der Vielfalt an DBR-Modellen zurechtkommen und selbst in eine Aufarbeitung gehen. Wünschenswert wären eine gewisse Klarheit und eine sprachliche Verständigungsbasis.

Dieser Beitrag geht von der Annahme aus, dass DBR als gestaltungsbasierter Forschungsansatz handlungstheoretisch unterlegt werden kann; dafür wird auf die philosophische Handlungstheorie zurückgegriffen. Die philosophische Handlungstheorie dient als interwissenschaftlicher bzw. interdisziplinärer Brückenschlag, um die Handlungsorientierung vieler anderer wissenschaftlicher Disziplinen begrifflich einbinden zu können, seien es beispielsweise Fachdisziplinen der angewandten Wissenschaften oder diejenigen Wissenschaftsfächer, die sich im Spannungsfeld von Disziplin und Profession bewegen. Mit Hilfe dieser handlungstheoretischen Basis verfolgt der Beitrag den Ansatz, DBR-spezifische wie auch fachdisziplinäre *Methoden* nicht nur zu analysieren, sondern mit dem Stilmittel der Varianten- und Analogiebildung zu entwickeln; dazu werden verschiedene Beispiele vorgestellt. Zudem können *methodologische Rahmenwerke* in ihren Spezifika zugänglich gemacht und verglichen werden, was an drei Beispielen demonstriert wird. All das dient dem Ansinnen, die Zusammenarbeit von Bildungswissenschaftler*innen mit Fachwissenschaftler*innen und Praktiker*innen in der Verständigung über DBR-Modelle und die anzuwendenden Methoden fruchtbarer zu gestalten, die damit beginnt, eine gemeinsame handlungswissenschaftliche Terminologie zu haben. Hier liegt auch die Grenze des Beitrags: Vermutlich wird nicht jede Leserin und jeder Leser meinen Übertragungen mithilfe der Schemata zustimmen. Solche Diskussionen sind zu erwarten und sollen ja auch geführt werden; sie zu ermöglichen, das ist das Ziel dieses Textes.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Aus einer handlungstheoretischen Betrachtungsweise heraus wird ein Modell für Gestaltungshandeln aufgebaut. Das Modell wird schrittweise über die einzelnen Kapitel hinweg vorgestellt und schlussendlich im letzten Kapitel zu einem Gesamtbild zusammengesetzt. Anhand von Beispielen werden übliche Mittel des Gestaltungshandelns – gemeint sind Methoden – und Rahmenwerke des Metagestaltungshandelns eingeordnet. Bei den Methoden eröffnen sich durch die Analyse von sogenannten Handlungsschemata Verständigungs- wie auch Transferpotenziale mit anderen Fachdisziplinen. Bei den DBR-Ansätzen bzw. -Rahmenwerken hilft die Betrachtung von Handlungsfeldern, Unterschiede und Gemeinsamkeiten im grundsätzlichen Zugang und im DBR-Verständnis herauszuarbeiten. In der Gesamtbetrachtung wird das Methodische und das Methodologische in der Qualität als Handlungserklärung hervorgehoben, was ein wichtiger Aspekt gestaltungsbasierter Forschung ist.

Kap. 2 führt in die handlungstheoretischen Grundlagen des Handelns als Realisierungshandeln ein. Hier werden die Begriffe der Handlung und der Handlungsweise eingeführt. Anhand einer funktionsorientierten Betrachtung wird das Handeln relationstheoretisch in seine Bestandteile zerlegt, die die Handlungsaspekte des Handelns kennzeichnen.

Kap. 3 befasst sich mit dem Gestaltungshandeln, d. h. es werden die Begriffe des Handlungsplans und des Handlungsschemas eingeführt. Mit Hilfe der Ableitung von Handlungsschemata aus Handlungsplänen steht ein Abstraktionsmittel zur Verfügung, mit dem Methoden nicht nur analysiert, sondern Methoden durch Varianten- und Analogiebildung entwickelt werden können. So lässt sich eine Methode, von einer Fachdisziplin gedacht, für DBR über den Schemagedanken fruchtbar übertragen. Schemata können auch dabei helfen, eine Methode wie das Conjecture Mapping (Sandoval, 2014) zu erfassen und in die eigene fachspezifische Methodenkultur hineinzudenken. Insofern adressiert dieses Kapitel die Problematik, dass es eine gewisse Einseitigkeit im Methodenverständnis gibt (Reinmann, 2020): Während empirische Methoden in DBR-Projekten vielfach zum Einsatz kommen, wird auf explizit theoretische Methoden wenig eingegangen; zu den Ausnahmen ist das Conjecture Mapping zu zählen (Sandoval, 2014). Ähnliches gilt für die gestaltenden Methoden. Diese Methodenarmut mag fachkulturell begründet sein (Reinmann, 2020, S. 8), sollte aber nicht so stehen bleiben.

Kap. 4 setzt sich mit der Gestaltung von Gestaltungshandeln, also Metagestaltungshandeln auseinander. Die Grundannahme ist, dass Gestaltung ein Handeln ist, das auf mehreren Ebenen strukturiert werden kann. Auch hier geht es um Handlungspläne und Handlungsschemata, jedoch werden sie, um ihre Verortung auf der Metaebene zu verdeutlichen, als Handlungsstrategien und Handlungsfelder bezeichnet. In dem Kapitel werden drei DBR-Modelle als Handlungsstrategie untersucht, die sich in Form von Handlungsfeldern abstrahieren lassen. Auf dieser Abstraktionsebene lassen sich die Eigenschaften und Merkmale der jeweiligen Modelle darstellen und Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausarbeiten.

Kap. 5 stellt die Ebenen des Handelns in einem Gesamtmodell vor, wobei das Methodische die Verbindung von Realisierungs- zu Gestaltungshandeln herstellt und das Methodologische die Verbindung von Gestaltungs- und Metagestaltungshandeln. Handlungstheoretisch wird das Methodische und das Methodologische in seiner Aufgabe darin verstanden, Erklärungen zu Handlungsgründen zu liefern, sowohl *post festum* wie auch *ex ante* – darin spiegelt sich vielleicht das auffälligste Charakteristikum gestaltungsbasierter Forschung wider.

Zur vertieften Orientierung ist jedes Kapitel mit einer Einleitung und einer Übersicht zu den Unterkapiteln ausgestattet.

2.0 Realisierungshandeln

Gestaltungshandeln basiert auf Handlungen als Mittel der Gestaltung. Abb. 1 weist diesen Aspekt des Gestaltungshandelns als Realisierungsebene aus. Die philosophische Handlungstheorie unterscheidet „zwischen konkreten Einzeldingen und Typen“ (Quante, 2020, S. 145), was im Bild durch die Anmerkungen „konkret“ und „abstrakt“ ausgewiesen ist. „Konkrete Handlungen sind raum-zeitlich individuierte Einzeldinge [...]“ (S. 145) – also etwas, was von einem Individuum zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort getan wird. Allerdings „beziehen wir uns mit Kennzeichnungen auf Handlungen mittels der Nennung einer Handlungsweise“ (S. 97). „Lernen führt zum Erfolg“ ist so ein Beispiel, wo das Lernen als Handlungsweise vom konkreten Handeln absieht. Handlungsweisen sind „abstrakte Entitäten“, die „als numerisch identische Entität an verschiedenen Raumzeitstellen existieren“ und „zu den konkreten Einzeldingen [den Handlungen] in der Relation der Exemplifikation stehen“ (S. 145). Die philosophische Handlungstheorie verknüpft zudem den Handlungsbegriff „mit den Vorstellungen der Zielgerichtetheit, des Plans, der Erwägung von Handlungsalternativen und -folgen, der Entscheidung“ (Strecker, 1982, S. 149). Aus diesem Grund ist die Realisierungsebene im Bild als „zielorientiert“ ausgewiesen.



Abbildung 1: Die Realisierungsebene des Handelns

Dass sich Handlungen in einem sozialen Gefüge und Kontext eines Bildungsgeschehens ereignen und als Gestaltungshandeln im Sinne eines „intentional change“ (Nelson & Stolterman, 2014) zu verstehen sind, das wird in diesem Beitrag fortan stillschweigend angenommen, ebenso wie die Wichtigkeit und Bedeutung der Überraschung durch nicht intendierte Veränderungen.

In den folgenden Unterkapiteln wird die Handlung in ihren Bezügen eines Handelns in der Welt anhand eines funktionalen Vorstellungsmodells beschrieben (Kap. 2.1) und analytisch in Handlungsaspekte zerlegt (Kap. 2.2). Die identifizierten Handlungsaspekte dienen im Kapitel zum Gestaltungshandeln dazu, Handlungsstränge des Gestaltens nach ihren Handlungsaspekten zu klassifizieren.

2.1 Funktional modellierte Basishandlungen

Dieser Abschnitt bedient sich des mathematischen Funktionsbegriffs als formalisiertem Zugang zur Beschreibung von Handlungen. Diese

Herangehensweise folgt einer Anregung zu gestaltungstheoretischen Überlegungen der Technikwissenschaften (Banse et al., 2006), was es erlaubt, mit den Relationen eines funktionsorientierten Handlungskonzepts zu arbeiten. Neu ist der Rückgriff auf ein funktionales Verständnis in der DBR-Literatur nicht: Er liegt in ähnlicher Weise bei van den Akker (1999) zur Zerlegung der logischen Struktur von Designprinzipien zugrunde, was z. B. Prediger (2019) bildlich übersetzt und für methodologische Überlegungen aufgreift.

Eine mathematische Funktion f stehe als Abbild für eine Basishandlung, die einen raumzeitlichen Weltzustand x in einen anderen Weltzustand y überführt. Mit einer Basishandlung ist eine Handlung gemeint, „die X vollzieht, ohne eine andere Handlung zu vollziehen“ (Quante, 2020, S. 17). „Basishandlungen sind weder Wirkungen anderer Handlungen von X , noch werden sie von X vollzogen, indem X eine andere Handlung ausführt.“ (S. 17) Die Anwendung der Basishandlung auf den Weltzustand x hat y zur Folge, formal $y = f(x)$, siehe Abb. 2. Wenn man wollte, könnte man x und y als Vektoren notieren, um die Mehrdimensionalität eines Weltzustands zu erfassen, was jedoch unnötig ist zum hier verfolgten Zweck der Begriffsbildung. Wer mit dieser mathematischen Ausdrucksart Schwierigkeiten hat, dem sei versichert, dass der mathematische Funktionsbegriff nur als Steigbügel dient, um ein begriffliches Instrumentarium für Handlungsaspekte aufzusetzen.

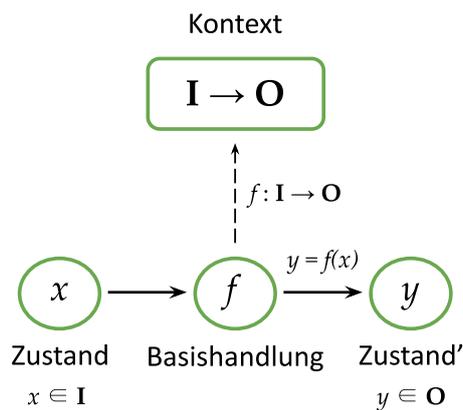


Abbildung 2: Ein funktionales Handlungsverständnis

In der Schule lernt man, dass zu einer Funktion außerdem so etwas wie ein Geltungsbereich gehört. Eine Funktion kann Werte einer sogenannten Ausgangsmenge I (es gilt $x \in I$, sprich: x ist ein Element aus I) in Werte einer sogenannten Zielmenge O (es gilt $y \in O$) überführen, $f: I \rightarrow O$. In der Übertragung heißt das: Eine Basishandlung passt nicht nur zu einem einzelnen, speziellen raumzeitlichen Weltzustand (es wäre ohnehin unmöglich, ihn derart isoliert zu spezifizieren und zu identifizieren), sondern für eine Menge von Weltzuständen, die dann zu einem Zustand aus einer in aller Regel anderen Menge von Weltzuständen führt. Diese mit einer Basishandlung verbundenen Weltzustände werden im Bild als Kontext bezeichnet. Der Kontext legt fest, unter welchen Umständen eine Basishandlung „funktioniert“. Da die strenge mathematische Analogie

an dieser Stelle bricht, sollte es heißen: Der Kontext legt fest, unter welchen Umständen eine Handlung möglicherweise oder vermutlich funktioniert und welche neuen Umstände voraussichtlich zu erwarten sind. Handlungen wohnt immer das Überraschungsmoment inne, unter ungeahnten Umständen „zu funktionieren“ bzw. unter als gesichert geltenden Umständen auch mal nicht „zu funktionieren“; ebenso können sie andere als die erwarteten oder erhofften Ergebnisse zeitigen.

2.2 Handlungsaspekte

Entscheidend ist die Idee, nicht die Bestandteile einer Basishandlung zu betrachten, sondern die Bezüge ihrer Anteile zueinander (siehe auch Schürmann, 1994), siehe Abb. 3. Diese Herangehensweise ist eine relationstheoretische, die den Blick von der Substanz auf die Relation lenkt (vgl. Ebner von Eschenbach, 2019) – in dem Fall den Blick von den Substanzen einer Basishandlung auf ihre Bezüge. Dieser Ansatz ist inspiriert von den relationalen Ansätzen, wie sie in den Erziehungswissenschaften diskutiert werden (vgl. Ebner von Eschenbach & Schäffter, 2021) und macht eine Handlung zugänglich in ihren Handlungsaspekten, was später zur Auszeichnung wesentlicher Bestandteile in Handlungsplänen dient.

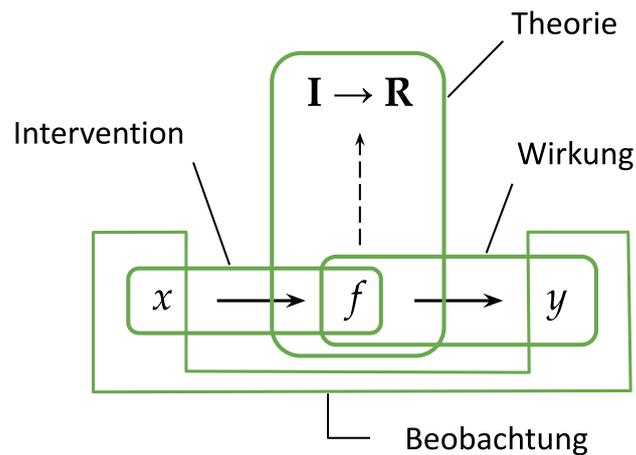


Abbildung 3: Die Aspekte einer Basishandlung: Intervention I , Wirkung W , Beobachtung B , Theorie T

Das funktionale Modell der Basishandlung geht mit drei Relationen einher, im Bild zu sehen anhand der drei Pfeile. Diese drei Relationen seien als Handlungsaspekte bezeichnet:

- Die Anwendung einer Handlung auf einen Weltzustand sei als *Intervention* bezeichnet.
- Der Effekt einer Intervention ist ein neuer Weltzustand, der den Aspekt der *Wirkung* einer Handlung ausmacht. Mit der Wirkung sind Wirkmechanismen verbunden.

- Den Kontext, in dem eine Handlung ihren möglichen Einsatz mit einer vermuteten Reaktion verknüpft, ist der Handlungsaspekt, der als *Theorie* bezeichnet sei.

Eine weitere Relation ist eine implizite, die die Zeitlichkeit des Handelns hervorbringt:

- Die Handlung selbst ist ein Gestaltungsakt, der Weltzustände verändert, was sich in einer Differenz von Weltzuständen im Moment und nach einer Handlung äußert. Die Wahrnehmung dieser Differenz ist eine *Beobachtung*. Jede Handlung ist mit einer Wahrnehmung verknüpfbar. Die Beobachtung geht mit der Handlung einher (Beispiel: Ich sehe im Seminar die Reaktionen auf meine Frage) oder sie tritt als eigenständige, zeitlich versetzte Handlung auf (Beispiel: Ich stelle einen Test, korrigiere ihn und sehe anhand der Testauswertung, ob der behandelte Stoffinhalt verstanden ist).

Die Handlungsaspekte Intervention, Wirkung, Beobachtung und Theorie werden nachfolgend durch ihre Anfangsbuchstaben I, W, B und T referenziert.

3.0 Gestaltungshandeln

Zurück zur philosophischen Handlungstheorie: Handlungen können aus Handlungen bestehen, und das führt zur Konzeption des Handlungsplans (Quante, 2020, S. 85): „Handlungspläne [...] dienen zum einen der interpersonalen Koordination von Handlungen, wenn das Ziel nur durch das aufeinander abgestimmte Handeln mehrerer Handelnder erreicht werden kann [...]. Zum anderen dienen sie auch der *intrapersonalen* Koordination [...]“ (S. 86, H. i. O.) Handlungspläne sind ebenfalls Handlungen (S. 87), die ein „rationales, vorausschauendes *Entwerfen* eines in der Zukunft gegebenenfalls zu realisierenden Handlungsgeschehens“ sind (S. 88, H. d. V.). Handlungspläne repräsentieren also Gestaltungshandeln und sind konstitutiv unterbestimmt, denn erst im Nachhinein, „d. h. nach der Realisierung des Handlungsplans, liegt der konkrete Verlauf seiner Realisierung durch die Sequenz der einzelnen Handlungen fest“ (S. 89).

Abb. 4 zeigt die Gestaltungsebene des Handelns mit dem Handlungsplan als konkretes Gestaltungshandeln und dem Handlungsschema als dessen Abstraktion. Ein Handlungsschema strukturiert einen Handlungsplan in Abschnitte von Handlungssträngen und ordnet jedem Abschnitt einen dominierenden Handlungsaspekt zu. Wie zuvor gilt das Abstrakte als Typisierung oder auch Charakterisierung des Konkreten und das Konkrete als individuelle Instanz des Abstrakten. Die Charakterisierung des Gestaltungshandelns im Bild als zweckorientiert wird besonders ausführlich durch die handlungstheoretisch untermalte Wissenschaftstheorie zu den Technikwissenschaften begründet (Kornwachs, 2012; Poser, 2012).

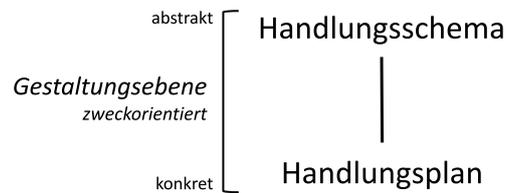


Abbildung 4: Die Gestaltungsebene des Handelns

In den folgenden Unterkapiteln wird zunächst in Kap. 3.1 der Zusammenhang von Handlungsaspekten und Handlungsschemata erläutert, bevor Kap. 3.2 in die Beispiele des Gestaltungshandelns einführt: Kap. 3.3 widmet sich dem Conjecture Mapping und Kap. 3.4 zeigt, wie daraus etwas abgeleitet werden kann, was ich Speculation Mapping nenne. Zum interdisziplinären Transfer betrachtet Kap. 3.5 die diagnosebasierte Intervention aus der Medizin und Kap. 3.6 die Interventionsfehlerbewertung. Kap. 3.7 stellt einen Werkzeugeinsatz vor, eine KI als Lernbegleitung, und Kap. 3.8 zieht die Beispiele für eine Klassifikation des Gestaltungshandelns heran.

3.1 Handlungspläne und Handlungsschemata

Handlungspläne stellen Zusammenstellungen von koordinierten Handlungen dar, die sequenziell und/oder teils überlappend oder gar parallel erfolgen und wie eine „größere“ Handlung zu verstehen sind. Diese Setzung, einen Handlungsplan als Handlung zu verstehen, ist eine, die handlungstheoretisch gestützt ist (vgl. Quante, 2020, S. 87). Daraus folgt: Ein Handlungsplan ist ebenso wie eine Handlung als zielgerichtet und planvoll charakterisiert und weist gleichermaßen die Handlungsaspekte von Intervention, Wirkung, Beobachtung und Theorie auf – diese Betrachtungsweise ist eine konsequente theoretische Übertragung aus der relationalen Zerlegung der Basishandlung. Allerdings, und das ist der entscheidende Unterschied, kann ein Handlungsplan die Handlungsaspekte in eine beliebige Abfolge bringen. Während sich eine Basishandlung als abgeschlossene Einheit darstellt, kann ein Handlungsplan in logische Handlungsstränge zerlegt werden, wobei ein Strang einem oder mehreren Handlungsaspekten zugeordnet werden kann. In dieser Dienstbarmachung von Handlungen bezüglich eines Aspekts liegt die Möglichkeit, in einem Handlungsplan z. B. beobachtende Handlungen intervenierenden Handlungen vorausgehen zu lassen – etwas, was bei der Basishandlung als isoliertem Ereignis nicht möglich ist. Handlungspläne befreien von der fixen Statik der Handlungsaspekte einer Basishandlung und ermöglichen ein beliebiges Arrangement von Handlungsaspekten.

Da ein Handlungsplan eine Handlung ist, muss es als Abstraktion auch Handlungsweisen für Handlungspläne geben, siehe Abb. 1. Nun ist jedoch durch Handlungspläne eine andere Auflösungsstufe gegeben: Die Komposition aus Handlungen bzw. Handlungssträngen erlaubt es, logisch geeigneten Einheiten sowohl Handlungsweisen als auch Handlungsaspekten zuzuordnen. Diese Zusammensetzung von Handlungsweisen und Handlungsaspekten vereint das Handlungsschema. Bei

den in den folgenden Unterkapiteln aufgezeigten Beispielen zum Gestaltungshandeln verdichtet sich ein Handlungsschema nicht selten in Form einer prägnanten, bildlichen Darstellung und/oder einer kurzen Beschreibung der Handlungsweisen; was fehlt und im Rahmen dieses theoretischen Zugangs ergänzt wird, ist die logische Zerlegung in der Zuordnung von Handlungsaspekten zu einer oder mehreren Handlungsweisen.

Ein Handlungsschema repräsentiert ausschließlich das leitprägende Arrangement der Aspekte I, W, B und T eines Handlungsplans und abstrahiert von den Handlungssträngen in Form von Handlungsweisen. Ein Handlungsaspekt gilt in dem Sinne als leitgebend, als dass er die Handlungen in einem ausgewiesenen Handlungsstrang eines Handlungsplans dominiert oder ausrichtet, prägt oder intendiert. Das heißt nicht, dass ein Handlungsstrang ausschließlich Handlungen zu diesem Aspekt enthält. Handlungen, die anderen Aspekten nachgehen, sie vor- oder nachbereiten, können eingeflochten sein. Vielmehr noch können Handlungspläne ihrerseits Handlungspläne einbetten, was zum Beispiel M. Easterday et al. (2014, S. 321 f.) explizit hervorheben. Handlungsschemata sind das Mittel, um diese Komplexität eines Handlungsplans übersichtlich darzustellen.

Wie zu Beginn erwähnt, dient ein Handlungsplan zur interpersonellen Koordination von Handlungen, umfasst Handlungen von mehreren Akteuren und bildet somit ein soziales Handlungsgefüge ab. Das ist besonders wichtig im Verständnis des Handlungsaspekts der Wirkung W. Bei einer Basishandlung ist die Wirkung der unmittelbare Effekt aus der Anwendung der Handlung auf einen Weltzustand, d. h. ein neuer Weltzustand. Bei einem Handlungsplan ist der Aspekt der Wirkung seinerseits durch Handlungsstränge gekennzeichnet. Handlungspläne denken Handlungssequenzen als Weltzustände eines sozialen Systems mit. Der Aspekt der Beobachtung wird im sozial gedachten Handlungsplan konsequenterweise zu dem Anteil von Handlungssträngen, die Differenzen in Handlungsabfolgen als Systemzustände feststellen.

Eine Frage, die hier theoretisch nicht erörtert werden soll, ist, ob Handlungspläne grundsätzlich alle vier Handlungsaspekte abdecken müssen oder sollen. Ein Handlungsschema, das diese Bedingung einhält, wird als „(handlungs)vollständig“ bezeichnet. Ein Schema wie WIBT ist ebenso vollständig wie auch BIBBTW; die Schemata TIT und BIT sind unvollständig.

3.2 Beispiele des Gestaltungshandelns

Die folgenden fünf Unterkapitel widmen sich einer Auswahl von denkbaren Folgen der Handlungsaspekte von Theorie (T), Beobachtung (B), Wirkung (W) und Intervention (I), d. h. vollständigem Gestaltungshandeln. Die vier Aspekte lassen sich in $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$ möglichen Abfolgen arrangieren. Da Handlungsschemata abstrahieren, erfahren verschiedene, in der Literatur beschriebene Handlungspläne durch Schemata eine Verdichtung, die sie leichter und pointierter zugänglich machen. Auf der Beschreibungsebene werden Handlungspläne in aller Regel als Abfolgen von Handlungsweisen dargestellt – ähnlich wie Handlungen durch Handlungsweisen aus dem individuierten,

raumzeitlichen Bezug herausgelöst werden. Neuartig ist der Versuch, in den Handlungsschemata die dominierenden Handlungsaspekte hervorzuheben und zur Dekonstruktion oder auch Konstruktion von Handlungsplänen heranzuziehen.

Mit den Beispielen soll Folgendes gezeigt werden: (1) Zum einen kann aus einem bekannten Handlungsschema durch Variation ein anderes Schema abgeleitet oder gar entdeckt werden. Ein Beispiel liefern das Conjecture Mapping und das daraus abgeleitete Speculation Mapping – beide Schemata machen den Auftakt. (2) Zum anderen können Schemata auch aus den Handlungsplänen anderer handlungswissenschaftlicher Disziplinen analysiert und für DBR nutzbar gemacht werden. Zum Beispiel stammen die diagnosebasierte Intervention und die Interventionsbewertung aus der Medizin; diese Schemata könnten für DBR zu methodischen Zwecken aufgegriffen werden und den Pool an DBR-Methoden erweitern. (3) Der Abstraktionsgrad der Handlungsschemata macht es relativ einfach, sich interdisziplinär über Handlungspläne zu verständigen. So entstehen Möglichkeiten des Austauschs zwischen Bildungswissenschaftler*innen, Fachwissenschaftler*innen und Praktiker*innen, wenn diese Gruppen etwa im Rahmen eines DBR-Projekts zusammenarbeiten. Fachwissenschaftler*innen können aus ihren jeweiligen Domänen wertvolle methodische Impulse für Bildungswissenschaftler*innen einbringen, Bildungswissenschaftler*innen können ihrerseits Fachfremden die eigenen Methoden vermitteln.

3.3 Conjecture Mapping (TIWB)

Die Conjecture Map ist ein Gestaltungsinstrument, das auf Sandoval (2014) zurückgeht und beispielsweise von Bakker (2018) für den Einsatz in DBR-Projekten propagiert wird. In Abb. 5 ist der Aufbau einer Conjecture Map dargestellt. Aus High Level Conjectures werden didaktische Maßnahmen abgeleitet, deren Materialisierung als Embodiment bezeichnet wird. Die Maßnahmen sollen Lernprozesse anregen (Mediating Processes), was zu überprüfbaren Ergebnissen führen soll (Intervention Outcomes). Neben den High Level Conjectures gibt es weitere, in den Gesamtprozess einsteigende Conjectures, die sogenannten Design Conjectures und die Theoretical Conjectures.

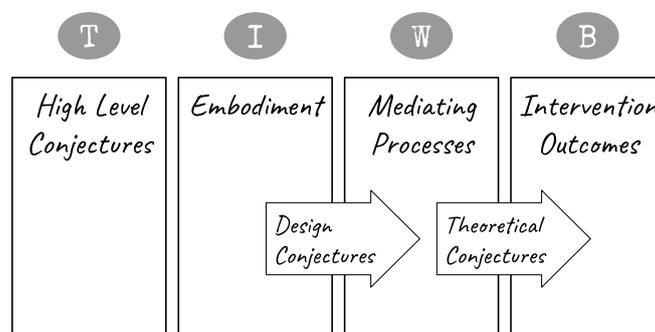


Abbildung 5: Die Conjecture Map und die logische Struktur des Handlungsschemas

Die in Abb. 5 eingetragenen Großbuchstaben abstrahieren den mit diesem Gestaltungsinstrument einhergehenden Handlungsplan (der nun als Conjecture Mapping bezeichnet sei) in seinen Handlungsaspekten. Der dominante Teil des Handlungsstrangs, der zu Beginn des Conjecture Mappings den Aspekt der Theoriebildung mit Hilfe der Conjecture Map umfasst, ist mit „T“ ausgewiesen. Um keine Missverständnisse aufkommen zu lassen: Auch wenn das „T“ über dem Kasten „High Level Conjectures“ positioniert ist, es ist mit ihm nicht identisch: Am Anfang stehen, vereinfacht gesagt, das Studium relevanter Literatur für den konkreten Anwendungsfall und das „Ausfüllen“ der gesamten Conjecture Map zum vorrangigen Zwecke der Theoriebildung, was mit der Entwicklung und Planung von didaktischen Maßnahmen und Bewertungsinstrumenten einhergeht. Der der Theoriebildung logisch folgende Handlungsabschnitt, der den Aspekt der Intervention betrifft, ist das, was unter Embodiment als didaktische Maßnahmen aufgeführt ist. Die Mediating Processes sind mit dem Teil des Handlungsplans assoziiert, der den Aspekt der Wirkung und seiner Mechanismen betrifft. Die Intervention Outcomes wiederum betreffen den Aspekt der Beobachtung.

In der Conjecture Map als Instrument ist in der bildlichen Darstellung ein logischer Handlungsfluss angelegt, der sich im Handlungsschema als Abfolge der Aspekte TIWB niederschlägt. Wird das Conjecture Mapping im Rahmen von DBR in zyklischer, sich verfeinernder und konturrierender Weise verwendet, so kommen Steuerungsschritte dazu, die später beschrieben werden und in aller Regel mit Metagestaltungshandeln zusammenhängen. Dann kommt es zu Wiederholungen des Handlungsplans unter Maßgabe des TIWB-Schemas.

3.4 Speculation Mapping durch Variation des Conjecture Mappings (TIBW)

Eine besondere Qualität des Umgangs mit Handlungsschemata besteht darin, dass sich damit neue Methoden und/oder Gestaltungsinstrumente „entdecken“ lassen. Variiert man das zum Conjecture Mapping zugehörige TIWB-Schema in den letzten beiden Bausteinen, vertauscht sie also zu einem TIBW-Schema und vollführt den Tausch ebenso im Abbild der Conjecture Map, so entsteht ein neues Instrument, das als Speculation Map bezeichnet sei, siehe Abb. 6. Entsprechend kommt es zu Umbenennungen: Es heißt nun Theoretical Speculation, Design Speculation und High Level Speculations. Aus einer Annahme, einer Conjecture, wird nun eine Spekulation, die einen Handlungsplan rein gedanklich durchspielt und im Gegensatz zur Conjecture Map überhaupt nicht real zu vollziehen gedenkt – simuliertes Handeln, wenn man so möchte.

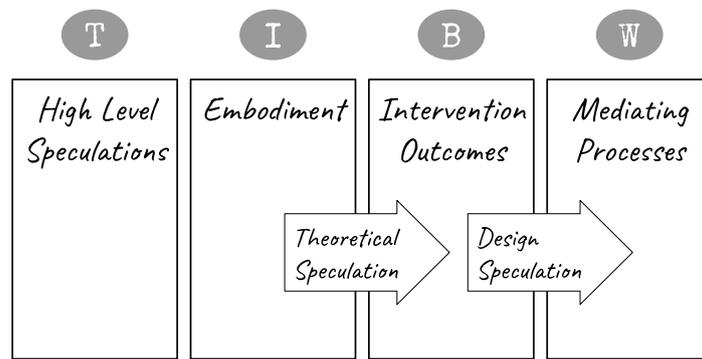


Abbildung 6: Die Speculation Map aus Analogiebildung der Conjecture Map

Aus High Level Speculations werden demnach didaktische Maßnahmen abgeleitet (Embodiment), die Lernprozesse anregen sollen (Mediating Processes). Allerdings wird nun in Form von Theoretical Speculations vermutet, zu welchen überprüfbaren Ergebnissen (Intervention Outcomes) die Lernprozesse führen könnten oder sollten und welche Wirkungen (Mediating Processes) dafür wie gestaltet sein müssten (Design Speculation). Der dieser Speculation Map zugrunde liegende Handlungsplan, das Speculation Mapping, folgt dem dargestellten TIBW-Handlungsschema.

Das Speculation Mapping hat eine gewisse Nähe zum Gedankenexperiment (vgl. Reinmann, 2014, Kap. 3.2) – man könnte es z. B. als Instrument zur Diskussion bei der Entwicklung einer Conjecture Map verstehen. Um das Speculation Mapping auszudifferenzieren, könnte man Sandoval (2014) zur Conjecture Map heranziehen und den Text im Versuch einer möglichst strikten Orientierung daran gemäß der Speculation Map so weit wie unumgänglich und nötig uminterpretieren und umschreiben. Ein solches Verfahren hat das Potenzial, aus etablierten und mit Erfahrungen versehenen Instrumenten verwandte und dennoch neuartige Instrumente oder Verfahren abzuleiten, die von dem Reifegrad ihrer Ausgangsmodelle profitieren. In diesem Fall stünde damit eine explizite Methode aus der Klasse möglicher Vorgehensweisen zum Gedankenexperiment zur Verfügung.

3.5 Interdisziplinärer Transfer: Diagnosebasierte Intervention (BTIW)

Ein interdisziplinärer Transfer kann zur Entwicklung neuer Methoden (Handlungspläne) für DBR beitragen. Hierzu ein Beispiel aus der Medizin.

Im medizinischen Alltagshandeln gibt es einen Handlungsplan, der nach dem folgenden Schema abläuft: Ein Patient besucht aus einem Anlass eine Ärztin. Die Schilderungen des Patienten, die Wahrnehmung des Gesamteindrucks vom Patienten, Nachfragen und eventuelle Untersuchungen stellen eine Beobachtung (B) für die Ärztin dar. Die Ärztin entwickelt vor dem Hintergrund ärztlichen Wissens Vermutungen und Annahmen (T), die in den Dialog mit dem Patienten

einfließen und die Beobachtung prägen. In einem gemeinsamen Prozess kommen Ärztin und Patient zu einer Entscheidungsfindung (vgl. Koerfer & Albus, 2015; Loh et al., 2005) – dem entspricht eine Intervention (I), von der beide eine bestimmte Art von Wirkung (W) erwarten. Dem von mir als diagnosebasierte Entscheidungsfindung gewählten Handlungsschema liegt eine BTIW-Folge von Handlungsaspekten zugrunde.

Im Transfer können Handlungsschemata auf einen analogen hochschulischen Kontext übertragen werden. Das sei am Beispiel der mentoriellen Betreuung aufgezeigt, indem die obige Textpassage lediglich kontextuell angepasst wird: Ein Student kommt aus einem Anlass zum Gespräch mit einer Dozentin, die seine Mentorin ist. Die Schilderungen des Studenten, die Wahrnehmung des Gesamteindrucks vom Studenten und Nachfragen stellen eine Beobachtung (B) für die Mentorin dar. Die Mentorin entwickelt vor dem Hintergrund ihrer Erfahrungen und z. B. Fortbildungen Vermutungen und Annahmen (T), die sie im Austausch mit dem Studenten einfließen lässt und die die Beobachtung prägen. In einem gemeinsamen Prozess kommen Mentorin und Student zu einer Entscheidung, wie der Student mit seinem Problem umgehen kann – dem entspricht eine Intervention (I), von der beide eine bestimmte Art von Wirkung (W) erwarten.

Diese Form des Transfers ist in der Wissenschaft nicht unüblich; Auferkorte-Michaelis und Weihofen (2012) nutzen für die Einführung eines Mentoringsystems an der Universität Duisburg-Essen ein Phasenmodell aus der Organisationsentwicklung (S. 83). Der fachliche Bezug ist da zwar enger, aber gerade in den interdisziplinären Kontexten, in die sich DBR-Forschende mit Fachwissenschaftler*innen begeben, können größere Bögen gespannt und Transferpotentiale gehoben werden. Dafür bieten sich auf der Gestaltungsebene die Beschreibungen von Handlungskomplexen und die Abstraktion durch Handlungsschemata in besonderer Weise an.

3.6 Interdisziplinärer Transfer: Interventionsfehlerbewertung (WBTI)

Ein weiteres Beispiel des interdisziplinären Transfers ist die sogenannte Pseudofehler-Methode (Donner-Banzhoff, 2014), die z. B. in der allgemeinärztlichen Fortbildung verwendet wird. Diese Methode erlaubt eine wissenschaftlich fundierte Einschätzung für allgemeinärztliches Handeln, wenn der Vorwurf (und sei es nur der Selbstvorwurf) im Raum steht, mit der Diagnose und mit der therapeutischen Intervention einen Fehler gemacht zu haben. Die Methode hilft auch beim Verfassen gerichtlicher Gutachten zum diagnostischen Fehlverhalten.

Die Pseudofehler-Methode folgt dem WBTI-Schema. Wenn die vermuteten Wirkungen (W) z. B. aus der diagnosebasierten Intervention nicht zu beobachten sind (B) und der Patient gänzlich andere Symptome schwerster Art zeigt oder unter nicht zu erwartenden Symptomen leidet oder gar verstirbt, dann will die Pseudofehler-Methode klären, ob die diagnosebasierte Intervention fehlerhaft war und dem Arzt bzw. der Ärztin berechtigt ein Vorwurf

gemacht werden kann. Die Theorie (T) zur Pseudofehler-Methode arbeitet mit einer einfachen Heuristik zum Entscheidungshandeln: „Lässt sich im Rückblick eine plausible, konkrete und praktikable Regel formulieren, deren Beachtung das Ereignis verhindert hätte?“ (Donner-Banzhoff, 2014, S. 203) Diese Regel stellt, sofern die drei Kriterien erfüllt sind, eine hypothetische, alternative Intervention (I) dar. Wird mindestens eines der Kriterien nicht von der Regel erfüllt, setzt sich die Suche nach einer anderen Regel fort. Kann keine Regel gefunden werden, die die drei Kriterien erfüllt, dann hat der Arzt bzw. die Ärztin keinen Fehler in seinem bzw. ihrem Handeln begangen. Die Pseudofehler-Methode ist zudem ein Beispiel für einen abduktiven Prozess, da kreativ Regeln zu suchen sind, wobei die Prüfkriterien andeuten, dass eine geeignete Regel gleichgesetzt wird mit der Erwartung, dass der Arzt oder die Ärztin aufgrund rationaler und eventuell systematischer Überlegungen die Therapieentscheidung anders hätte treffen können.

Man kann diese Form der Interventionsfehlerbewertung selbstverständlich auch auf den hochschulischen Kontext übertragen. Damit wäre DBR um ein weiteren Handlungsplan und um ein methodisches Vorgehen reicher geworden. Was die beiden Beispiele aus dem medizinischen Umfeld ebenfalls zeigen, ist, wie zwei Methodenbausteine aneinander anschlussfähig sind: Der diagnosebasierten Intervention (BTIW) kann nahtlos eine Interventionsfehlerbewertung (WBTI) folgen. Die abschließende Wirkungserwartung (W) aus der diagnosebasierten Intervention wird zum Ausgangspunkt einer Interventionsfehlerbewertung. Das gemeinsame W stellt den Anknüpfungspunkt her.

3.7 Werkzeugeinsatz: KI als Lernbegleitung (BWTI)

In der Hochschuldidaktik kommen auch digitale Mittel zum Einsatz. Ein Beispiel sei ein System, das einen Studierenden dabei begleitet, aus den möglichen Lernpfaden zur Aneignung eines Lernstoffs einen individuell zugeschnittenen, „besten“ Lernpfad herauszusuchen (Witt et al., 2020).

Eine solche Lernassistenz realisiert ebenfalls einen Handlungsplan. Veranschaulicht sei das an einer künstlichen Intelligenz (KI), die mit einem Verfahren des Deep Learning diese Dienstleistung umsetzt. Zum Beispiel: Für die Trainingsphase werden zunächst Daten aus Beobachtungen (B) zusammengetragen, die die freie Wahl und Bearbeitungsreihenfolge in der Bearbeitung von elektronisch am Bildschirm zu bearbeitenden Übungsaufgaben abbilden mit dem dafür jeweils aufgewendeten Zeitbudget und der schlussendlichen Prüfungsnote. In der Trainingsphase beginnt das neuronale Netz Wirkzusammenhänge bzw. Korrelationen zu entdecken (W), die sich in den Tiefenschichten des neuronalen Netzes als Theoriebildung (T) verstehen lassen. Mit diesem Wissen ausgestattet kann das System im Modus einer Beratungsleistung den Studierenden eine schrittweise Lernempfehlung bei der Auswahl von Übungsaufgaben als Intervention (I) bieten.

Dieses Beispiel steht stellvertretend für Werkzeuge oder Instrumente, die etwa in einem DBR-Projekt umgesetzt werden und einen Handlungsplan umsetzen.

3.8 Klassifikation von Gestalthandeln

Die vorangegangenen Beispiele zeigen auf, dass Gestalthandeln durch Handlungspläne auf verschiedene Weise erfasst und abgebildet wird. Die Abstraktion durch Handlungsschemata hilft, den Handlungsplan in der Logik der Abfolge von Handlungsweisen unter Zuordnung vorherrschender Handlungsaspekte zu gliedern und zu strukturieren. Handlungsschemata können in der Fokussierung auf Handlungsaspekte klassifiziert werden. Wenn damit Definitionen einhergehen, lässt sich sprachlich regeln, welcher Art und Handlungsstruktur Handlungspläne aufgrund ihrer Schemata sind. Hier ein paar Vorschläge:

- Handlungspläne, deren Schema mit einem T beginnt, werden als *theoriegeleitet* bezeichnet; folgt dem T ein W, heiße es *theoriefundiert*; endet das T-Schema mit einem B, heiße der Handlungsplan *klassisch theoriegeleitet* bzw. *klassisch theoriefundiert*.

Das Conjecture Mapping gilt mit dem TIWB-Schema demgemäß als *klassisch theoriegeleitet*. Das zweite denkbare Schema, das in diese Kategorie fällt, ist TWIB (Tausch von I und W), was – mit einem W an zweiter Stelle – sogar als *klassisch theoriefundiert* zu bezeichnen ist. Dieses Handlungsschema kann man am Beispiel empirischer Methoden skizzieren: Ausgehend von einer Theorie (T) werden Hypothesen (W) formuliert, woraufhin einem Untersuchungsdesign folgend und in Durchführung einer Untersuchung (I) Beobachtungen (B) gewonnen und ausgewertet werden. Das einzige weitere *theoriefundierte* Handlungsschema ist TWBI.

- Steht ein B an erster Stelle im Schema, heiße der Komplex bzw. die Methode *beobachtungsgeleitet*; je nach Handlungsweisen und Fortsetzung des Schemas ist gegebenenfalls die Charakterisierung als *induktiv* oder als *abduktiv* treffend. Es ist gemeinhin anerkannt, „dass jede wissenschaftliche Betätigung auf Vorwissen zurückgreift und alle Beobachtung theoriegeleitet ist“ (Kornmesser & Büttemeyer, 2020, S. 62). Ein Schema, das mit einem B beginnt, weiß darum, dass es lediglich explizite theoriegeleitete Handlungsstränge vor einer Beobachtung ausschließt. Das B ist hier als Einstiegspunkt in einen Handlungsplan zu verstehen.

Die vorgestellte diagnosebasierte Intervention folgt dem Schema BTIW, die KI als Lernbegleitung dem Schema BITW. In beiden Fällen ist der Handlungskomplex *beobachtungsgeleitet* und in beiden Fällen ist dem Komplex ein *abduktiver* Charakter eigen. Ärztinnen und Ärzte diagnostizieren nicht nur systematisch und rational, sondern folgen durchaus auch ihren Intuitionen und entwickeln Ideen, was bei ihren Patientinnen und Patienten los sein könnte. Ebenso ist neuronalen Netzen ein abduktiv wirkendes Element nicht abzusprechen; je „intelligenter“ eine KI agiert, desto schwieriger ist es, ihr Verhalten zu

erklären (Herzberg, 2022, im Druck). Die Abduktion ist neben der Deduktion und der Induktion ein Verfahren zur Gewinnung von Erkenntnis (vgl. Chow, 2012); ihr Besonderes ist genau dieses Vermögen der Schaffung von Theorien aus dem „Nichts“, dem „ungerichteten“, spontanen Erkennen von Wirkungen und der Erfindung von Interventionen.

- Steht ein I an erster oder zweiter Stelle im Schema, heiße der Komplex bzw. die Methode *interventionsgeleitet* bzw. *interventionsorientiert*. Steht nach dem I ein W vor einem T, ist die Intervention *induktiv*; steht nach dem I das T vor dem W, ist sie *deduktiv*.

Das Speculation Mapping (TIWB) ist ebenso wie das Conjecture Mapping (TIBW) *interventionsorientiert*; zudem sind beide Handlungskomplexe *theoriegeleitet*. In DBR kommt der Autoethnographie eine wichtige Bedeutung zu (Reinmann, 2019). Die Autoethnographie folgt einem interventionsgeleiteten Schema der Art IBWT oder IBTW. Die Forschende setzt sich einer Intervention (I) aus, sie beobachtet (B), mutmaßt aus den Beobachtungen über Wirkungen (W) und kommt eventuell *induktiv* zur Theoriebildung (T) – das Schema IBWT. Oder sie leitet aus den Beobachtungen eine Theorie ab, die *deduktiv* zur Erklärung der Wirkungen dient (IBTW).

- Ein Handlungskomplex bzw. eine Methode, deren Schema mit einem W beginnt, werde als *wirkungsgeleitet* bezeichnet.

Der Handlungskomplex der Interventionsfehlerbewertung ist mit WBTI *wirkungsgeleitet*.

Ein Thema, das hier nicht weiterverfolgt wird, ist, welchen Qualitäts- und Gütekriterien Handlungspläne gerecht werden müssen, um wissenschaftliche Standards zu erfüllen. Es ist ein Leichtes, einen Handlungsplan grob zu skizzieren, wie hier im Beitrag geschehen, jedoch anspruchsvoll, sie zu ausgereiften Verfahren zu entwickeln, wie das etwa beim Conjecture Mapping der Fall ist.

4.0 Metagestaltungshandeln

DBR wird als Forschungsansatz vielfach aus der Sicht der Gestaltung des Gestalthandelns thematisiert. Abb. 7 zeigt die Metagestaltungsebene des Handelns. Der Handlungsplan zur Umsetzung von Handlungsplänen der Gestaltungsebene heiße in namentlicher Abgrenzung „Handlungsstrategie“. Ebenso werde die Abstraktionsebene der Handlungsschemata auf der Metaebene als Handlungsfelder bezeichnet. Handlungsstrategien sind also ebenso Handlungspläne, wie Handlungsfelder Handlungsschemata sind. Der Unterschied ist ein qualitativer in der Organisation und Strukturierung des Gestalthandelns. Warum diese Ebene als „lösungsorientiert“ ausgezeichnet ist, wird sich im Laufe der Untersuchungen in diesem Kapitel herauskristallisieren.

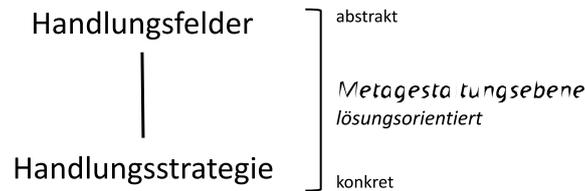


Abbildung 7: Die Metagestaltungsebene des Handelns

4.1 Handlungsstrategie und Handlungsfelder

Eine Handlungsstrategie bezieht sich auf die Organisation von Gestalthandeln und besteht aus einfachen oder umfangreicheren Handlungsplänen zur Umsetzung, Steuerung und Reflektion von Gestalthandeln. Handlungsschemata der Gestaltungsebene werden durch unabhängige und nebenläufige Handlungsfelder auf der Metaebene beobachtet und gelenkt, bewertet und reflektiert, initiiert und beendet.

Die Zerlegung der Handlungsstrategie in Handlungsfelder reduziert organisatorisches, steuerndes Handeln auf übersichtliche und handhabbare Einheiten und erlaubt die Darstellung nachvollziehbarer Abläufe. Die Bezeichnung der Handlungsfelder kann zwar per se nicht vereinfacht werden – zu groß ist das Spektrum und zu vielfältig sind die Möglichkeiten der Bedeutung dieser Felder –, aber in der Analyse wird sich doch zeigen, dass es Ähnlichkeiten vor allem in der Nomenklatur gibt.

Das Metagestaltungshandeln ist notwendig auch ein Handeln, aber kein Handeln der aktiven Gestaltung von praktischen Interventionen und der aktiven Entwicklung von forschender Theoriebildung, sondern ein grundsätzlicher angelegtes und vorgezeichnetes Handeln zur Umsetzung des Gestaltungshandelns.

4.2 Beispiele methodologischen Organisationshandelns

In den folgenden drei Unterkapiteln, Kap. 4.3, 4.4 und 4.5, wird jeweils ein DBR-Modell als Handlungsstrategie skizziert, von seinen Handlungsfeldern her betrachtet und bezüglich der Handlungsaspekte analysiert, die den Handlungsfeldern zugrunde liegen. Mit dieser Systematik können DBR-Modelle auf einer grobkörnigen Auflösungsstufe analysiert und verglichen werden. Die Untersuchung befasst sich mit dem phasengesteuerten Prozessmodell von M. W. Easterday et al. (2018), dem generischen Modell von McKenney und Reeves (2012) und dem holistischen Modell von Reinmann (2020). Kap. 4.6 stellt die derart verdichteten Modelle in ihren wesentlichen Charakteristika gegenüber.

4.3 Das phasengesteuerte Prozessmodell nach Easterday et al.

Der DBR-Prozess nach M. Easterday et al. bestand ursprünglich aus sechs iterativen, gestalterischen Phasen: Fokussiere das Problem (*focus*), verstehe das Problem (*understand*), definiere Ziele (*define*),

konzeptioniere eine Lösung (*conceive*), setze die Lösung um (*build*), teste die Lösung (*test*) (M. Easterday et al., 2014, S. 319 ff.). Später ergänzten die Autoren das Modell um eine weitere Phase (*present*) (M. W. Easterday et al., 2018). Abb. 8 zeigt das phasengesteuerte Prozessmodell im Überblick. Das Prozessmodell ist eine Handlungsstrategie, deren logischer Verlauf im Bild von links nach rechts erfolgt, jedoch Rücksprünge zu früheren Phasen erlaubt. In den Rücksprüngen deutet sich das notwendige Steuerungshandeln an.

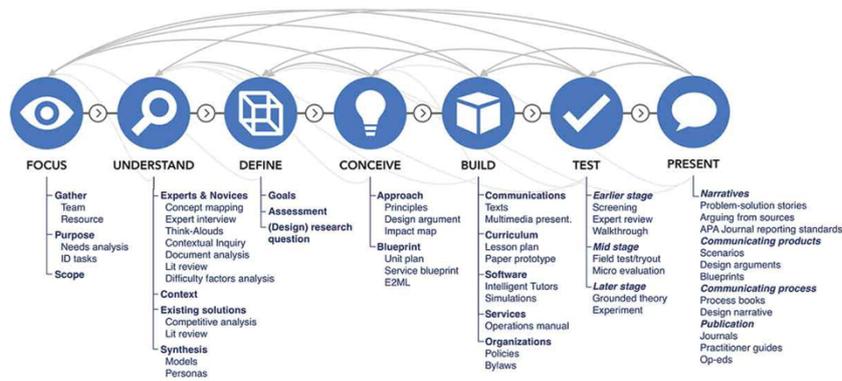


Abbildung 8: Das Prozessmodell nach M. W. Easterday et al. (2018, S. 138, Fig. 1)

Das Praktische an der Darstellung in Abb. 8 ist, dass es sich bereits um eine Darstellung der Handlungsfelder dieser Handlungsstrategie handelt mit den von M. W. Easterday et al. gewählten Bezeichnungen für die Phasen. Zu diesen Phasen kann man wiederum versuchen, ein Schema abzuleiten, das diese Phasen prägt – der hohe Abstraktionsgrad macht eine solche Zuordnung zwar nicht leicht und nicht immer eindeutig, aber es kann einen Zugang zur Analyse der Handlungsstrategie vermitteln.

Zur Schemaanalyse der Handlungsfelder seien folgende Zuordnungen zu den vier Aspekten einer Handlung gemacht: Die Phase des Focus stufe ich von ihrem Kernanliegen als Intervention ein, die Phasen von Understanding und Define jeweils als Theorie, das Conceive als die Konzeption von Wirkungen, das Build als Intervention, den Test als Beobachtung und das Present als Intervention. Der logische Hauptstrang des Phasenmodells ergibt sich dann zu einem Schema $I \rightarrow T \rightarrow T \rightarrow W \rightarrow I \rightarrow B \rightarrow I$. Das oben erwähnte Steuerungshandeln regelt die Rücksprünge in den Phasen und das Auslösen der entsprechenden mit der Phase geplanten Handlungskomplexe der Gestaltungsebene.

Den Rahmen kann man etwas verkürzen und verdichten. Die Focus-Phase dient einer grundlegenden Projektkonstitution, die Present-Phase läutet das Projekt aus. So bleibt nach einer Stabilisierung des Focus und vor dem Projektabschluss ein Schema der Gestalt $(I) \rightarrow TT \rightarrow W \rightarrow I \rightarrow B \rightarrow (I)$ übrig, also im Kern ein $T \rightarrow W \rightarrow I \rightarrow B$. Dieses Schema auf der Organisationsebene ist nach der Klassifizierung von Handlungsschemata als klassisch theoriefundiert zu bezeichnen.

In dem Prozessmodell beschreibt eine Phase die Ziele für verschiedenste zum Einsatz kommende Methoden (M. Easterday et al., 2014, S. 317); die textuellen Anmerkungen in Abb. 8 vermitteln eine Idee davon; darunter fallen z. B. auch qualitative und quantitative Methoden der Sozialforschung (S. 321). Methoden werden als Subprozesse verstanden, die ebenfalls gemäß des generischen Prozessmodells alle Phasen durchlaufen (S. 321). Das Modell von M. W. Easterday et al. (2018) thematisiert damit als einziges der hier vorgestellten explizit Handlungsebenen, die hier zweistufig als Gestaltungshandeln und Metgestaltungshandeln abgebildet sind.

4.4 Das generische Modell nach McKenney & Reeves

Das generische Modell von McKenney und Reeves (2012) hat drei Hauptphasen, wobei jede Phase in einem Mikrozyklus sowohl zur Praxisentwicklung wie auch zur Theoriebildung beiträgt (S. 76-82). Das drückt sich in Abb. 9 durch die Begriffspaare aus. In der ersten Phase links geht es um ein Problemverständnis, sowohl in analytisch-theoretischer wie auch explorativ-praktischer Hinsicht. In der zweiten Phase in der Mitte geht es um die Entwicklung von vorläufigen Lösungen durch deren Entwurf einerseits und deren Umsetzung andererseits. Um eine Bewertung der Nützlichkeit einer Lösung und um eine Reflexion der erreichten Erkenntnisse geht es in der dritten Phase. All diese Phasen inkl. der Phase zur Interventionsreife und Theorieentwicklung beziehen sich auf ein Realisierungshandeln: das obere, graue Dreieck in Abb. 9, das im Laufe der Zeit zunehmend bestimmter, da fundierter und gesicherter wird. Mesozyklen bilden, ähnlich zu M. W. Easterday et al. (2018), bedarfsweise Teildurchläufe oder einen Gesamtdurchlauf der Phasen von links nach rechts ab. Ein Makrozyklus umfasst alle Mesozyklen, die ein DBR-Projekt im Laufe der Zeit durchläuft. In jüngerer Zeit hat sich die Sprachregelung geändert: McKenney und Reeves (2019) sprechen nunmehr von Subzyklen.

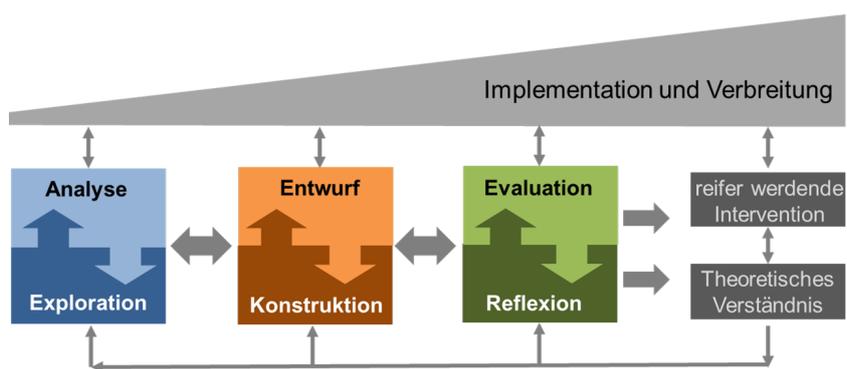


Abbildung 9: Das generische Modell von McKenney und Reeves, Fig. 3.3 (2012, S. 77); hier in Nachzeichnung und deutscher Übersetzung

Das Modell von McKenney und Reeves fällt durch seine verschränkten wie auch nebenläufigen Handlungsstrategien auf. Es folgt auch hier der Versuch, die Phasen dieser Handlungsstrategie (wiederum als Handlungsfelder verstanden) Handlungsaspekten zuzuordnen: Die

Analyse wie auch die Exploration ordne ich beide dem Aspekt der Beobachtung zu, Design und Konstruktion dem Wirkungsaspekt, Evaluation und Reflektion wiederum der Beobachtung – die Aspekt-Kohärenz in den Phasen halte ich für beabsichtigt. Die dunkelgrauen Kästchen rechts stehen einerseits für den Aspekt der Intervention, andererseits für den der Theorieentwicklung. Das Bild reduziert sich unter Vernachlässigung der Rückbezüge und der Verschränkung zu folgendem Schema:

$$B \rightarrow W \rightarrow B \rightarrow I$$
$$B \rightarrow W \rightarrow B \rightarrow T$$

Ausgehend von Beobachtungs- und Wirkungshandeln werden eine Intervention und ein Theorieverständnis entwickelt, die dann – je nachdem, ob die Organisation des Theoriehandelns oder des Interventionshandelns vorherrschend ist, als TI- bzw. IT-Schema die nächste Iteration einleiten, die sich dann mit den verschränkten Phasen vom Schema $B \rightarrow W \rightarrow B$ fortsetzt. Die Handlungsstrategie von McKenney und Reeves zeichnet sich durch eine Verschränkung aus, die gleichermaßen theorie- und interventionsgeleitet ist und diesen Verschränkungsmodus durchgehend mitdenkt. Das weicht deutlich von dem Schema ab, das M. W. Easterday et al. (2018) vermitteln.

4.5 Das holistische Modell von Reinmann

Das holistische Modell von Reinmann (2020) geht von sogenannten semantischen Feldern aus – in Abb. 10 im Außenring mit Zielfindung, Entwurf, Entwicklung, Erprobung, Analyse bezeichnet –, die nicht als Phasen oder Prozesse zu verstehen sind, sondern bestimmte Forschungsaktivitäten bündeln und DBR in seiner Struktur fassen; das Vorgehen ist damit so offen wie nur irgend denkbar und bedarf deshalb keiner expliziten Vorgabe. Diese semantischen Felder sind stets im Kernanliegen von DBR zu sehen (der Identitätskern im Bild), sowohl an Reife und Praktikabilität zunehmende Interventionen zu entwickeln (praktisches Ziel) wie auch Wissen über deren Einsatzmöglichkeiten und Wirkungsweisen aufzubauen (theoretisches Ziel) (S. 4).



Abbildung 10: Das holistische DBR-Modell nach Reinmann (2020, S. 5, Abb. 2)

Reinmann nimmt an, dass diese Struktur im Hintergrundbewusstsein von DBR-Forschenden präsent ist (S. 4). Im konkreten Handeln, einem sogenannten Handlungsfeld, richten Forschende ihren Fokus auf zwei benachbarte semantische Felder aus, zwischen denen sich ihr Handeln hin und her bewegt – im Bild durch Oszillationskreise dargestellt; nicht zu vergessen ist das stets verfolgte Kernanliegen von Interventionsentwicklung und Theoriebildung (S. 4-6). Experten und DBR-Erfahrene können ihren Fokus auf einen Handlungsraum über sogenannte Spielfelder ausdehnen. Ein Spielfeld erstreckt sich über drei benachbarte semantische Felder und nimmt das mittlere semantische Feld als schwerpunktmäßige Ausrichtung (S. 6-8).

Interessant ist, dass Reinmann das Handlungsfeld anders konstruiert. In den vorigen Modellen waren das, was Reinmann semantische Felder nennt, als Phasen bezeichnete Handlungsfelder. Reinmann versteht ein Handlungsfeld als Handlungsmix von semantischen Feldern. Unter Berücksichtigung dieses etwas anderen Verständnisses eines Handlungsfelds stellt sich das Schema der Handlungsstrategie wie folgt dar:

I/T → Schemamix zweier/dreier benachbarter semantischer Felder → I/T

Der Identitätskern ist hierbei mit der Interventionsentwicklung und der Theoriebildung als I und T abgebildet. Die Oszillationskreise betonen deutlich, wie I und T nicht nur, aber mindestens am Anfang und am Ende eines Abschnitts in der Handlungsstrategie stehen.

Darin drückt sich zwar anders als bei McKenney und Reeves (2012), aber so doch in der Intention die gleiche deutliche Interventions- und Theorieausrichtung aus. Während McKenney und Reeves Phasen in Paarungen von Theorie- und Interventionsentwicklung als entscheidend annehmen, unterstellt Reinmann die Theorie- und Interventionsentwicklung als bedeutsam für jedes Handlungs- bzw. Spielfeld in seiner Überdeckung von zwei bzw. drei semantischen Feldern. Darin

kommen unterschiedliche Antriebskräfte und in der Theorie- und Praxisentwicklung unterschiedlich genutzte Spannungspotenziale zum Ausdruck. Was dem Modell von M. W. Easterday et al. und McKenney und Reeves gemeinsam ist, ist die gedankliche Ausrichtung an einem Phasenmodell, das trotz aller erdenklichen Rücksprünge logische Abfolgen vorzeichnet. Das Organisationsmodell ist einem Vorgehen in Phasen unterworfen. Ganz anders bei Reinmann, wo das Hintergrundbewusstsein der Forschenden zum Steuerungsinstrument wird, was erfahrungsgeleitete und sehr individuelle Handlungspfade erlaubt. Reinmann bricht auf diese Weise mit einem Prozessmodell und propagiert ein situativ angelegtes Entwicklungsmodell von Handlungspfaden. Da Handlungs- und Spielfelder mehrere semantische Felder erfassen, bilden sich von selbst Überlappungen und Anschlüsse spätestens mit der Zuwendung zum dritten Handlungs- bzw. zweiten Spielfeld heraus. Dabei entstehen erwartbar Spannungen in semantischen Feldern, die aufgelöst werden müssen in Bezug auf die Interventions- und Theoriebildung und das weitere Vorgehen.

4.6 Gegenüberstellung der DBR-Modelle

Die Analyse ließe sich auf weitere Handlungsstrategien zu DBR ausweiten. Die drei vorgestellten Strategien mögen genügen, um einige Beobachtungen daraus abzuleiten.

Alle drei Modelle sind handlungsorientiert und kennen Phasen (bei Reinmann semantische Felder genannt), die mehr oder minder gleich lauten oder aufeinander abbildbar sind. Diese Handlungsphasen sind Varianten dessen, was seit den 1950er Jahren bekannt ist als Phasen des problemlösenden Handelns (Funke, 2003, S. 96-98), was z. B. die Ingenieursdisziplinen als Entwicklungssystematik übernommen haben. Im Design firmieren solche Problemlösungsmodelle als Gestaltungsprozesse (Hohl, 2019, S. 40-42). Man kann also festhalten, dass alle drei Modelle gestaltungsbasierte Forschung als problemlösendes Handeln organisieren. Aus diesem Grund ist die Metagealtungsebene, siehe Abb. 7, als lösungsorientiert gekennzeichnet.

Obwohl alle drei Modelle mit den Phasen der Problemlösung arbeiten, gehen sie unterschiedlich damit um. M. W. Easterday et al. setzen mit jeder Phase Handlungspläne um, die ausschließlich im Zeichen dieser Phase stehen. McKenney und Reeves kombinieren Phasen der Problemlösung zu Spannungsfeldern von Interventionsreife und Theorieausbildung; dahinter steht die Annahme zweier verschränkter Problemlöseprozesse, nämlich eines Design- und eines Theorieproblems. Reinmann hält Problemlösung nur entwickelbar im geteilten Fokus des Handelns im Kontext von zwei oder drei Problemlösungsphasen; bei ihr sind alle Phasen gleichermaßen im Problemlöseprozess eines Design- und Theorieproblems involviert.

Alle drei Modelle zeigen sich gleichermaßen offen gegenüber den einsetzbaren Methoden. Empirische Methoden sind ebenso wenig ausgeschlossen wie theoriebildende und designorientierte Methoden; mal gibt es gewisse methodische Zuordnungsversuche wie bei M. W. Easterday et al. und McKenney und Reeves, mal wird dies für

unpraktikabel gehalten wie bei Reinmann (2020, S. 9). Die Modelle unterscheiden sich insofern im methodischen Anleitungscharakter.

Das Modell von M. W. Easterday et al. verortet die Theoriebildung in einer speziellen Phase: „Design researchers usually make their primarily theoretical contribution by developing design models in the conceive phase [...]“ (2018, S. 142) Das erklärt auch das einsträngig ausgelegte Prozessmodell, das hauptsächlich von der Intervention als Problemlösung gedacht ist. Das steht im Kontrast zu den anderen beiden Modellen, die die Interventionsentwicklung und Theoriebildung in einem Prozess der kontinuierlichen Auseinandersetzung sehen.

M. W. Easterday et al. und McKenney und Reeves sind Prozessmodelle, die zwar Rücksprünge erlauben, aber dennoch als logische Abfolgen gedacht sind, was sich daran zeigt, dass keine Phasen „vorwärts“ übersprungen werden können. Im Gegensatz dazu präsentiert sich das Modell von Reinmann als Strukturmodell, das beliebige Handlungspfade zulässt und die Entscheidung den Forschenden nach Bedarf und Einschätzung überlässt – wenngleich der Problemlösekomplex als Ganzes erfasst und behandelt sein muss. Während die ersten beiden Modelle die Bahnen des Steuerungshandelns vorgeben, ist das Modell von Reinmann auf die Dokumentation der Verlaufshistorie und der Entscheidungsprozesse angewiesen.

5.0 Zum Abschluss: Das Modell des Gestaltungshandeln

In den letzten drei Kapiteln kamen drei Ebenen des Handelns vor: Für die Grundlegung der ersten Ebene, die Realisierungsebene, wurde, ausgehend von einem funktionalen Modell der Handlung, die Idee der Handlungsaspekte entwickelt. Die Idee der Handlungsaspekte ist wesentlich für die zweite Ebene, das Gestaltungshandeln, um Handlungsweisen zusammen mit den Handlungsaspekten als Handlungsschemata zu fassen, die Handlungspläne abstrahieren. Die dritte Ebene des Metagestaltungshandelns spiegelt die Ebene des Gestaltungshandelns wider, es werden jedoch zur besseren sprachlichen Zuordnung andere Begriffe (Handlungsstrategie und Handlungsfelder) verwendet.

Abb. 11 stellt diese Ebenen in einem Gesamtmodell des Gestaltungshandelns dar. Das Modell ordnet den Handlungsbegriff in einen gestaltungsbasierten Zusammenhang im Sinne von DBR ein, womit eine Unterscheidung in die genannten Ebenen einhergeht: Es gibt die Gestaltungsebene, eine „darunter“ liegende Realisierungsebene und eine „darüber“ liegende Metagestaltungsebene. Die drei ausgewiesenen Ebenen sprechen dem Handeln verschiedene konzeptuelle Verfasstheiten zu (Ziel-, Zweck- und Lösungsorientierung) und sie haben jeweils einen konkreten und einen abstrakten Anteil. Die Ebenen benötigen eine Verbindung, einen Zusammenhang, denn ansonsten bleiben sie untereinander bezugslos. Diesen Zusammenhang sehe ich durch die Erklärung von Handlungsgründen gegeben, die die Struktur von Handlungen abbildet auf eine Struktur von Handlungsgründen und zwar in der gegenseitigen Bezugnahme und Verflechtung. Den einen Erklärungskomplex, der die Metagestaltungsebene mit der Gestaltungsebene zusammenbringt, nenne ich Methodologie, den anderen,

der die Gestaltungsebene mit der Realisierungsebene zusammenbringt, Methode.

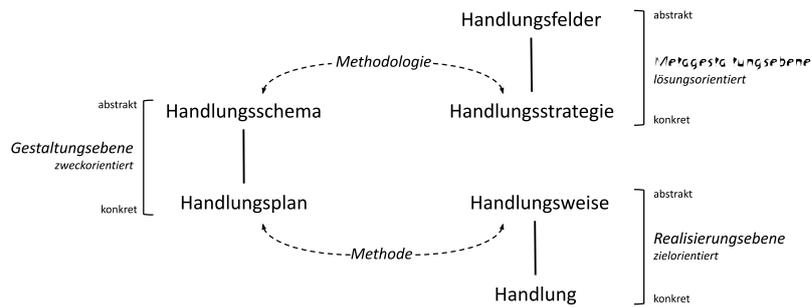


Abbildung 11: Modell des Gestaltungshandelns

In beiden Erklärungskomplexen geht es darum, Handlungen in ihrer Doppelnatur von Handlungsgründen zu begreifen und zu verstehen (Quante, 2020): Einerseits können Handlungen *kausal* aus der Beziehung von Ursache und Wirkung erklärt werden, andererseits *intentionalistisch* dadurch, „dass der Sinn einer Handlung durch Bezug auf eine Regel verständlich gemacht wird“ (S. 99). Kausale Erklärungen beziehen sich auf Handlungen, und zwar aus der „Perspektive *post festum*, d. h. nach Ausführung der Handlung“, während sich intentionale Erklärungen auf eine „Perspektive *ex ante*, d. h. vor Ausführung der Handlung“ und somit „immer auf Handlungsweisen“ beziehen (S. 147, H. i. O.).

Die Methodologie ist demnach als ein Erklärungskomplex zu verstehen, dessen Aufgabe es ist, das Handeln auf Metagestaltungsebene und auf Gestaltungsebene in einen intentionalen *und* kausalen Bezug zu setzen. Für DBR heißt das beispielhaft: Ein Gestaltungsprinzip erklärt intentional die Wahl eines Handlungsschemas, und eine empirisch gewonnene Einsicht erklärt kausal das strategische Handeln. Das ist zwar sehr vereinfacht, pointiert aber das Prinzip des Erkennens durch Verändern (Reinmann, 2019) als methodologischen Kern von DBR. Im Grunde gilt das nicht anders für Methoden, die Erklärungskomplexe sind, deren Aufgabe es ist, das Handeln auf Gestaltungs- und Realisierungsebene in einen intentionalen und kausalen Bezug zu setzen.

Es besteht in einem DBR-Forschungsvorhaben grundsätzlich die Notwendigkeit, die Konsistenz und Qualität der methodischen und methodologischen Erklärungskomplexe im Laufe der Zeit herzustellen – das ist Teil der wissenschaftlichen Theoriebildung und Forschungsarbeit und vielleicht das auffälligste Charakteristikum gestaltungsbasierter Forschung. Es ist das Gestalthandeln, das eine Abstimmung des Methodischen mit dem Methodologischen, d. h. dieser beiden Erklärungskomplexe forciert. Für die praxisgeleitete Forschung in Kunst, Design und Architektur gibt es die Auffassung, dass es Teil der akademischen Forschung ist, eine dem Forschungsgegenstand und der Forschungsfrage angemessene Methodologie zu finden oder zu entwickeln, was Einfluss nimmt auf die Methodenwahl; andererseits geht

die praxisbasierte Forschung eher von Methoden aus, was eine passende Methodologie erfordert (Hohl, 2019, S. 23-25, 35-38). Wenn man die Begriffe von Methodologie und Methode als Erklärungskomplexe versteht, dann ist die Methodologie wie auch die Methode etwas, was im Laufe der Zeit aus der Wahl, Anwendung, Abänderung, Entwicklung oder Schöpfung von Handlungsstrategien und Handlungen erwächst.

In diesem Sinne ist jedes DBR-Projekt in der Notwendigkeit, eine je nach Forschungsumfeld (z. B. hochschuldidaktisch, schul-, berufs- und wirtschaftspädagogisch), Forschungskontext und individuellen Gegebenheiten passende Wahl von Handlungsstrategien und Handlungsplänen zu treffen und diese Auswahl und Abstimmung aufeinander als Teil des Forschungsprozesses in der methodischen und methodologischen Reifung zu verstehen. Und das bedeutet aus Sicht der Gestaltungsebene zweierlei: sich einmal in der Brücke zur Realisierungsebene stets methodisch und in der Brücke zur Metagestaltungsebene stets methodologisch erklären zu müssen.

Die Qualität von DBR als methodologisches Rahmenwerk besteht darin, die methodologischen Erklärungskomplexe nicht mitzuliefern – die erst im Rahmen der Ausführung eines DBR-Projekts entstehen können –, aber sehr wohl verschiedenste Handlungsstrategien und Handlungspläne bereitzustellen.

6.0 References

- Akker, J. van den. (1999). Principles and Methods of Development Research. In J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen & T. Plomp (Hrsg.), *Design Approaches and Tools in Education and Training* (S. 1–14). Springer.
- Auferkorte-Michaelis, N. & Weihofen, K. (2012). Das UDE-Mentoring-System – Eine erste Zwischenbilanz. *Personal- und Organisationsentwicklung in Einrichtungen der Lehre und Forschung*, 7(3), 83–88.
- Bakker, A. (2018). *Design research in education: A practical guide for early career researchers*. Routledge.
- Banse, G., Grunwald, A., König, W. & Ropohl, G. (Hrsg.). (2006). *Erkennen und Gestalten: Eine Theorie der Technikwissenschaften*. Edition Sigma. <https://doi.org/10.5771/9783845267166>
- Baumgartner, E., Bell, P., Brophy, S., Hoadley, C., Hsi, S., Joseph, D., Orrill, C., Puntambekar, S., Sandoval, W. & Tabak, I. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Burda-Zoyke, A. (2017). Design-Based Research in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik – Rezeption und Umsetzungsvarianten. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*(33). https://www.bwpat.de/ausgabe33/burda-zoyke_bwpat33.pdf
- Chow, R. (2012). Relation between Abduction and Analogy. In Präsident der Fachhochschule Lübeck (Hrsg.), *Öffnungszeiten*.

- Papiere zur Designwissenschaft: 26/2012. ARS MAGNA - Design als Problemlöser?* (S. 56–61). Kassel University Press.
- Donner-Banzhoff, N. (2014). Der Pseudo-Fehler in der Medizin -- paradoxe Gefährdungen für Patienten. *Zeitschrift für Allgemeinmedizin (ZfA)*, 90(5), 200–206.
- Easterday, M., Rees Lewis, D. & Gerber, E. (2014). Design-based research process: Problems, phases, and applications. In J. L. Polman, E. A. Kyza, D. K. O'Neill, I. Tabak, W. R. A. Penuel, S. Jurow, K. O'Connor, T. Lee & L. D'Amico (Hrsg.), *Learning and Becoming in Practice.: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2014* (Vol. 1, S. 317–324). International Society of the Learning Sciences, Inc [ISLS].
- Easterday, M. W., Lewis, D. G. R. & Gerber, E. M. (2018). The logic of design research. *Learning: Research and Practice*, 4(2), 131–160. <https://doi.org/10.1080/23735082.2017.1286367>
- Ebner von Eschenbach, M. (2019). *Relational Reframe: Einsatz einer relationalen Perspektive auf Migration in der Erwachsenenbildungsforschung* [354 Seiten]. Velbrück Wissenschaft.
- Ebner von Eschenbach, M. & Schäffter, O. (Hrsg.). (2021). *Denken in wechselseitiger Beziehung: Das Spectaculum relationaler Ansätze in der Erziehungswissenschaft*. Velbrück Wissenschaft.
- Euler, D. (2014). Design-Research - a paradigm under development. In D. Euler & P. F. E. Sloane (Hrsg.), *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik Beiheft: Bd. 27. Design-Based Research* (S. 15–41). Franz Steiner Verlag.
- Fahr, U., Kenner, A., Angenent, H. & Eßer-Lühhausen, A. (Hrsg.). (2022). *Hochschullehre erforschen: Innovative Impulse für das Scholarship of Teaching and Learning*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-34185-5>
- Funke, J. (2003). *Problemlösendes Denken. Standards Psychologie*. Kohlhammer.
- Herzberg, D. (2022, im Druck). Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung und das Transparenzproblem: Eine Analyse und ein Lösungsvorschlag. In T. Schmohl & A. Watanabe (Hrsg.), *Hochschulbildung: Bd. 4. Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung: Chancen und Grenzen des KI-gestützten Lernens und Lehrens*. Transcript.
- Hohl, M. (2019). *Wissenschaftliches Arbeiten in Kunst, Design und Architektur: Kriterien für praxisgeleitete Ph.D.-Forschung. Grundlagen: Band 91*. DOM publishers.
- Huber, L. (2018). SoTL weiterdenken! Zur Situation und Entwicklung des Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) an deutschen Hochschulen. *Das Hochschulwesen (HSW)*, 66(1+2), 33–41.
- Koerfer, A. & Albus, C. (2015). Dialogische Entscheidungsfindung zwischen Arzt und Patient. In A. Busch & T. Spranz-Fogasy (Hrsg.), *Handbuch Sprache in der Medizin*. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110296174-007>
- Kornmesser, S. & Büttemeyer, W. (2020). *Wissenschaftstheorie: Eine Einführung. Lehrbuch*. J.B. Metzler. <http://swbplus.bsz-bw.de/bsz166688670xcov.htm>

- Kornwachs, K. (2012). *Strukturen technologischen Wissens: Analytische Studien zu einer Wissenschaftstheorie der Technik*. Edition Sigma.
- Loh, A., Simon, D., Niebling, W. & Härter, M. (2005). Patientenbeteiligung bei medizinischen Entscheidungen. *Zeitschrift für Allgemeinmedizin*, 81(12), 550–560. <https://doi.org/10.1055/s-2005-918235>
- McKenney, S. & Reeves, T. C. (2012). *Conducting Educational Design Research*. Routledge.
- McKenney, S. & Reeves, T. C. (2019). *Conducting Educational Design Research* (2. Aufl.). Routledge.
- Nelson, H. G. & Stolterman, E. (2014). *The Design Way: Intentional Change in an Unpredictable World* (2. Aufl.). MIT Press.
- Poser, H. (2012). *Wissenschaftstheorie: Eine philosophische Einführung* (2. Aufl.). Reclams Universal-Bibliothek: Bd. 18995. Philipp Reclam jun.
- Prediger, S. (2019). Theorizing in Design Research: Methodological reflections on developing and connecting theory elements for language-responsive mathematics classrooms. *Avances de Investigación en Educación Matemática*(15), 5–27. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i15.265>
- Quante, M. (2020). *Philosophische Handlungstheorie. utb Basiswissen Philosophie: Bd. 5242*. Wilhelm Fink.
- Reinmann, G. (2014). Entwicklung als Forschung? Gedanken zur Verortung und Präzisierung einer entwicklungsorientierten Bildungsforschung. In S. Seuffert & C. Metzger (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in unterschiedlichen Lernkulturen: Festschrift für Dieter Euler zum 60. Geburtstag* (S. 45–60). Eusl.
- Reinmann, G. (2019). Die Selbstbezüglichkeit der hochschuldidaktischen Forschung und ihre Folgen für die Möglichkeiten des Erkennens. In T. Jenert, G. Reinmann & T. Schmohl (Hrsg.), *Hochschulbildungsforschung* (S. 125–148). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20309-2_8
- Reinmann, G. (2020). Ein holistischer Design-Based Research-Modellentwurf für die Hochschuldidaktik. *EDeR. Educational Design Research*, 4(2), 1–16. <https://doi.org/10.15460/eder.4.2.1554>
- Reinmann, G. & Sesink, W. (2014). Begründungslinien für eine entwicklungsorientierte Bildungsforschung. In A. Hartung, B. Schorb, H. Niesyto, H. Moser & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 10* (S. 75–89). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04718-4_4
- Sandoval, W. (2014). Conjecture Mapping: An Approach to Systematic Educational Design Research. *Journal of the Learning Sciences*, 23(1), 18–36. <https://doi.org/10.1080/10508406.2013.778204>
- Schürmann, V. (1994). Die Substanz der Relation: Notizen zu Ernst Cassirer. *Zeitschrift für philosophische Forschung*, 48(1), 105–116.
- Strecker, M. (1982). Handlung und Intersubjektivität. Zu den Grundlagen des Handlungsverstehens. In H. Poser (Hrsg.),

Praktische Philosophie: Bd. 17. Philosophische Probleme der Handlungstheorie (S. 147–169). Karl Alber.

Witt, C. de, Rampelt, F. & Pinkwart, N. (2020). *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung: Whitepaper*. Berlin. KI-Campus.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4063722>

Author Profile

Dominikus Herzberg ist Informatiker, Ingenieur und Bildungswissenschaftler und hat eine Professur für Informatik an der Technischen Hochschule Mittelhessen am Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik. Er forscht hauptsächlich zur Wissenschaftsdidaktik der angewandten Wissenschaften und zu Higher Education in der Informatik. Diese Forschung ist assoziiert mit dem Hamburger Zentrum für Universitäres Lehren und Lernen (HUL) an der Universität Hamburg. Herzberg ist Mitglied des DFG geförderten Netzwerks zu Design-Based Research.

Author Details

Dominikus Herzberg
Technische Hochschule Mittelhessen
Wiesenstraße 14
35390 Gießen
Germany
+49 641 309 2908
dominikus.herzberg@mni.thm.de

Editor Details

Prof. Dr. Tobias Jenert
Chair of Higher education and Educational Development
University of Paderborn
Warburger Straße 100
Germany
+49 5251 60-2372
Tobias.Jenert@upb.de

Journal Details

EDeR – Educational Design Research
An International Journal for Design-Based Research in Education
ISSN: 2511-0667
uhh.de/EDeR
#EDeRJournal (our hashtag on social media services)

Published by

Hamburg Center for University Teaching and Learning (HUL)

University of Hamburg

Schlüterstraße 51

20146 Hamburg

Germany

+49 40 42838-9640

+49 40 42838-9650 (fax)

EDeR.HUL@uni-hamburg.de

hul.uni-hamburg.de

In collaboration with

Hamburg University Press

Verlag der Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg –

Landesbetrieb

Von-Melle-Park 3

20146 Hamburg

Germany

+49 40 42838 7146

info.hup@sub.uni-hamburg.de

hup.sub.uni-hamburg.de

die hochschullehre – Jahrgang 8 – 2022 (42)

Herausgebende des Journals: Svenja Bedenlier, Ivo van den Berk, Jonas Leschke, Peter Salden, Antonia Scholkmann, Angelika Thielsch

Dieser Beitrag ist Teil des Themenheftes „Wissenschaftliches Arbeiten lehren und lernen“ (herausgegeben von Birgit Enzmann und Julia Prieß-Buchheit).

Beitrag in der Rubrik Praxisforschung

DOI: 10.3278/HSL2242W

ISSN: 2199-8825 wbv.de/die-hochschullehre



Die Bachelorarbeit in der HAW-Informatik:

Über den Verlust des Wissenschaftlichen im Sog des Praktischen, der Anwendungsorientierung und der beruflichen Praxis

DOMINIKUS HERZBERG

Zusammenfassung

Die Informatik, die an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAWs) gelehrt wird, ist die sogenannte Praktische Informatik. Diese Ausrichtung der Informatik ist bei allen formalen Grundlagen praktischer Natur, d. h. sie ist an der Praxis der Softwareentwicklung und konkreter Problemlösung ausgerichtet. Das passt besonders gut zum Profil der HAWs, die der Anwendungsorientierung und der beruflichen Praxis verpflichtet sind. Es ist jedoch zu beobachten, dass damit ein Verlust des Wissenschaftlichen einhergeht: Module zum wissenschaftlichen Arbeiten und zur Bachelorarbeit klären das Wissenschaftliche der Praktischen Informatik nicht auf, ebenso wenig tut es die Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten, und Bachelorarbeiten dokumentieren mit ihren Literaturverzeichnissen einen mangelnden Anschluss an Wissenschaft. Dieser Beitrag stellt die Untersuchungen zu diesen Beobachtungen vor und begründet die These, dass dieser Verlust des Wissenschaftlichen das Symptom einer Anpassungsleistung ist, der man – so der Vorschlag – wissenschaftsdidaktisch und durch Revision der Lehre zum wissenschaftlichen Arbeiten begegnen sollte.

Schlüsselwörter: Hochschule für Angewandte Wissenschaft; Informatik; Bachelorarbeit; Wissenschaftlichkeit; Profession; Praxis

The Bachelor's Thesis in Informatics at Universities of Applied Sciences

On the Loss of the Scientific in the Maelstrom of the Practical, Application Orientation and Professional Practice

Abstract

The programme of computer science taught at Universities of Applied Sciences (UASs) is in German terms classified as practice-oriented. This kind of computer science is practical in nature despite of its formal foundations, i. e. it is geared to the practice of software development and concrete problem solving. This fits particularly well with the profile of UASs, which are committed to application orientation and professional practice. However, it can be observed that this is accompanied by a loss of the scientific: modules on an introductory course on scientific working and on the Bachelor's thesis do not clarify the scientific nature of practical computer science, nor does the guidebook literature on

scientific working; in addition, Bachelor's theses document a lack of commitment to science with their bibliographies. This article presents the studies on these observations and substantiates the hypothesis that this loss of the scientific is the symptom of an adaptation process, which – so the proposal – should be countered by science didactics and by revising the teaching of scientific research.

Keywords: University of Applied Sciences; computer science; bachelor thesis; scientificity; profession; practice

1 Einleitung: Drei Beobachtungen zur Diskussion gestellt

In den Prüfungsordnungen der verschiedenen Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAWs) findet sich in aller Regel ein Satz wie dieser: „Die Bachelorarbeit soll zeigen, dass die Kandidatin oder der Kandidat befähigt ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Aufgabenstellung aus ihrem oder seinem Studienfach selbstständig nach *wissenschaftlichen Methoden* zu bearbeiten.“ (THM-ABBPO, 2014/21.04.2021, H. d. V.) Die Erwartung nach einer gewissen Wissenschaftlichkeit ist berechtigt und als Prüfungsanspruch verbrieft. Selbst als Hochschullehrer in der HAW-Informatik tätig, stellte ich meine zunehmende Irritation über den wissenschaftlichen Anspruch von Bachelorarbeiten fest, sowohl in der Rolle als Betreuer wie auch als Korreferent. Wie sich im Austausch und Gespräch mit Kolleginnen und Kollegen herausstellte, klagen auch diese über den Verlust wissenschaftlicher Grundlegung und Substanz, bisweilen mit dem Hinweis, dass man von einer Bachelorarbeit vielleicht auch nicht so viel erwarten dürfe. Bemerkenswerterweise blieb eine Suche nach Literatur, die diese Problematik thematisiert, ergebnislos. Eine befragte Expertenrunde aus Vortragenden bzw. Präsentierenden eines Symposiums zum wissenschaftlichen Arbeiten bestätigte das Problem als generelles Phänomen, wusste jedoch jenseits episodischer Evidenz ebenfalls keine Literatur zu benennen (Herzberg, 2022). Der Mangel an Wissenschaftlichkeit von Bachelorarbeiten scheint – was die HAW-Informatik angeht – eine Forschungslücke zu adressieren.

Mit diesem Diskussionsbeitrag möchte ich auf diese Forschungslücke aufmerksam machen und drei Beobachtungspunkte anbieten, die diesen Eindruck mangelnder Wissenschaftlichkeit von Bachelorthesen versucht durch verschiedene Untersuchungen greifbar und plausibel zu machen. Es geht um das Aufspüren von Indizien, die ich als Anstoß zu einem Diskurs verstanden wissen möchte und die zu weiteren Forschungen Anlass geben sollen. Meine These ist, dass die mangelnde Wissenschaftlichkeit von Bachelorthesen in der HAW-Informatik das Symptom einer Anpassungsleistung aller Beteiligten ist, um einerseits mit der HAW-typischen Berufs- und Anwendungsorientierung und andererseits mit einem unklaren Selbstverständnis der Informatik als Wissenschaft zurechtzukommen.

Der Begriff der „Hochschule für Angewandte Wissenschaften“ wird hier als Oberbegriff für die ehemals als Fachhochschulen bezeichnete Hochschulform verwendet (vgl. Pahl, 2018), auch wenn man nicht in allen Bundesländern dieser Umbenennung gefolgt ist; gleichwohl übersetzten sich vor der Namensreform viele Fachhochschulen im Englischen als „University of Applied Sciences“. Der Begriff der HAW ist vor allem in Abgrenzung zur Universität und zudem zu Kunsthochschulen und Pädagogischen Hochschulen zu verstehen.

Laut den verschiedenen Hochschulgesetzen der Länder unterscheidet sich der Auftrag von Universitäten und HAWs. Das sei am Beispiel des Hessischen Hochschulgesetzes (HHG, 2009/18.12.2017) erläutert: Die Weiterentwicklung der Wissenschaft durch Forschung und die Vermittlung einer wissenschaftlichen Ausbildung liegt im Aufgabenbereich der Universitäten (HHG, § 4(1)). Die wissenschaftliche Ausbildung ist ebenso Aufgabe der HAW, sie wird durch eine anwendungsbezogene Lehre, Forschung und Entwicklung „ermöglicht“ (§ 4(3)) – an dieser Stelle ist das *Wie* der Ausbildung definiert, was für die Universitäten unspezifiziert bleibt, die hingegen einen klaren Auftrag zur Weiterentwicklung der Wissenschaft haben. Die im Gesetz ebenfalls erwähnten

künstlerischen Anteile an Universitäten und HAW seien in diesem speziellen Kontext außen vor gelassen.

Das Ziel der Ausbildung ist in beiden Hochschulformen die Befähigung zur selbstständigen Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden, wobei feinsinnig zu unterscheiden ist: an einer HAW zur Anwendung *in* der beruflichen Praxis, an der Universität nicht nur, sondern *auch in* der beruflichen Praxis (§ 4). Und – so ergänzt es das Gesetz für die Universität – die Ausbildung soll neben der Anwendung außerdem die *Entwicklung* wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden zum Ziel haben (§ 4(1)).

Ansonsten unterscheiden sich die Universitäten von den HAWs dadurch, dass sie das Promotionsrecht haben (§ 4(1)), was den HAWs nur durch kooperative Verfahren mit Universitäten oder unter Auflagen befristet ermöglicht wird (§ 4(3)), dass sie die Medizinausbildung (§ 50) verantworten, und dass Professuren überwiegend oder gänzlich Forschungsaufgaben übertragen werden können (§ 61(2)). Dazu kommt laut Lehrverpflichtungsverordnung (LVVO, 2013/10.09.2013), dass Professorinnen und Professoren an Universitäten gemäß § 3 Abs. 1 eine Lehrverpflichtung von 8 Lehrveranstaltungsstunden haben, an HAWs gemäß Abs. 5 dagegen von 18 Stunden.

Im Kern sind es das Promotionsrecht, das mehr als halbierte Lehrdeputat und der nicht ausschließliche Fokus auf die Praxis, die die Universität anders als die HAW ausrichten. An der Universität schaffen sie die Potenziale und setzen sie die Ressourcen frei, um einen regulären Forschungsbetrieb auch im Sinne der Weiterentwicklung von Wissenschaft (Stichwort Grundlagenforschung) zu ermöglichen. An den HAWs steht die wissenschaftliche Ausbildung zum ausschließlichen Zweck der beruflichen Praxis im Mittelpunkt, wobei das höhere Deputat die anwendungsbezogene Lehre als Mittel zum Zweck betont und die anwendungsbezogene Forschung und Entwicklung zur Erfüllung ihres Auftrags in den Hintergrund treten lässt (vgl. Pahl & Ranke, 2020).

Das folgende Kapitel 2 spürt anhand von drei Untersuchungen nach, inwieweit das Studium der Informatik curricular einen Wissenschaftsbezug herstellt und inwiefern sich ein Verlust des Wissenschaftlichen in der ersten akademischen Abschlussarbeit, der Bachelorthesis, feststellen lässt. Kapitel 3 setzt sich mit den Gründen auseinander, die vermutlich zu den gemachten Beobachtungen beitragen: Der im Titel benannte Sog des Praktischen zusammen mit einem ungeklärten Wissenschaftsverständnis der Informatik scheint – so die These – die beobachteten Symptome als Anpassungsleistung zu zeitigen. Kapitel 4 setzt sich mit denkbaren Maßnahmen auseinander, dem Weg hin zu einer Wissenschaftsdidaktik und einer Revision der Lehre zum wissenschaftlichen Arbeiten.

2 Untersuchungen zum Wissenschaftsbezug der HAW-Informatik

Dieses Kapitel stellt drei Untersuchungen vor, die sich mit drei Perspektiven des Bezugs zur Wissenschaft befassen: (1) curricular durch eine Analyse der Modulbeschreibungen, (2) durch die in den Modulen empfohlene Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten und (3) in Hinsicht auf den disziplinären Wissenschaftsanschluss, den eine Bachelorthesis durch das Literaturverzeichnis zu erkennen gibt. Die Untersuchungen sind in Herzberg (2019) ausführlich dokumentiert und dargestellt – hier folgt eine Übersicht zusammen mit den gewonnenen Einsichten. Das Kapitel startet mit einer Klärung, was mit der HAW-Informatik gemeint ist, zudem sich die ersten beiden Untersuchungen auf ein deutschlandweites Sample von Informatik-Studiengängen an HAWs beziehen.

2.1 Vorbemerkung: Was ist mit HAW-Informatik gemeint?

Die Informatik teilt sich klassisch auf in vier Disziplinen: die Theoretische, Praktische, Technische und Angewandte Informatik (Gumm & Sommer, 2013, S. 1–3; Rechenberg, 2000, S. 19–22) – diese Einteilung ist nicht in allen Ländern üblich, aber in Deutschland und Österreich gängig (Rechenberg, 2000, S. 301). An HAWs findet sich die Theoretische Informatik zwar als Lehrfach, sie ist als Disziplin und damit als Lehrstuhl den Universitäten vorbehalten, Gleiches gilt für die Theoretische Informatik mit ihrer Nähe zur Mathematik. Die Technische Informatik, die sich – vereinfacht gesagt

– mit dem Computer als Hardware und hardware-naher Programmierung befasst, manifestiert sich an HAWs tendenziell in Studiengängen wie der Ingenieurinformatik. Unter dem Sammelbegriff der Angewandten Informatik finden sich die interdisziplinären „Informatiken“ wieder (auch Bindestrich-Informatiken genannt), wie z. B. die Bioinformatik, die Medien-, die Medizin- oder die Wirtschaftsinformatik – eine Vielfalt, die umfassend von HAWs durch entsprechende Studiengänge bedient wird. Bleibt die Praktische Informatik, die meist als grundständige Informatik an HAWs als Studienfach angeboten wird und die in diesem Text als HAW-Informatik bezeichnet wird. In der Praktischen Informatik geht es um das Programmieren im Kleinen (Algorithmen und Datenstrukturen) und im Großen (Softwaretechnik, engl. *Software Engineering*), dem Programmieren an sich, um Programmiersprachen und ihre Übersetzung auf konkrete Rechenumgebungen (Compilerbau und Betriebssysteme), und es wird der Vernetzung von Computern (Rechnernetze und verteilte Systeme) und der Bedeutung der Interaktion mit Menschen (Mensch-Maschine-Kommunikation) Rechnung getragen, vgl. Rechenberg (2000, S. 19–22).

Die HAW-Informatik ist also gleichzusetzen mit Bachelor-Studiengängen der Praktischen Informatik, die sich in der Regel namentlich schlicht als „Informatik“ ausweisen (Herzberg, 2019, S. 17 f.).

2.2 Erste Untersuchung: Wissenschaftsbezug in Modulbeschreibungen

Die erste Untersuchung betrachtete deutschlandweit, inwieweit das Wissenschaftliche in den Modulhandbüchern der Informatik-Studiengänge an HAWs explizit thematisiert wird. Von 49 ermittelten Studiengängen gingen schlussendlich 31 Informatik-Studiengänge in die Studie ein. Ausgewertet wurden die Modulbeschreibungen zur Bachelorarbeit, die Modulbeschreibungen, die sich inhaltlich hauptsächlich oder teilweise mit dem wissenschaftlichen Arbeiten auseinandersetzen (ein solches Modul wird lediglich von der Hälfte (15) der Studiengänge angeboten), und all die Module, in denen das Schlüsselwort „Wissenschaft“ bzw. „wissenschaftlich“ vorkommt. Ziel war es, den in den Modulbeschreibungen explizit hinterlegten Wissenschaftsbezug herauszuarbeiten (Herzberg, 2019, S. 17–33).

Es zeigt sich, dass es so gut wie keine Module außerhalb der Bachelorarbeit und zum wissenschaftlichen Arbeiten gibt, die das Wort „wissenschaft(lich)“ verwenden. In den wenigen Fällen, wo es verwendet wird, ist sein Gebrauch beiläufig und ohne vertiefende Bezüge. Auffällig ist, wie wenig Inhaltliches in den einzelnen Modulbeschreibungen zur Bachelorarbeit bzw. zum wissenschaftlichen Arbeiten vorzufinden ist. Erst eine Synthese über die 31 Studiengänge hinweg hilft herauszuarbeiten, was sich über die vielen Andeutungen in Summe als Wissenschaftsverständnis abzeichnet. Die angewendete Form der qualitativen Inhaltsanalyse (Hugl, 1995; Mayring, 2015) kommt einem Destillationsverfahren gleich, diese geringen Anteile der Aussagen und Inhalte zur Beschäftigung und Reflexion von Wissenschaft aus den Modulbeschreibungen herauszutrennen und als Gesamtbild zugänglich zu machen.

Zusammengefasst lässt sich sagen: Die Modul Inhalte zur Bachelorarbeit formulieren eine Erwartungshaltung an die Thesis, die man als lösungsorientiert und im Sinne der Softwaretechnik als ingenieurmäßig bezeichnen kann; ein praxisbezogenes, informatisches Problem soll zielorientiert gelöst werden, wobei eine gewisse Originalität und Selbstständigkeit in der Bearbeitung und eine Anwendung der Studieninhalte eingefordert wird. Ungeklärt bleibt, was Wissenschaft in der (Praktischen) Informatik ist. Nur zwei der Module zum wissenschaftlichen Arbeiten behandeln die Frage „Was ist Wissenschaft?“. Ansonsten befassen sich die Module zum wissenschaftlichen Arbeiten mit den Inhalten, den Stil- und Arbeitsformen des wissenschaftlichen Arbeitens und den Formalien, ohne das Spezielle der Informatik in den Blick zu nehmen. Nach der Papierlage der Modulbeschreibungen deutscher Bachelor-Studiengänge der Informatik (an HAWs) besteht der Wissenschaftsbezug in einer Kompetenz von Lösungsorientierung mit Ingenieursmethode.

2.3 Zweite Untersuchung: Ratgeberliteratur ohne Bezug zur HAW-Informatik

Modulbeschreibungen halten sich kurz, es ist nicht Sinn und Zweck, darin ein Curriculum in Fülle zu entfalten. Dort ein Wissenschaftsverständnis der Informatik in aller Tiefe ausgebreitet vorzufinden, das wäre eine überzogene Erwartung. Man darf davon ausgehen, dass die Modulbeschreibungen in den Informatik-Studiengängen auf eine vielfältige Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten verweisen, die das Bild zum wissenschaftlichen Arbeiten in der Informatik komplettieren. Eine zweite Untersuchung wertete die Modulbeschreibungen der 31 Studiengänge nach der Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten aus. Die Ermittlung und Auszählung der empfohlenen Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten erfolgte quantitativ. Die Fragestellung ist, inwiefern das wissenschaftliche Arbeiten fachbezogen und vor dem Hintergrund eines HAW-Kontextes abgeholt wird.

Oft gibt es in den Modulbeschreibungen keine Literaturempfehlungen, wenn, dann bleibt es nicht bei einer Quelle, es sind meist zwei, drei Werke angegeben. In Tabelle 1 sind alle in den Modulen empfohlenen Werke aufgelistet. Die Anzahl (Anz.) der Empfehlungen pro Titel ergibt sich aus der Anzahl der Verweise pro Studiengang; mehrfache Empfehlungen eines Titels in mehreren Modulen eines Studiengangs werden einfach gezählt. Angaben zum Erscheinungsjahr sind nicht angegeben, da häufig unterschiedliche Auflagen referenziert werden. Die Zuordnung des Hintergrunds von Autorinnen und Autoren bzw. Autorenkollektiven gestaltet sich in einigen Fällen schwierig, da akademischer Lebenslauf, die besetzte Professur (die meisten Hauptautorinnen bzw. -autoren haben eine Professur inne) und aktuelle Forschungsgebiete bisweilen voneinander abweichen und schwer unter ein, zwei Fachbegriffen zu fassen sind.

Tabelle 1: Empfohlene Ratgeberliteratur in Modulen zur Bachelorarbeit, zum Wissenschaftlichen Arbeiten und weiteren, sonstigen Modulen

Titel	Autorinnen und Autoren	Hintergrund	Anz.
Wissenschaftliches Arbeiten	Balzert, Schröder, Schäfer	Informatik	8
Wissenschaftliches Arbeiten	Bänsch, Alewell	BWL	1
The Craft of Research	Booth, Colomb et al.	Sprach-/Literaturwissenschaften	1
Studienarbeiten. Ein Leitfadentext ...	Deiningner, Lichter et al.	Informatik	1
Wie man eine wissenschaftliche Abschlussarbeit schreibt	Eco	Semiotik	1
Richtig wissenschaftlich schreiben	Esselborn-Krumbiegel	Germanistik	1
Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens	Franck, Stary	Erziehungswissenschaft	3
The Science of Scientific Writing (Artikel)	Gopen, Swan	Sprachwissenschaft	1
Technische Berichte	Hering, Heyne	Maschinenbau	2
Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten	Karmasin, Ribing	Medienforschung	5
Mathematical Writing	Knuth	Theoretische Informatik	1
Technisches Schreiben (nicht nur) für Informatiker	Rechenberg	Informatik	1
Wissenschaftliches Arbeiten	Rossig	Wirtschaftswissenschaft	1
Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten	Sesink	Pädagogik	2
Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken	Stickel-Wolf, Wolf	Pädagogik, BWL	1
Wissenschaftliches Arbeiten	Theisen	BWL	1

(Fortsetzung Tabelle 1)

Titel	Autorinnen und Autoren	Hintergrund	Anz.
Informal Logic: A Pragmatic Approach	Walton	Philosophie, Rhetorik	1
Grundkurs des wissenschaftlichen Schreibens	Werder	Pädagogik, Soziologie	1
Writing for Computer Science	Zobel	Informatik	1

In der Tabelle sind viele Bücher mit einer inhaltlichen Ausrichtung aufgeführt, die nichts mit der Informatik zu tun haben. Von den 19 identifizierten Titeln sind viele nur einmal erwähnt, einzig zwei Buchtitel stechen aus der Anzahl der Empfehlungen hervor. Zum einen ist es Helmut Balzert, der mit einer Co-Autorin und einem Co-Autor das Buch „Wissenschaftliches Arbeiten“ verfasst hat und von acht Studiengängen empfohlen wird. Zum anderen ist es das Autorenduo Matthias Karmasin und Rainer Ribing mit dem Buch „Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten“, das fünf Nennungen auf sich vereint. Das Buch von Balzert ist das Werk eines Informatikers, Karmasin ist Professor für Medien- und Kommunikationswissenschaft, Ribing ist Direktor der Wirtschaftskammer Burgenland (Österreich).

In Herzberg (2019, S. 34–46) gibt es eine ausführliche Analyse zu den Inhalten und eine Bewertung und Einordnung dieser beiden Bücher. Um es abzukürzen: Es ist nicht ganz nachvollziehbar, warum Karmasin und Ribing (2017) die zweithäufigste Nennung in den Modulbeschreibungen der Studiengänge ist. Die Bezüge zum geisteswissenschaftlichen Bereich sind derart gegenwärtig, dass Studierende der Informatik das als kaum einzuordnende Irritation und Nicht-Passung wahrnehmen dürften, was sich z. B. in einer anderen Kultur der Text- und Quellenarbeit ausdrückt. Der Ratgeber von Balzert et al. (2011) hingegen liefert ein umfangreiches und umfassendes Abbild des wissenschaftlichen Arbeitens und kann als Repräsentant der Inhalte der Modulbeschreibungen zum wissenschaftlichen Arbeiten dienen. Die hohe Zahl an Empfehlungen ist vermutlich dem Umstand geschuldet, dass Balzert – mittlerweile emeritiert – als ehemaliger Lehrstuhlinhaber für Softwaretechnik und Autor zahlreicher Fachbücher (dazu gehören sein mehrbändiges Werk zur Softwaretechnik, Lehrbücher zur Programmierung und ein Lehrbuch zu den Grundlagen der Informatik) sehr bekannt und verbreitet ist. Auch wenn Balzert als Softwaretechniker gleichsam das Rückgrat der Praktischen Informatik vertritt, ist sein Werk problematisch: Balzert vertritt eine universitäre Informatik!

Balzert et al. (2011) verstehen Bachelorarbeiten als experimentelle Entwicklungsarbeiten oder angewandte Forschungsarbeiten, von denen man nur einen „kleinen“ wissenschaftlichen Beitrag erwartet. Schaut man in die von einigen Modulen referenzierte erste Auflage (Balzert et al., 2008), schärft sich heraus, dass er die Bachelorarbeit als Baustein in einem Forschungsprozess eingegliedert sieht, der vom universitären Mittelbau inhaltlich aufgesetzt und gesteuert wird und die Bachelorarbeit methodisch einklammert. Das entlastet Bachelor-Studierende deutlich im Anspruch, sich selbstständig methodisch einordnen und begründen zu müssen, es kann auf den einbettenden Forschungskontext des Mittelbaus bzw. des Lehrstuhls verwiesen werden.

Diese Stellung der Bachelorarbeit im Gesamtgefüge eines universitären Forschungsprozesses unterscheidet sich erheblich von dem Setting an einer HAW mit ihrer Ausrichtung an wissenschaftlicher Anwendung in der beruflichen Praxis. An HAWs ist es aufgrund der beruflichen Ausrichtung üblich und erwünscht, dass die Bachelorarbeit praxisnah in einem Unternehmen durchgeführt wird: Wo ist der Forschungskontext und die methodische Rahmung in einem kleinen bzw. mittelständischen Wirtschaftsunternehmen mit Softwareentwicklung zu finden?

So sehr Balzert et al. (2011) mit Nachdruck Definitionen liefern, was Erkenntnisziele für die Ingenieurwissenschaften und die Strukturwissenschaften, was Grundlagenforschung und angewandte Forschung seien, und Beispiele für Softwareentwicklungen angeben, die ihrem Verständnis nach als Forschung und Entwicklung (F&E) gelten, es ist keine hinreichende Hilfestellung für die praxisbezogene Bachelorarbeit in der HAW-Informatik.

2.4 Dritte Untersuchung: Wissenschaftsbezug im Literaturverzeichnis

Weder die Modulbeschreibungen noch die in den Modulbeschreibungen verwiesene Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten tragen zur Klärung bei, wie eine praxisbezogene wissenschaftliche Arbeit in der HAW-Informatik auszusehen hat. Wie sieht es denn nun wirklich mit der Wissenschaftlichkeit von Informatik-Bachelorarbeiten an HAWs aus?

Die Frage ist schwer inhaltlich zu beantworten, weshalb sich die dritte Untersuchung lediglich auf eine qualitative Analyse der Literaturverzeichnisse von sechs zufällig ausgewählten und anonymisierten Bachelorarbeiten aus meinem Fachbereich beschränkte; Arbeiten, die ich selbst betreut habe, schieden aus. Die Untersuchung ist nicht repräsentativ, sie kann als Voruntersuchung für eine weitere, umfassendere Studie aufgefasst werden; Details zu dieser Untersuchung finden sich in Herzberg (2019, S. 47–56).

Vor der Analyse der Arbeiten erfolgte eine feingranulare Kategorisierung der zu erwartenden Quellenarten, die sich – hier nur angedeutet – wie folgt unterscheiden:

- wissenschaftliche Literatur, d. h. solche Literatur, die in Tagungsbänden von Konferenzen, Symposien, Workshops oder in Zeitschriften erschienen ist mit der Kennzeichnung, ob ein Peer-Review zugrunde liegt oder nicht; Fach- und Lehrbücher, wobei das Renommee der Autorinnen und Autoren bzw. der Verlage entscheidend ist;
- praxisorientierte Quellen, die für IT-Praktiker:innen und Softwareentwickelnde gedacht sind, also Fach- und Entwicklermagazine, technische Spezifikationen und Standards, eine breite Computerliteratur zu Entwicklerthemen, Videos, Podcasts, Blogs, Wikipedia-Artikel und Beiträge von speziellen Webseiten wie www.stackoverflow.com;
- sonstige Quellen, wie Material von Lehrenden (Skripte, Foliensätze, Anleitungen etc.) und alles Weitere, was als Hilfsmaterial genutzt wird,

Von den insgesamt 272 Quellenangaben sind 169 praxisbezogene Artikel/Beiträge, was 62 Prozent ausmacht. Ein weiterer Großteil fällt auf praxisbezogene Entwicklerdokumentation ($n = 49, 18\%$). Damit sind rund 80 Prozent der Quellen der Praxis zuzuordnen. Eine Arbeit aus dem Sample bezieht sich auf alle 21 wissenschaftlichen Quellen. Schaut man sich die Verwendung der Beiträge im Kontext dieser aus dem Rahmen fallenden Thesis an, so ist einerseits das Thema aus dem Compilerbau prädestiniert für die ausgewählten Referenzen, andererseits hat die Autorin bzw. der Autor der Thesis ohne allzu differenzierten Bezug auf die Quellen Referenzen im Text untergebracht; dieses „Fallenlassen“ von Referenzen an passenden Stellen hat Ähnlichkeiten zum sogenannten „Name-dropping“, was in der Wissenschaft das Erwähnen bekannter Namen ohne einen inhaltlichen Begründungskontext bezeichnet. Der Auswahl der Wissenschaftsquellen kann nur bedingt eine Aufarbeitung des *State of the Art* unterstellt werden – es ist feststellbar, dass es sich um populäre und durchaus hochwertige Wissenschaftstexte handelt, aber kaum ein speziell aufbereiteter Bezug zum Anliegen der Thesis besteht.

Insgesamt werden neun wissenschaftliche und fünf praxisorientierte Fachbücher referenziert; es erscheint als üblich, dass pro Abschlussarbeit etwa zwei bis drei solcher Bezüge gemacht werden. Einen geringen Anteil von 7 Prozent haben Verweise auf Standards, Hilfsmaterialien und sonstige Materialien; wissenschaftliche Poster und praxisorientierte Printmagazine werden überhaupt nicht referenziert. Zwei Auffälligkeiten stechen ins Auge:

- Die Einträge weisen qualitativ erhebliche Mängel auf – und das gilt praktisch für alle gesichteten Quellenverzeichnisse. Die Einträge sind unvollständig und enthalten vielfach ausschließlich einen oder mehrere Autoren oder eine Organisation als Urheber, einen Titel, einen Link (d. h. eine URL, Uniform Resource Locator) und eine Datums- oder Jahresangabe. Es wird oft kein Verlag, kein Erscheinungsort oder dergleichen genannt, typografisch unterscheiden sich Bücher nicht von Artikeln etc. Das Literatur- bzw. Quellenverzeichnis hält sich nicht an die Konventionen des wissenschaftlichen Arbeitens, alles ist uniform aufbereitet und entzieht sich dem geübten Blick zur Einschätzung und Bewertung der Quellen.

- Die Kategorisierung für die Praxisquellen reicht bei Weitem nicht aus, um ihre Vielfalt wiederzugeben. Bei verwendeten Programmen, Werkzeugen und Programmiersprachen ist die entsprechende URL zur Startseite im Netz angegeben; es gibt Verweise auf Repositories, in denen frei zugänglicher Code abgelegt ist; Links zu Firmenseiten oder -informationen sind nicht selten; sehr umfangreich wird die verwendete Entwicklungsdokumentation referenziert; recht beliebig wirkende Einführungsdokumentation von nicht näher einzuordnenden Quellen wird genutzt; Erklärungsvideos von Fernsehkanälen und Dokumentationsanbietern werden herangezogen; Skripte irgendeines/irgendeiner Lehrenden und Folien irgendwelcher Vortragenden sind als Quellen angegeben; bisweilen werden Verordnungen und Gesetzestexte vorgebracht. All diesen Quellen ist eine gewisse Beliebigkeit nicht abzusprechen, ein überprüfender Blick in den Text der betreffenden Bachelorthesen bestätigt, dass die Ausarbeitungen in keinerlei Weise die Qualität ihrer Quellen thematisieren oder einordnen.

Die Auswertung ist, wie erwähnt, nicht repräsentativ, doch mir zugesandte Bachelorarbeiten von Kolleginnen und Kollegen anderer Hochschulen zeigen die gleichen Charakteristika: die Dominanz der URL und viele Bezüge zu Entwicklungsdokumentation. Formal sind alle Literaturverzeichnisse zu kritisieren.

Das Resümee: Die Bachelorthesen fallen nach Begutachtung der Literaturverzeichnisse deutlich in ihrem Streben nach einem disziplinären Wissenschaftsanschluss zurück. Die Auswahl und die Qualität der Quellenangaben verletzen Standards wissenschaftlichen Arbeitens. Im Zentrum der praxisorientierten Arbeit steht der Internetlink, die URL, oftmals sind die Quellen bestenfalls als „Graue Literatur“ zu werten. Die Quellen scheinen als Belege zu fungieren, die eine Entwicklungsarbeit in den herangezogenen Auskunftsquellen als Momentaufnahme nachvollziehbar und transparent machen sollen.

3 Mögliche Gründe für den Verlust des Wissenschaftlichen

Wie könnte man die Ergebnisse der vorgestellten Untersuchungen interpretieren? Ist das Studium der Informatik an HAWs zu wenig wissenschaftlich? Anscheinend genügt es nicht, ein Studium lediglich mit einem Modul zum wissenschaftlichen Arbeiten anzureichern, wie sonst ließe sich diese mangelhafte Qualität der Literaturverzeichnisse und der Hang zum „URL-Dropping“ (in Anlehnung an das „Namedropping“) erklären? Im Folgenden werden zwei Aspekte vorgetragen, die zu erklären versuchen, welche Mechanismen für den beobachteten Verlust des Wissenschaftlichen mitverantwortlich sein dürften. Das führt zu der These, dass alle Beteiligten im Kontext einer Bachelorarbeit Anpassungsleistungen zu erbringen versuchen.

3.1 Die Ausrichtung an der beruflichen Praxis

Die Betonung der beruflichen Praxis drückt sich darin aus, dass viele HAW-Studiengänge (für die HAW-Informatik trifft das durchgängig zu) ihre Studierenden zu Praxisphasen verpflichten, die – so die gängige Lesart – bei Unternehmen oder geeigneten Institutionen abzuleisten sind. Die Verknüpfung des Studiums mit Berufs- und Lebenswelt und der gleitende Übergang von der Praxisphase zur Bachelorarbeit sind gewünscht und werden in den Fachbereichen oft organisatorisch gestützt durch z. B. ein Außenreferat, das Listen von interessierten Unternehmen bzw. Institutionen pflegt, Vertragsvorlagen anbietet usw. Selbstverständlich gibt es auch an den HAWs Forschungsprojekte und Institute, die es strukturell den Universitäten gleichtun und ebenfalls Stellen für die Praxisphase anbieten und so den Forschungseinschluss für Bachelorarbeiten ermöglichen. Im Vergleich ist dieser Anteil gering. Professorinnen und Professoren an Universitäten warben im Jahr 2018 durchschnittlich 258.000 € an Drittmitteln ein, medizinische Einrichtungen und die Gesundheitswissen-

schaften ausgenommen. An den Fachhochschulen sind es im Mittel 32.000 € gewesen (Destatis, 2018). Die praxisbezogene, mit einem Unternehmen verbundene Bachelorarbeit ist an HAWs gängig.

Strukturell deutet sich eine Schieflage im Wissenschaftsanschluss an: Wo ist der Forschungskontext in einem Unternehmen zu finden, das hauptsächlich an der Entwicklung, Einführung und Pflege markt- und wettbewerbsfähiger Produkte oder Dienstleistungen interessiert ist? Die wenigsten kleinen und mittelständischen Unternehmen können sich eine Forschungsabteilung leisten. Es wird offensichtlich erwartet, dass sich die Betreuungsperson seitens der Hochschule darum kümmert und dem Studierenden dabei hilft, das Wissenschaftliche in die Abschlussarbeiten einzubringen. Das kann man als Vermittlungsaufgabe der HAWs zwischen Theorie und Praxis verstehen (Pahl & Ranke, 2020, S. 140), aber auch als einen Spagat von Wissenschaft und Praxis.

Dieses im HAW-System angelegte und provozierte Spannungsfeld zwischen Wissenschafts- und Praxisbezug ist in der einen oder anderen Weise zu bewältigen. Der intendierte Transfer zwischen Wissenschaft und beruflicher Praxis muss notwendigerweise im Studium und etwa in einem Modul zum wissenschaftlichen Arbeiten angelegt werden – und zwar in einer Verständigung darüber, wie unter diesen Bedingungen wissenschaftliches Arbeiten möglich und fruchtbringend in einer Bachelorarbeit realisierbar ist.

Dass sich HAWs so intensiv der beruflichen Praxis zuwenden, muss nicht zwangsläufig mit einem Verlust des Wissenschaftlichen in HAW-Studiengängen einhergehen. Ganz im Gegenteil, ein Beispiel ist das Bachelor-Studium der Sozialen Arbeit, das vor allem HAWs anbieten. Die Soziale Arbeit ist konstitutiv mit der Praxis verknüpft – und die Praxis ist integraler Teil des wissenschaftlichen Selbstverständnisses (vgl. Staub-Bernasconi, 2018). So wird etwa an der FH Münster mit dem ersten Semester beginnend das methodisch-wissenschaftliche Arbeiten gelehrt, was durch entsprechende Module über das ganze Studium vertieft und ausgeweitet wird und sich zunehmend mit der Praxisarbeit verflechtet (FH Münster, 2021). Für die HAW-Informatik scheint die Verknüpfung von Profession und Disziplin bislang als Problematik weder adressiert noch gelöst zu sein.

3.2 Ein ungeklärtes wissenschaftliches Selbstverständnis

Die Informatik hat ein diffuses und als ungeklärt zu bezeichnendes Wissenschaftsverständnis. Der finnische Informatiker Matti Tedre hat die bislang wohl umfassendste Aufarbeitung der Informatik als Disziplin samt ihrer historischen Entwicklung vorgelegt (Tedre, 2015). Historisch begründen sich die Anfänge der Informatik in der Mathematik und der Elektrotechnik (vgl. Coy, 2001, S. 2 f.). So sehr die formalen Grundlagen der Informatik wichtig und bedeutsam sind: Sobald es um große, umfangreiche und komplizierte Programme geht, die z. B. von mehreren Hundert Personen entwickelt werden, sind formale Beweisführungen z. B. zur Korrektheit einer Software nicht durchführbar. Der ingenieurmäßige Ansatz zum Bau von Software unter der kontinuierlich steigenden Komplexität der Hardware bricht sich bereits in den 1960er-Jahren Bahn, das Software Engineering entsteht. Vieles ist terminologisch und pragmatisch den Ingenieurwissenschaften entlehnt. Die Umwälzungen durch das Software Engineering (im Deutschen oft als „Softwaretechnik“ bezeichnet) sind so maßgeblich, dass die Informatik diese Disziplin in den Hochschulen curricular verankert (Tedre, 2015, S. 135). Doch damit geht im akademischen Kontext ein ernsthaftes Problem einher, das Software Engineering wird als wissenschaftliche Grundlage hinterfragt: „Research studies, students’ theses, and doctoral degrees on systems and software must often be made ‚scientific‘ in order to be accepted – mere engineering ingenuity or programming virtuosity is often not enough.“ (S. 135)

Ende der 1970er-Jahre beginnen die Debatten darüber, von welcher wissenschaftlichen Natur die Informatik ist. Über die Jahre verändert sich die Rahmung: Anfangs wird die Theorie der Informatik in den Blick genommen, später wird sie als empirische Wissenschaft betrachtet, dann als experimentelle, und zu guter Letzt beobachtet die Informatik eine weite Verbreitung und den Einsatz von informatischen Modellen in allen denkbaren Wissenschaftsdisziplinen. Mal wird die Informatik in die Nähe der Mathematik gerückt, mal hält man sie für eine Ingenieurwissenschaft, mal für eine Naturwissenschaft, bisweilen wird sie sogar als Sozialwissenschaft verstanden. (Tedre, 2015, S. 141 f.)

Die Debatten entwickeln sich in verschiedenen Strängen. Am Anfang steht die Diskussion, was es heißt, eine Wissenschaft zu sein, und es wird diskutiert, ob sich die Informatik zu Recht als Wissenschaft bezeichnen darf; gleichzeitig etabliert sich eine Theoriesicht auf die Informatik. Ein anderer Debattenstrang befasst sich mit dem Gegenstand der Informatik. Die Frage ist, ob die Informatik als eine Wissenschaft des Artifizialen überhaupt grundlegende Einsichten zum Weltverständnis beisteuert und damit die Berechtigung verliert, eine Wissenschaft zu sein. Eine dritte Debatte stellt die Informatik als Wissenschaft zwar nicht infrage, hält ihren methodischen Ansatz jedoch für zweifelhaft und bemängelt die Qualität experimenteller Ansätze. Eine junge, vierte Debatte sieht in der Informatik einen Schlüssel zum Verständnis der Natur: Ist nicht alles nur Berechnung? (Tedre, 2015, S. 143 f.)

Der deutsche Informatiker Coy sieht die Informatik als Technikwissenschaft neuen Typs (Coy, 2001, S. 16), die in ihren Erkenntniszielen über die Ingenieurwissenschaften hinausgeht, da sie sich nicht auf die Bereitstellung und Anwendung von Technik beschränkt, sondern sich mit der Analyse, Bewertung und Konstruktion symbolischer Strukturen loslöst von technischer Realisierung (S. 17). Obwohl schon immer bedeutsam, drängt zunehmend der Aspekt der Gestaltung in seinen vielfältigen Facetten in den Vordergrund: „Jedes informatische Artefakt entsteht in einer Reihe von Entscheidungen über seine Ausgestaltung.“ (S. 17)

In Deutschland, dem Land der Ingenieurinnen und Ingenieure, hat man sich bereits in den 1980er-/1990er-Jahren um das wissenschaftstheoretische Verständnis durch die Einrichtung von Lehrstühlen zur Technikphilosophie bemüht. Insofern existiert heutzutage eine umfangreiche Literatur zur Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften (Banse et al., 2006; Kornwachs, 2012; Poser, 2016); eine Literatur, die von der Informatik in ihren ingenieurwissenschaftlichen Bezügen für ihr wissenschaftstheoretisches Verständnis praktisch nicht herangezogen wird; ein früher Hinweis dazu kam von Luft (1988), der verhallte. Vielleicht liegt das an der Dominanz der US-amerikanischen Sicht in der Informatik, die diese Bezüge nicht wahrgenommen hat.

Der andere, von Coy angesprochene Aspekt der Gestaltung wird ebenfalls nicht verarbeitet und aufgegriffen. Dabei ringen andere Disziplinen in ähnlicher Weise mit der Herausforderung, Gestaltung und praxisbasierte wie auch praxisgeleitete Forschung in einen Einklang zu bringen, so z. B. in Kunst, Design und Architektur (Hohl, 2019). Gerade weil diese Debatten aktuell geführt werden (z. B. Badura et al., 2015), wären sie sehr instruktiv für die Informatik. Insbesondere die praxisbasierte Forschung (*research through design*) scheint anschlussfähig an die Praktische Informatik, d. h. die HAW-Informatik. Allerdings gilt es, wenngleich nicht in philosophischer Qualität, aber so doch pragmatisch, einen wissenschaftstheoretischen Ansatz zu entwickeln, der die Praktische Informatik im Verbund als technikwissenschaftliche Gestaltungswissenschaft zu denken versucht und darin dem Wissenschaftsbezug neue Orientierung verleiht.

3.3 Symptome einer Anpassungsleistung

Dem Studium der Informatik an HAWs einen grundsätzlichen Mangel im Wissenschaftlichen zu unterstellen, ginge in der Schärfe der Kritik zu weit und täte allen Beteiligten Unrecht. Es ist eine gewagte Hypothese, den Lehrenden einen Unwillen zur Wissenschaft und den Studierenden eine Unfähigkeit zum wissenschaftlichen Arbeiten zu unterstellen. Die Verletzung der wissenschaftlichen Form ist jedoch so eklatant nachweisbar mit dem Literaturverzeichnis und wird – so scheint es – flächendeckend von den Betreuenden und Begutachtenden geduldet, dass man es als Anzeichen für eine Symptomatik deuten könnte. Die These ist, dass alle am Studiensystem beteiligten Akteure Anpassungsleistungen vollbringen, wenn es gilt Widersprüche aufzulösen, die anders nicht auflösbar sind. Die hohe Praxisorientierung und ein ungeklärtes wissenschaftliches Selbstverständnis helfen nicht, um als Korrektiv wirken zu können; ganz im Gegenteil, sie scheinen Teil des Problems zu sein.

Die akademische Lösungsorientierung mit Ingenieursmethode, das ist der wesentliche Punkt, der sich mit der ersten Untersuchung ergeben hat. Die Verortung einer Bachelorthesis in einem Unternehmen tut ihr Übriges mit ihrem Verlangen, ein praxisrelevantes Problem zu lösen. Er gäbe

Anlass dazu, die HAW-Informatik technikwissenschaftlich zu verankern; das ist bislang nicht geschehen, obwohl es dazu einen frühen Ansatz gibt, vgl. Luft (1988), und eine ausgearbeitete Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften vorliegt, vgl. Kornwachs (2012). Die Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten, so die Feststellung aus der zweiten Untersuchung, ist nicht zugeschnitten auf die Belange der nicht-universitären, auf die berufliche Praxis ausgerichteten HAW-Informatik.

So sind Studierende und Betreuende in der Not, eine Entwicklungsarbeit, die sich durchaus an den methodischen Gepflogenheiten der Softwaretechnik orientiert, in ein Gewand der Wissenschaft zu kleiden, von dem niemand autoritativ sagen kann, welches Format angepasst wäre. Grundsätzlich liegt einer technikwissenschaftlichen Arbeit ein Wissenschaftsverständnis zugrunde, das sich mit dem Großteil der Ratgeberliteratur nicht vereinbaren lässt. Statt einer Forschungsfrage gibt es eine Problemstellung, statt einer z. B. empirischen Methode gibt es softwaretechnische Arbeitsschritte zu durchlaufen (wie z. B. Analyse, Entwurf, Implementierung, Test), statt eine Erkenntnis zu diskutieren ist eine Lösung vorzustellen, statt wissenschaftlicher Qualität gibt es eine Entwicklungsqualität.

Schaut man in die untersuchten Bachelorarbeiten, so kann man den Eindruck gewinnen, als versuchten die Studierenden in ihren Bachelorthesen eine Form der technischen Dokumentation umzusetzen, die im Kern die strukturierte und systematische Aufarbeitung einer Entwicklungsarbeit zum Inhalt hat, was zu der im Studium erlernten Arbeitsweise und zur Bachelorarbeit in einem Unternehmen passt. Dazu gehört die gründliche Dokumentation der bei der Entwicklung herangezogenen Quellen – und das sind für Softwareentwicklerinnen und -entwickler die Informationen aus dem Internet, ein Großteil der Entwicklungsdokumentation existiert nicht in Buchform. Die Betreuenden und Begutachtenden tragen diese eigene Form einer Abschlussarbeit anscheinend mit. Sie fordern keine handwerkliche Strenge und Sorgfalt ein im Umgang mit Quellen, ihrer Nutzung und Referenzierung. Man toleriert das URL-Dropping, das das eine oder andere wissenschaftliche Werk in die Quellensammlung mit aufnimmt und gleichzeitig im Mangel des Quellenbelegs verrät, dass dieses Werk offenbar ähnlich nutzenorientiert als Mittel zum Zweck herangezogen wurde wie die Entwicklungsdokumentation. Kritisch zu sehen ist hierbei jedoch, dass methodisches und systematisches Vorgehen auf dem Weg zu einer Lösung eine fachwissenschaftliche Reflexion ersetzt bzw. als umgänglich hingenommen wird. Die Ingenieursmethode ist nicht an sich das Problem, wohl aber die fehlende Auseinandersetzung mit den Quellen und Inhalten der Informatik als wissenschaftlicher Disziplin, wie sie sich in Tagungsbänden und Zeitschriften finden lassen.

Festzuhalten ist: Die in der HAW-Informatik vorzufindende Form der wissenschaftlichen Arbeit als technische Dokumentation ist interpretierbar als Anpassungsleistung auf die Studieninhalte, ein ungeklärtes wissenschaftliches Selbstverständnis und eine hohe Praxisorientierung. Das wirft jedoch die Frage auf, ob es nicht an der Zeit wäre, die curriculare Konzeption von Informatik-Studiengängen an HAWs einer Revision zu unterziehen.

4 Fazit

Um den Vergleich zur Sozialen Arbeit ein weiteres Mal zu bemühen: Die Anwendungsorientierung der HAWs, berufliche Praxis und Wissenschaft müssen kein Widerspruch sein. Sie können aber, wie am Beispiel der HAW-Informatik exemplarisch aufgezeigt, zum Problem werden. Nachfolgend soll für einen wissenschaftsdidaktischen Ansatz und ein Überdenken des wissenschaftlichen Arbeitens für die HAW-Informatik geworben werden.

4.1 Auf dem Weg zu einer Wissenschaftsdidaktik

Wie vermittelt man die Informatik didaktisch als Wissenschaft, d. h. wie sieht eine Wissenschaftsdidaktik für die Informatik aus? Wenngleich es viel Forschung und Vorschläge zur Verbesserung von Veranstaltungen, der Lehre und dem Lernen in der Informatik gibt, so fehlt es an dem Gesamtblick, der sich aus Wissenschaftshistorie, Wissenschaftstheorie, Wissenschaftspraxis, und aus der Fachdis-

ziplin in Kombination mit der beruflichen Praxis heraus ein Verständnis für eine Wissenschaftsdidaktik ableitet. Das beginnt mit einem Mangel eines wissenschaftstheoretischen Unterbaus. Davon abgesehen wird die Wissenschaftsdidaktik bislang nur universitär gedacht, ein Missstand, den es zu beheben gilt (Herzberg, 2020). Anwendungsorientierung und praxisgeleitete Forschung sind zwar den Universitäten nicht fremd, aber gerade die HAWs sollten – wie dargestellt – aufgrund ihrer strukturellen Bedingungen (weniger Zeit für Grundsatzüberlegungen und keine mit den Universitäten vergleichbaren Forschungsstrukturen und -mittel) ein höheres Interesse an der Identifikation und Beseitigung einer Wissenschaftserosion einzelner Studienangebote haben. Hochschul- und Wissenschaftsdidaktik erscheinen an den HAWs dringender und notwendiger, nicht nur in Form institutioneller Einrichtungen, sondern als aktiv vor Ort zu beforschende Themen.

Von einer Wissenschaftsdidaktik für die Informatik darf man deutliche curriculare Impulse und Veränderungen erwarten, die das Wissenschaftliche, das Methodische und Methodologische in den Studienplänen zum Tragen kommen lassen. Man vergleiche einmal die Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e. V. (2016) für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik, die von Akkreditierungsagenturen herangezogen werden, mit dem erwähnten Studienverlauf der Sozialen Arbeit. Der Strang einer strukturierten Heranführung an das wissenschaftliche Arbeiten und die praxisbasierte Forschung existiert nicht, so wichtig er für die HAW-Informatik auch wäre. Das Informatik-Studium ist darauf angewiesen, dass die Lehrenden selbst in ihren Fachbezügen und -kontexten ein Wissenschaftsverständnis vermitteln und bei der Betreuung von Bachelorarbeiten das Wissenschaftliche zu vertreten verstehen. Für die HAW-Informatik geht die Rechnung im Sog des Praktischen, der Anwendungsorientierung und der beruflichen Praxis unter den derzeitigen Strukturbedingungen allem Anschein nach nicht auf.

4.2 Eine Revision des Moduls zum wissenschaftlichen Arbeiten

Neben den curricularen Änderungen bedarf es für die HAW-Informatik eines Lehrangebots zum wissenschaftlichen Arbeiten, das ihren Bedürfnissen angepasst ist. Das ist angesichts der aufgezeigten Mängel in den untersuchten Modulbeschreibungen und angesichts der unpassenden Ratgeberliteratur zum wissenschaftlichen Arbeiten im Lichte wissenschaftshistorischer und wissenschaftstheoretischer Erkenntnisse und Überlegungen angezeigt. Zugleich kann das helfen, bei den Beteiligten in der Informatiklehre und bei den Betreuenden von Abschlussarbeiten ein Problembewusstsein zu entwickeln und in einen Dialog zu kommen. Das bezieht auch explizit Personen ein, die eine Bachelorarbeit vonseiten eines Unternehmens betreuen.

Ohne eine Lösung für die Problematik zu haben, so ist es doch möglich, die vorgetragenen Ebenen des vorigen Kapitels für einen Kurs zum wissenschaftlichen Arbeiten aufzubereiten und dazu Schlussfolgerungen und Konkretisierungen zu wagen, die den Studierenden handlungsleitende Orientierung für das Wissenschaftliche zu ihren Bachelorarbeiten bieten. Daran habe ich mich im Sinne des Design-Based Research versucht und große Teile des Kursangebots zum wissenschaftlichen Arbeiten öffentlich entwickelt, und zwar vorrangig in Form eines Podcasts, teils mit Verlinkung von Materialien.¹ Den Anfang machten Podcast-Gespräche mit einer österreichischen Kollegin, um sich dem Problem anzunähern und Klärungen zu schaffen. Dann folgten Podcasts mit Lehrinhalten, ergänzt um aufgezeichnete Gespräche mit einem Technikphilosophen einerseits und einem Design-Wissenschaftler und Philosophen andererseits. Die Lehrpodcasts thematisieren u. a. die Informatik als Wissenschaft an einer HAW, die Wissensstruktur der Informatik, abgeleitet aus der Technikwissenschaften, das Spannungsfeld der wissenschaftlichen Arbeit von Entwicklungs- und Erkenntnisziel, wie man vor diesem Hintergrund ein gutes Thema für die eigene Bachelorarbeit findet, eine Gliederung erstellt und zum fertigen Text kommt.

Das Projekt befindet sich seit Mitte 2020 in laufender Entwicklung – die Veranstaltung ist also nicht nur als offene Lehre, sondern zugleich als offene wissenschaftsdidaktische Forschung konzipiert, die jeder und jedem, auch extern Interessierten die passive Teilnahme oder aktive Beteiligung

¹ Der Podcast ist unter „Herzbergs Hörsaal“ leicht zu finden; die betreffenden Episoden sind mit WA bzw. WAI ausgewiesen.

erlaubt. In meinem Fachbereich hat dies für die Reakkreditierung des Bachelor-Studiengangs Informatik bereits für Diskussionen gesorgt, die dazu geführt haben, dass es künftig ein zweisemestriges Modul „Die Informatik als Wissenschaft“ geben wird. Die Struktur ist dreigliedrig: Es wird eine Ringvorlesung und/oder eine Mediensammlung geben zur Geschichte der Informatik als Wissenschaft, zu Beispielen wissenschaftlicher Leistungen, zur wissenschaftlichen Praxis und zu Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Informatik. Ein zweiter Teil befasst sich mit den Grundlagen der Informatik als Wissenschaft, Mittel und Wege der Erkenntnisgewinnung, Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens, einer Einführung in die Werkzeuge und Hilfsmittel des wissenschaftlichen Arbeitens und Schreibens, die Themenfindung, die Betreuungswahl und den Ablauf einer Bachelorarbeit. Im dritten Teil wird das wissenschaftliche Arbeiten angewendet und reflektiert. Darunter fallen das Recherchieren, Lesen, Einordnen und Verwerten von wissenschaftlichen Texten, das Erstellen von kurzen Texten und/oder Abbildungen zu einer eingegrenzten wissenschaftlichen Aufgabenstellung, die Simulation von Situationen im wissenschaftlichen Arbeitsprozess, die Analyse von freigegebenen, anonymisierten Bachelorarbeiten und die Reflexion der gemachten Erfahrungen z. B. im Erfahrungsaustausch mit fertigen Bachelor-Studierenden aus dem Masterstudium.

Ob damit einem Verlust des Wissenschaftlichen effektiv begegnet werden kann, das zu zeigen bleibt abzuwarten und forschend zu begleiten.

Literatur

- Badura, J., Dubach, S., Haarmann, A., Mersch, D., Rey, A., Schenker, C. & Toro Pérez, G. (Hrsg.) (2015). *Künstlerische Forschung: Ein Handbuch* (2. Aufl.). Diaphanes.
- Balzert, H., Schäfer, C., Schröder, M. & Kern, U. (2008). *Wissenschaftliches Arbeiten: Wissenschaft, Quellen, Artefakte, Organisation, Präsentation. Soft skills*. W3L.
- Balzert, H., Schröder, M. & Schäfer, C. (2011). *Wissenschaftliches Arbeiten: Ethik, Inhalt & Form wiss. Arbeiten, Handwerkszeug, Quellen, Projektmanagement, Präsentation* (2. Aufl.). Springer Campus.
- Banse, G., Grunwald, A., König, W. & Ropohl, G. (Hrsg.) (2006). *Erkennen und Gestalten: Eine Theorie der Technikwissenschaften*. Edition Sigma. <https://doi.org/10.5771/9783845267166>
- Coy, W. (2001). Was ist Informatik? Zur Entstehung des Faches an den deutschen Universitäten. In J. Desel (Hrsg.), *Das ist Informatik* (S. 1–22). Springer.
- Destatis (2018, 16. Oktober). *Pressemitteilung Nr. 399 vom 16. Oktober 2018* [Press release]. Wiesbaden. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/10/PD18_399_213.html
- FH Münster (2021). *Soziale Arbeit Bachelor: Studienverlaufsplan*. Münster. https://www.fh-muenster.de/uploads/studium_uploads/dnl_6_34.pdf
- Gesellschaft für Informatik e. V. (Hrsg.) (2016). *Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen* (GI-Empfehlungen). https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Meldungen/2016/GI-Empfehlungen_Bachelor-Master-Informatik2016.pdf
- Gumm, H.-P. & Sommer, M. (2013). *Einführung in die Informatik* (10., vollständig überarbeitete Auflage). Oldenbourg Verlag.
- Herzberg, D. (2019). *Die Bachelorarbeit in der Praktischen Informatik im Spagat zwischen Wissenschaftsanspruch und Wirklichkeit* [Masterarbeit]. Universität Hamburg, Hamburg.
- Herzberg, D. (2020). Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 15(4). <https://zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/1442>
- Herzberg, D. (2022). Anwendungspraxis vs. Wissenschaft am Beispiel der Informatik an HAWs. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 17(2).
- Hohl, M. (2019). *Wissenschaftliches Arbeiten in Kunst, Design und Architektur: Kriterien für praxisgeleitete Ph.D.-Forschung. Grundlagen: Band 91*. DOM publishers.
- Hugl, U. (1995). *Qualitative Inhaltsanalyse und Mind-Mapping: Ein neuer Ansatz für Datenauswertung und Organisationsdiagnose. nbf: neue betriebswirtschaftliche forschung: Bd. 151*. Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-11216-7>

- Karmasin, M. & Ribing, R. (2017). *Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten: Ein Leitfaden für Facharbeit/VWA, Seminararbeiten, Bachelor-, Master-, Magister- und Diplomarbeiten sowie Dissertationen* (9. Aufl.). UTB Schlüsselkompetenzen: Bd. 2774. Facultas.
- Kornwachs, K. (2012). *Strukturen technologischen Wissens: Analytische Studien zu einer Wissenschaftstheorie der Technik*. Edition Sigma.
- Hessisches Hochschulgesetz, GVBl. I 2009, 666 (2009 & i. d. F.v. 18.12.2017). <https://www.rv.hessenrecht.hessen.de/bshe/document/jlr-HSchulGHE2010V6P5>
- Verordnung über den Umfang der Lehrverpflichtung des wissenschaftlichen und künstlerischen Personals an den Hochschulen des Landes (Lehrverpflichtungsverordnung), Gesetz- und Ordnungsblatt für das Land Hessen 551 (2013 & i. d. F.v. 10.09.2013). https://www.intern.tu-darmstadt.de/media/dez_vii/infosaz/lehrverpflichtungsverordnung.pdf
- Luft, A. L. (1988). *Informatik als Technik-Wissenschaft: Eine Orientierungshilfe für das Informatik-Studium*. BI Wissenschaftsverlag.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Beltz Pädagogik. Beltz.
- Pahl, J.-P. (2018). *Fachhochschule.: Von der Fachschule zur Hochschule für angewandte Wissenschaften*. W. Bertelsmann Verlag. <https://doi.org/10.3278/6004670w>
- Pahl, J.-P. & Ranke, H. (2020). Forschung an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften. Eine nicht ganz neue Aufgabe? *Die Hochschule: Journal für Wissenschaft und Bildung*, 29, 130–143. <https://doi.org/10.25656/01:23808>
- Poser, H. (2016). *Homo Creator: Technik als philosophische Herausforderung. Anthropologie – Technikphilosophie – Gesellschaft*. Springer VS.
- Rechenberg, P. (2000). *Was ist Informatik? Eine allgemeinverständliche Einführung* (3. Aufl.). Hanser.
- Staub-Bernasconi, S. (2018). *Soziale Arbeit als Handlungswissenschaft: Soziale Arbeit auf dem Weg zu kritischer Professionalität* (2. Aufl.). UTB Soziale Arbeit: Bd. 2786. Barbara Budrich.
- Tedre, M. (2015). *The Science of Computing: Shaping a Discipline*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Allgemeine Bestimmungen für Bachelorprüfungsordnungen der Technischen Hochschule Mittelhessen vom 2. Juli 2014, zuletzt geändert am 21. April 2021, Version 7 (2014 & i. d. F.v. 21.04.2021). <https://www.thm.de/site/thm-dokumente/studium/modulhandbuecher-studien-und-pruefungsordnungen-studienganginfos.html>

Autor

Dominikus Herzberg ist Informatiker, Ingenieur und Bildungswissenschaftler und hat eine Professur für Informatik an der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) am Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik. Er forscht hauptsächlich zur Wissenschaftsdidaktik der angewandten Wissenschaften, zu Higher Education in der Informatik und zu Design-Based Research. E-Mail: dominikus.herzberg@mni.thm.de



Zitiervorschlag: Herzberg, D. (2022). Die Bachelorarbeit in der HAW-Informatik: Über den Verlust des Wissenschaftlichen im Sog des Praktischen, der Anwendungsorientierung und der beruflichen Praxis. *die hochschullehre*, Jahrgang 8/2022. DOI: 10.3278/HSL2242W. Online unter: wbv.de/die-hochschullehre

Dominikus HERZBERG¹ (Gießen)

Anwendungspraxis vs. Wissenschaft am Beispiel der Informatik an HAWs

Zusammenfassung

Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAWs) zeichnen sich durch ihre Ausrichtung an Anwendung und Praxis aus. Bei einigen Studienfächern hat das den Effekt, dass die Bezugnahme zur Wissenschaft unklar wird. Am Beispiel der HAW-Informatik deutet sich das anhand von Indizien an: Deutschlandweit nehmen Informatik-Studiengänge an HAWs in ihren Modulhandbüchern kaum explizit Bezug auf Wissenschaft, und die exemplarisch untersuchten Abschlussarbeiten stellen in ihren Literaturverzeichnissen selten einen Wissenschaftsbezug her. Neben der Ausrichtung einer HAW haben diese Beobachtungen vermutlich ihren Ausgangspunkt darin, dass bei der Informatik per se ein uneindeutiges wissenschaftliches Selbstverständnis vorliegt. Umso mehr scheint es nötig, so die These, einen wissenschaftstheoretischen Diskurs zu führen, der hilft, die Anwendungspraxis in einen produktiven Wissenschaftsbezug zu stellen.

Schlüsselwörter

Hochschule für Angewandte Wissenschaft (HAW), Praxis, wissenschaftliches Arbeiten, Informatik, Wissenschaftstheorie

1 E-Mail: dominikus.herzberg@mni.thm.de



Practical application vs. science using computer science at universities of applied sciences as an example

Abstract

Universities of Applied Sciences (UASs) are geared towards practical applications. For some study fields, this makes the connection to science unclear. Computer science programmes at UASs provide a good example of this issue. Throughout Germany, computer science programmes at UASs rarely explicitly reference science in their module handbooks, and the bachelor theses examined for this work rarely include scientific sources in their bibliographies. In addition to the orientation of UASs, these observations probably stem from the fact that computer science has an ambiguous scientific self-concept. This paper suggests that it is all the more necessary to have a discourse on the philosophy of science that helps put practical application within a productive scientific frame of reference.

Keywords

university of applied sciences, application and practice, scientific working, computer science / informatics, philosophy of science

1 Einleitung

Zu Beginn der 1970er-Jahre entstehen die ersten Fachhochschulen (FH) in Deutschland, die teils aus Ingenieurschulen, Akademien und Fachschulen hervorgehen – seinerzeit ist diese Hochschulform eine westdeutsche Besonderheit (vgl. Kehm, 2015). Im Jahr 1976 werden die Fachhochschulen durch das Hochschulrahmengesetz Teil des tertiären Bildungsbereichs, zunächst gedacht als Lehreinrichtungen ohne Forschungsauftrag. Mittlerweile gehört die Forschung zum Aufgabenbereich der FHs, die heutzutage meist unter der Bezeichnung Hochschulen für Angewandte Wissenschaft (HAW) laufen (Pahl, 2018). Doch es gibt eine klare Trennung zwischen HAWs und Universitäten: Die HAWs zeichnen sich durch eine hohe Orientierung und Ausrichtung an der beruflichen Praxis aus, so z. B. laut Hessischem Hochschul-

gesetz, kurz HHG (Land Hessen, 2009). Die Weiterentwicklung der Wissenschaft liegt im Aufgabenbereich der Universitäten (HHG, §4 Abs. 1). Die wissenschaftliche Ausbildung ist zwar ebenso Aufgabe der HAWs, sie wird jedoch durch eine anwendungsbezogene Lehre, Forschung und Entwicklung „ermöglicht“ (HHG, §4 Abs. 3), was eine andere Schwerpunktsetzung ausdrückt. Das Ziel der Ausbildung ist in beiden Hochschulformen die Befähigung zur selbstständigen Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden.

Fachhochschulen haben also *auch* den Auftrag, wissenschaftsorientiert zu arbeiten. Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf das Bachelorstudium und spürt den Auswirkungen dieser Zielsetzung auf der Mikroebene anhand eines Fallbeispiels kritisch nach. Obschon die Informatik zweifellos eine Wissenschaft ist, was sich an den Merkmalen von Gegenstand, Methode, Zielen, Institutionen aufzeigen lässt (König, 2006, S. 24), stellt sich ihr Selbstverständnis als Wissenschaft keineswegs als klar dar, was ich im folgenden Kap. 2 ausführen werde. Möglicherweise liegt es am Erfolg der Informatik als Fachdisziplin, dass der Bedarf an Selbstklärung zum Wissenschaftsverständnis eher gering ausgeprägt ist. Interessant an der HAW-Informatik als Kontext für die vorliegende Studie ist, dass das Studienfach unter einer hohen Praxis- und Anwendungsorientierung zu einer eigenen Form an Wissenschaftsbezug und -verständnis finden könnte.

Im Rahmen einer umfangreichen Fallstudie, die qualitativen Charakter hat, bin ich aus mehreren Blickwinkeln der Frage nachgegangen, inwiefern sich die HAW-Informatik in der Lehre als Wissenschaft zu erkennen gibt und inwieweit ein Wissenschaftsanschluss in Bachelorarbeiten zum Ausdruck kommt. In Kap. 3 stelle ich die Untersuchungen und die gewonnenen Erkenntnisse zusammenfassend vor, mit dem Ansinnen, einerseits den grundsätzlichen Forschungsbedarf aufzuzeigen, und andererseits einen ersten Lösungsansatz in die Diskussion zu geben. Dieser Lösungsansatz besteht darin, die Technikphilosophie heranzuziehen, da dort Anwendungs- und Wissenschaftspraxis als konstitutiv und aufeinander bezogen verstanden werden; das ist Gegenstand von Kap. 4. Es scheint so, und mit dieser These schließt Kap. 5, als müsse diese Perspektive in der HAW-Informatik wiederentdeckt werden.

Eine ausführliche Literaturrecherche konnte keine Quellen zu dieser Problematik zutage fördern, das Thema scheint bislang nicht behandelt worden zu sein. Eine deshalb durchgeführte Expertenbefragung aller 15 Präsentierenden bzw. Vortragenden zum Symposium „Wissenschaftliches Arbeiten lernen und lehren“ 2019 an der

Hochschule Coburg ergab ein deutliches Bild: Alle Angeschriebenen antworteten und kannten insbesondere das Problem „unwissenschaftlicher“ Abschlussarbeiten an HAWs, doch konnte niemand jenseits episodischer Evidenz passende Literatur empfehlen. Das stützt die Annahme, dass es sich um eine Forschungslücke handelt und der Forschungsbedarf über die HAW-Informatik womöglich hinausgeht.

2 Das Selbstverständnis der Informatik als Wissenschaft

Seit ihrer Entstehung ist die Informatik einem steten Wandel im Wissenschaftsverständnis unterworfen – das hat der Informatiker Matti Tedre umfassend aufgearbeitet (Tedre, 2015): In der Entstehungszeit liegt der Bau von Computern in den Händen der Ingenieurwissenschaften, vorrangig der Elektrotechnik, und ihre Programmierung in den Händen der Mathematik (S. 29–31). Die erste Krise im Selbstverständnis der Informatik entstand, als klar wurde, dass mathematische Beweistechniken zur formalen Verifikation von Computer-Programmen einerseits an ihre Grenzen der Umsetzbarkeit stoßen und andererseits bei Weitem nicht ausreichen, um die aufkommenden Probleme und Fragestellungen der Informatik zu lösen (vgl. Colburn, 2000, Kap. 9; Tedre, 2015, Kap. 4). Aufgrund der zunehmenden Komplexität der Hardware, aufgrund des Bedarfs nach neuen Anwendungen, des Mangels an qualifiziertem Programmierpersonal, der Unsicherheit, wie Softwareprojekte zu managen sind, und eines Mangels an Wissen rund um die Softwareentwicklung gewinnt eine ingenieurtechnische Haltung die Oberhand: Das Software Engineering entsteht und verankert einen pragmatischen Praxisansatz in der Informatik und ihrem Wissenschaftsbild (Balzert, 2011; Tedre, 2015, S. 117f.). Aber auch diese Sicht stellt sich als unzulänglich heraus. Schon in den 1980er-Jahren beginnt die Diskussion, mal sieht man die Informatik als empirische Wissenschaft, mal als Experimentalwissenschaft, mal gar als Naturwissenschaft, bisweilen versteht man sie als Sozialwissenschaft (Tedre, 2015, S. 141f.). Die Debatten verlaufen in mehreren Strängen, ohne dass sich eine Klärung oder Konvergenz einstellt; und das wirft die Frage auf, ob die Informatik als Wissenschaft des Artifizialen eine ganz eigene Wissenschaftsform repräsentiere (S. 143f.).

Wie stellt sich diese Entwicklung aus der Sicht der (west)deutschen Hochschulen dar? In den 1960er-Jahren entstehen die ersten Rechenzentren an Universitäten und technischen Hochschulen. In den 1970er-Jahren werden universitäre Informatik-Arbeitsgruppen und -Studiengänge eingerichtet. „Im Kern ist die Informatik aus dem Geist und mit Personal und Absolventen der Angewandten und manchmal auch der Reinen Mathematik gegründet worden, wenn auch von der Ingenieurseite her viele Antriebe kamen.“ (Coy, 2001, S. 3) Die Informatik in Westdeutschland ist das, was die universitäre Praxis daraus macht: „Und diese braucht in der angedachten Ausprägung als mathematisch-technisch orientierte Wissenschaft gerade keine begriffliche Klarheit für ihr Selbstverständnis. Gefragt ist statt dessen syntaktische und logische Präzision beim Programmieren und beim Schaltungsentwurf.“ (S. 7)

An den Universitäten erfolgt eine „Abgrenzung vor allem aus hochschul- und wissenschaftspolitischen Motiven“, die Bedürfnisse von Wirtschaft und öffentlicher Verwaltung bleiben unbeachtet, ein Vakuum, das „erst die Fachhochschulen, dann die Bindestrich-Informatiker – allen voran die Wirtschaftsinformatiker –“ einnehmen und mit einer praxisnahen Ausbildung füllen (Coy, 2001, S. 8). Es spiegeln sich Teile der amerikanischen Diskussion (Tedre, 2015) um das Informatikverständnis auch in Deutschland, derweil trennt sich die universitäre Informatik (die lange ein theoretisches und gleichwohl unzureichendes Grundverständnis pflegt) von der angewandten Informatik (Coy, 2001, S. 9). Hierzulande gibt es ebenso viele Versuche, die Informatik als Wissenschaft zu klassifizieren: als Ingenieurwissenschaft und/oder Struktur-, Geistes- oder formale Wissenschaft, als Technikwissenschaft, als Gestaltungs- oder Gesellschaftswissenschaft, als Brücke zwischen Natur- und Geisteswissenschaft oder als neue Grundlagenwissenschaft (S. 10f.). Es bleibt die Feststellung, dass sich die Informatik durch ihre akademische Praxis definiert und „in [der] akademischen Informatik so gut wie keine explizite Theoriebildung vorgenommen [wird], die über den mathematisch-logischen Ansatz der Theoretischen Informatik hinausginge“ (S. 11f.).

Coy (2001) sieht die Informatik Anfang 2000 als Technikwissenschaft neuen Typs (S. 16), die in ihren Erkenntniszielen über die Ingenieurwissenschaften hinausgeht, da sie sich nicht auf die Bereitstellung und Anwendung von Technik beschränkt, sondern sich mit der Analyse, Bewertung und Konstruktion symbolischer Strukturen loslöst von technischer Realisierung (S. 17). Obwohl schon immer bedeutsam drängt zunehmend der Aspekt der Gestaltung in seinen vielfältigen Facetten in den

Vordergrund: „Jedes informatische Artefakt entsteht in einer Reihe von Entscheidungen über seine Ausgestaltung.“ (S. 17) Coy ist geneigt, die Informatik in einer Vorstufe von Wissenschaft zu verorten, die sich erst in der Bewusstmachung ihrer historischen Rolle zur Wissenschaft entwickeln kann (S. 22).

Die Informatik bleibt als Technikwissenschaft neuen Typs dem Software Engineering verbunden, sie ist methodisch jenseits logisch-formaler Theorien schwach aufgestellt, reflektiert sich bei aller Mannigfaltigkeit in ihrer Essenz beispielsweise im *Computational Thinking* (Denning & Tedre, 2019) und scheint ihre Gestaltungsorientierung zu entdecken, die bis in den kulturellen, wirtschaftlichen, sozialen Bereich der Gesellschaft hineinreicht (GI e.V, 2006). In dieser Gemengelage ist die Informatik keiner Wissenschaft eindeutig zuzurechnen. Das lässt Studierende und Lehrende insbesondere an HAWs „zwischen den Stühlen stehen“: Zwar hat die Informatik eine mathematisch-formale Grundlegung, aber die HAWs haben per Auftrag anwendungsorientiert zu sein. So fällt die wissenschaftlich geforderte Auseinandersetzung mit Informatik-Themen, das zeigt die Analyse von Modulbeschreibungen im nächsten Kapitel, in ihrem Praxisbezug notwendig ingenieurmäßig konstruktiv und programmierend gestaltend aus. Wenn man nicht weiß, wie praktisch-anwendungsorientiertes Handeln mit welchem Wissenschaftsverständnis einhergehen soll, dann – so ist zu vermuten – kommt es einer paradoxen Intervention gleich, beides zusammendenken zu müssen.

3 Wie wissenschaftlich ist das Informatik-Studium an einer HAW?

In den zwei folgenden Unterkapiteln stelle ich die Ergebnisse einer qualitativen Untersuchung vor (Herzberg, 2019), die sich auf eine Indiziensuche gemacht hat, dem Problem nachzuspüren, inwieweit sich dieses unaufgelöste wissenschaftliche Selbstverständnis in der HAW-Informatik bemerkbar macht.

3.1 Wie viel Wissenschaft steckt in den Modulhandbüchern?

Die erste Studie untersucht, ob Lehrmodule von Informatik-Studiengängen an HAWs ausdrücklich eine Wissenschaftlichkeit in ihren Inhalten, Lernzielen etc. ausweisen. Dazu habe ich deutschlandweit alle Studiengänge betrachtet, die der sogenannten Praktischen Informatik zuzuordnen sind (Rechenberg, 2000, S. 19–22); das ist – verkürzt gesagt – eine Klassifizierung von Studiengängen an HAWs, die meist als Studienfach die Bezeichnung „Informatik“ tragen. Von den ermittelten 39 Studiengängen flossen schlussendlich 31 in die Studie ein. Aus den Modulbeschreibungen wurden diejenigen Module identifiziert, die das Abschlusssemester mit der Bachelorthesis enthalten, und die Module, in denen sich der Wortanteil „wissenschaft“ für Wörter wie „Wissenschaft“ oder „wissenschaftlich“ findet. Ein solches Vorgehen filtert entsprechend „nur“ die explizit formulierten Ansprüche heraus, die sich mit Wissenschaftsorientierung verbinden; was tatsächlich in den Lehrangeboten der Module gelehrt und gelernt wird, bleibt außen vor. Nichtsdestotrotz sollte es auf diesem Wege möglich sein, erste Anhaltspunkte zu gewinnen.

Die Modulbeschreibungen wurden qualitativ inhaltsanalytisch ausgewertet mit dem Ziel, zu eruieren, inwieweit diese Beschreibungen Wissenschaftsorientierung signalisieren. Methodisch kommt Mindmapping zum Einsatz, das Hugl (1995) als Verfahren in die Inhaltsanalyse eingebracht hat unter theoretischem Bezug auf die damalige Auflage von Mayring (2015); Details dazu sind in Herzberg (2019) zu finden. Da die Grenzen zwischen Inhalten, Zielen und Kompetenzen oft verschwimmen, wurde der vollständige Text einer Modulbeschreibung nach inhaltlichen Aussagen analysiert.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Das Schlüsselwort „wissenschaft(lich)“ taucht abseits der Modulbeschreibungen zur Bachelorthesis und zum wissenschaftlichen Arbeiten mit wenigen Ausnahmen *nicht* auf. Die Modul Inhalte zur Bachelorarbeit kennzeichnet stattdessen eine Herangehensweise, die man als lösungsorientiert bezeichnen kann. Die Module zur Bachelorarbeit formulieren als Ziel die Problemlösung einer praxisbezogenen, informatischen Problemstellung, so zeigt es die Analyse zur Aufgaben- bzw. Problemstellung. Noch deutlicher tritt das bei der Analyse der Arbeitsweise mit Bezug auf das Vorgehen bzw. die Systematik in den Vordergrund, was berechtigt, die Problemlösungsorientierung als ingenieurmäßig zu deuten. Diese Lösungsorientierung findet sich ebenso in den analysierten Lösungsmerkmalen, die eben nicht irgendeine wissenschaftliche oder methodische

Kompetenz einfordern, sondern eine gewisse Originalität und Selbstständigkeit in der Bearbeitung und eine Anwendung der Studieninhalte erwarten. Die Module zur Bachelorarbeit klären nicht, was Wissenschaft in der Informatik ist. Von den untersuchten Studiengängen bietet etwa die Hälfte (15) ein Modul mit Inhalten zum wissenschaftlichen Arbeiten an. Nur zwei davon behandeln die Frage „Was ist Wissenschaft?“. Diese Module befassen sich mit den Inhalten, den Stilformen und Arbeitsweisen des wissenschaftlichen Arbeitens, ohne das Spezielle der Informatik zu thematisieren.

Diese Resultate lassen sich meiner Einschätzung nach folgendermaßen deuten: Die akademische Lösungsorientierung mit Ingenieursmethode und die geringe Wissenschaftsausrichtung passen zu einem strukturellen Merkmal des Informatik-Studiums, was sich – nach meiner Wahrnehmung – sowohl in der Lehre als auch der Abschlussarbeit zeigt. Betrachtet man die Homepages von Lehrenden, so stellen sie sich an HAWs weniger als Wissenschaftstreibende dar als vielmehr als erfahrene Praktiker*innen, ihre Veranstaltungen referenzieren eher wenig an wissenschaftlicher Literatur. Die Berufungskriterien (mind. 3 Jahre Berufstätigkeit in der Praxis) fördern das vermutlich. Der Bachelorarbeit geht in aller Regel eine Praxisphase von drei Monaten voraus, die oft in einem Unternehmen mit Regionalbezug absolviert wird. Nicht selten wird die Bachelorarbeit im Sinne der Anwendungs- und Praxisnähe im Anschluss an die Praxisphase bei dem gleichen Unternehmen durchgeführt und thematisch oft an das Praxisthema gekoppelt. Die Praxisphase dient als Einarbeitung in das Umfeld des Bachelorthemas und als Vorarbeit zum Bachelorprojekt. Das macht verständlich, dass es die geforderte Wissenschaftlichkeit in einem wirtschaftlichen Umfeld schwer hat, sich eine praxisnahe Lösungsorientierung in diese Konstruktion jedoch sehr gut einpasst.

3.2 Nehmen Bachelorarbeiten Anschluss an Wissenschaft?

An die vorausgegangenen Überlegungen schließt sich die Frage an, ob sich in Bachelorthesen ein geringer Wissenschaftsbezug nachweisen lässt. Laut Prüfungsordnungen und über die Module zum wissenschaftlichen Arbeiten und zur Bachelorarbeit haben Studierende den Auftrag, ihre Abschlussarbeit nach wissenschaftlichen Kriterien und Methoden durchzuführen. Aber was macht eine wissenschaftliche Arbeit, speziell eine Bachelorthesis, zu einer wissenschaftlichen Arbeit? Es findet

sich z. B. in Bänsch und Alewell (2013) eine umfangreiche Kriterienliste zur Beurteilung wissenschaftlicher Arbeiten (S. 9ff.). Eine Eigenschaft dieser und ähnlicher „Checklisten“ ist, dass sie ihre Kriterien als offene Fragen formulieren. Die Beantwortung solcher Fragen hängt von subjektiven Einschätzungen und Bewertungen ab; es sind kaum objektivierbare Maßstäbe anlegbar. Ein derartiger Zugang zur Bewertung der Wissenschaftlichkeit einer Abschlussarbeit schied aus.

Wenn eine Abschlussarbeit Anschluss an Wissenschaft sucht, so der grundlegende Gedanke, dann muss sich das mindestens im Literaturverzeichnis durch fachwissenschaftliche Quellenangaben niederschlagen. Dies wäre ein Minimalkriterium, das zwar noch keine Aussage über die wissenschaftliche Qualität erlaubt, aber ein Indikator dafür ist, dass überhaupt wissenschaftlich gearbeitet wurde. Die zweite Studie untersuchte das Literaturverzeichnis von sechs HAW-Bachelorthesen aus der Informatik; die Auswahl der Arbeiten erfolgte zufällig, die Arbeiten lagen anonymisiert vor. Die Annahme ist, dass eine Thesis ihrer Belegpflicht zu den verwendeten Quellen nachkommt und eine Kategorisierung und Auswertung der Quellen eine erste Bewertung des Anschlusses an Wissenschaft bzw. an die gelebte Praxis erlaubt. Methodisch wurden zuvor wissenschaftliche Quellenarten (z. B. Beiträge von Symposien, Workshops, Zeitschriften mit bzw. ohne Peer-Review) sowie Praxismaterial (z. B. Programmier-Zeitschriften, technische Dokumentation und Standards) als auch sonstige Quellen (z. B. Foliensätze und Skripte von Lehrenden) kategorisiert und nach ihrer Qualität kodiert.

Die Ergebnisse lauten zusammenfassend wie folgt: Von den insgesamt 272 Quellenangaben sind 169 praxisbezogene Artikel/Beiträge, was 62% ausmacht. Ein weiterer Großteil fällt auf praxisbezogene Entwicklerdokumentation ($n = 49$, 18%). Damit sind 80% der Quellen der Praxis zuzuordnen. Insgesamt werden neun wissenschaftliche und fünf praxisorientierte Fachbücher referenziert. Eine einzige Arbeit aus dem Sample nimmt auf alle 21 als wissenschaftlich klassifizierte Quellen Bezug. Einen sehr geringen Anteil von 7% machen Verweise auf Standards, Hilfsmaterialien und sonstige Materialien aus; wissenschaftliche Poster und praxisorientierte Printmagazine werden überhaupt nicht referenziert.

Des Weiteren ist festzustellen: (1) Die Einträge im Literaturverzeichnis weisen qualitativ erhebliche Mängel auf, die Konventionen für Quellenangaben werden nicht eingehalten – das gilt für alle gesichteten Arbeiten. Sehr verbreitet sind Angaben von Weblinks. (2) Das verwendete Kodierschema für die Praxisquellen reichte bei

Weitem nicht aus, um ihre Vielfalt wiederzugeben. Es gibt z. B. Einträge zu Programmcode-Quellen, Erklärvideos und zu Firmenseiten. (3) Auch triviale Referenzen sind nicht unüblich, z. B. zur Formatvorlage der Bachelorthesis, dem Logo des Fachbereichs, zu Einträgen im Duden bzw. im Wiktionary, dem Wörterbuch der Wikimedia-Stiftung.

Bei der Interpretation der Resultate ist zu berücksichtigen, dass es sich hier nicht um eine repräsentative Stichprobe handelt. Dennoch fällt auf, dass die Ergebnisse bemerkenswert sind. Stichproben weiterer Literaturverzeichnisse haben mir Kollegen von anderen HAWs zukommen lassen, die das Gesamtbild erhärten. Es gibt die eine oder andere Ausnahme, d. h. Arbeiten, die deutlich wissenschaftlich ausgerichtet sind, doch generell scheint zu gelten: Die Bachelorthesen beziehen sich nur in Ausnahmefällen auf wissenschaftliche Beiträge von Konferenzen, Workshops, Zeitschriften etc. Im Zentrum der praxisorientierten Arbeit steht der Internetlink, der offenbar eine Belegfunktion erfüllt, um eine Entwicklungsarbeit in den herangezogenen Informationsquellen nachvollziehbar und transparent zu machen.

4 Wissenschaftstheorie als Orientierung und Anregung zur Auflösung

4.1 Ein Spannungsfeld ohne Auflösung

Es wäre eine gewagte Hypothese, den Lehrenden in der Informatik an den HAWs einen Unwillen zur Wissenschaft und den Studierenden eine Unfähigkeit zum wissenschaftlichen Arbeiten zu unterstellen. Tatsache ist lediglich, dass strukturell bedingt weniger Wissenschaft an HAWs stattfindet als an Universitäten und dass die Praxisausrichtung der HAWs eine hochschulgesetzliche Verankerung hat. Die Verletzung der wissenschaftlichen Form ist jedoch nachweisbar (auch wenn weitere Studien folgen müssten) und wird, so meine Beobachtung, von vielen Betreuenden und Gutachtern geduldet. Man könnte das folglich als Anzeichen für eine Symptomatik halten. Meine Annahme ist, dass alle am Studiensystem beteiligten Akteure Anpassungsleistungen vollbringen, wenn es gilt, Widersprüche aufzulösen, die anders nicht auflösbar zu sein scheinen:

Studierende und Betreuende sind in der Not, eine in der Praxis und an wirtschaftlichen Belangen ausgerichtete Arbeit, die sich durchaus an den methodischen Gepflogenheiten der Ingenieursdisziplinen und der Projektarbeit orientiert, in ein Gewand der Wissenschaft zu kleiden, das an vielen Stellen nicht richtig sitzt – um es einmal metaphorisch zu formulieren. Statt einer Forschungsfrage gibt es eine Problemstellung, statt einer z. B. empirischen Methode gibt es (im Fall der Informatik) softwaretechnische Arbeitsschritte zu durchlaufen (wie z. B. Analyse, Entwurf, Implementierung, Test), statt eine Erkenntnis zu diskutieren, ist eine Lösung vorzustellen, statt wissenschaftlicher Qualität gibt es eine Entwicklungsqualität. Es wirkt so, als versuchten die Studierenden in ihren Bachelorthesen eine dem wissenschaftlichen Arbeiten entsprechende Gestalt zu geben, die dem äußeren Bild nach wissenschaftlich aussieht, es vom Wissenschaftsanschluss jedoch nicht ist.

4.2 Eine Rückbesinnung auf die Wissenschaftstheorie

Der Philosoph Hans Poser legt dar, dass es nicht der Gegenstand ist, der die traditionelle Wissenschaft von der Natur von den Technikwissenschaften unterscheidet, die sich vermeintlich mit Artefakten befassen (Poser, 2012): Das sei zu gegenständlich gedacht (S. 314f.). Die Unterschiede zeigen sich nach Poser in den Methoden und vielmehr noch in den Zielen. Die Naturwissenschaften suchen nach allgemeingültigen Gesetzen, nach Erkenntnis, die Technikwissenschaften nach besseren Lösungen. In dem einen Fall geht es um einen Wahrheitsbegriff und Deskription, im anderen Fall um einen (Be-)Wertungsbegriff und Zielorientierung (S. 317).

Es ist überaus gewinnbringend, sich als Informatikerin bzw. Informatiker mit der Philosophie der Technikwissenschaften zu befassen. Das hat Luft (1988) schon sehr früh mit seinem Buch „Informatik als Technik-Wissenschaft“ erkannt, doch es scheint in Vergessenheit geraten zu sein. Die Wissenschaftstheorie hat die Technikwissenschaften lange Zeit ignoriert, doch die Einrichtung von Lehrstühlen zur Technikphilosophie vor der Jahrtausendwende hat dazu geführt, dass mittlerweile eine ausgearbeitete Technikphilosophie vorliegt.

Die Technikwissenschaften suchen nach „*Mitteln für ein Ziel*“ (Poser, 2012, S. 318, Hervorhebung im Original). Mittel „sind Prozesse oder Artefakte, die einen Zustand A in einen Zustand B überführen, wobei A als eine Situation aufgefasst wird, die im Hinblick auf einen Wert W unbefriedigend ist, während der Zustand B als ein

Ziel solcher Art verstanden wird, dass es einen Wert *W* instanziiert. Dabei können die dahinterstehenden Werte sehr unterschiedlicher Art sein.“ (S. 318) Diese Überführungsleistungen der Mittel versteht man als die Funktionen, die von den Mitteln erfüllt werden, und eine Funktion versteht sich nur im Blick auf Ziele (S. 319). Das Denken in Funktionen erlaubt es, ein Mittel durch ein anderes Mittel zu substituieren bei Erhalt der Funktion (S. 320). Auch Ziele lassen sich substituieren bei Erhalt der Werte.

Funktionen und Werte begründen die Notwendigkeit, eine Handlungs- und eine Wertetheorie in die Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften zu integrieren. Darin drückt sich ein System der Wissenschaften aus, das laut König (2010, S. 64) auf Simon (1996) zurückgeht, siehe Abb. 1. Es genügt nicht, die Technikwissenschaften als Anwendung empirischer Wissenschaften zu erklären, weil es insbesondere den Einbezug einer Handlungstheorie ignoriert (Poser, 2012, S. 318, 321). Anders ausgedrückt: Dem Anwendungsbegriff fehlt eine wissenschaftstheoretische Fundierung und Einordnung, und er klärt nicht, was „angewandte Wissenschaft“ sein soll.

GEISTESWISSENSCHAFTEN	HANDLUNGSWISSENSCHAFTEN	NATURWISSENSCHAFTEN
<ul style="list-style-type: none"> - Geschichte - Literatur - Philosophie - usw. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sozialwissenschaften - Technikwissenschaften - Medizin - usw. 	<ul style="list-style-type: none"> - Physik - Chemie - Biologie - usw.

Abb. 1: Ein System der Wissenschaften (König, 2010, S. 64)

Die Technikwissenschaften streben nach Wertschöpfung und Entwicklung von technischen Artefakten bzw. Prozessen, was nach einer Wertetheorie und einer Handlungstheorie zur Fundierung ruft. Dem Experiment steht hier die Regel in Form von Verfahrens- und Gestaltungsregeln gegenüber, wobei Regeln vorrangig effektiv zu sein haben und in zweiter Linie effizient sein können (Poser, 2012, S. 322). Die Technikwissenschaften müssen auf gesellschaftliche Werte und Zielvorstellungen eingehen (vgl. König, 2010, S. 67), sie verstehen und interpretieren, sie müssen vor allem unter lokalen Bedingungen und ihrer Veränderung über die Zeit, kurz mit der

Besonderheit und Einzigartigkeit gegebener Situationen operieren können. „In einer methodologischen Perspektive betrachtet, führt dies also auf das bekannte Problem des Verstehens von Einmaligkeit, auf das die geisteswissenschaftliche Hermeneutik eine Antwort zu geben sucht! Genau dieses muss aber schon in den Technikwissenschaften antizipiert werden.“ (Poser, 2012, S. 327) Dieser Aspekt wird von der sogenannten Technikhermeneutik berücksichtigt.

Die Technikwissenschaften haben schon immer interwissenschaftlich agiert: Wo notwendig, hilfreich und nutzbringend wird auf naturwissenschaftliche Erkenntnis zurückgegriffen für ein kausales Verständnis von Wirkzusammenhängen. In dem Sinne bedienen sich die Technikwissenschaften bei den Naturwissenschaften als Hilfswissenschaften, in ähnlicher Weise wird auf die Mathematik, die Wirtschafts- und die Sozialwissenschaften zurückgegriffen (Banse, Grunwald, König & Ropohl, 2006, S. 194–237).

Einen besonderen Stellenwert hat das Experiment. Das Experiment wird im Sinne der Finalisierungsthese genutzt, die Brauchbarkeit und Effizienz einer technischen Gestaltungsarbeit zu validieren (nicht zu verifizieren!) (Poser, 2012, S. 323).

Abbildung 2 pointiert das Wechselspiel zwischen Erkennen und Gestalten (Banse et al., 2006, S. 344): In die Gestaltung fließt Wissen ein, das Produkte hervorbringt, die zu Erkenntnissen führen, die das technologische Wissen mehrten. Erkennen und Wissen sind konstitutiv verschränkt mit Gestalten und Produkten.

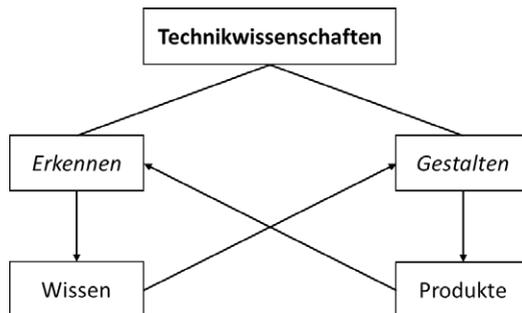


Abb. 2: Wechselbeziehung Erkennen und Gestalten, nach Banse et al. (2006, S. 344)

Überraschend ist, dass die Informatik diese wissenschaftstheoretische Entwicklung nicht begleitet oder mindestens aufgegriffen und in Teilen in ihr wissenschaftliches Selbstverständnis integriert hat.

5 Die Wiedergewinnung des Wissenschaftlichen

Ein Wissenschaftsverständnis, das statt auf einer Wahrheitstheorie auf einer Wertetheorie begründet ist und ein Wechselspiel von Erkennen und Gestalten in den Ausdrucksformen von Wissen und Produkten zur Grundlage hat, ist überaus verträglich mit Problemen und Aufgabenstellungen der Praxis, die sich nach wirtschaftlichen wie auch gesellschaftlichen Fragestellungen ausrichten. Das Problem der HAW-Informatik scheint nicht ihr Anwendungsbezug und ihre Praxisorientierung zu sein. Ihre technik- und handlungswissenschaftlichen Aspekte, die zwischen Entwicklung und Erkenntnisbildung oszillieren, sind eine Eigenschaft, die man in einem anwendungs- und praxisorientierten Bezugskontext als wissenschaftsimmanente Merkmale verstehen und begreifen und als konstitutiv aufgreifen könnte. Die Technikphilosophie bietet dazu einen wissenschaftstheoretischen Einstiegspunkt, der – bezogen auf die Fallstudie – der HAW-Informatik dazu verhelfen könnte, zu einer eigenen Form an Wissenschaftsbezug und -verständnis zu finden. Erste entsprechende curriculare Anpassungen im Modul „Wissenschaftliches Arbeiten in der Informatik“ in meinem Fachbereich deuten an, wie sich das Forschungsverhalten der ersten Studierenden ändert, die für ihre Abschlussarbeit selbstständig explizit nach einem Wissenschaftsanschluss suchen und ihn thematisieren. Auch hat das zu einem interkollegialen Dialog über die Wissenschaftlichkeit der HAW-Informatik geführt. Weitere Forschung ist nötig, möchte man den exemplarisch nachgespürten Problemen weiter nachgehen.

Literaturverzeichnis

Balzert, H. (2011). *Lehrbuch der Softwaretechnik: Entwurf, Implementierung, Installation und Betrieb* (3. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Bänsch, A. & Alewell, D. (2013). *Wissenschaftliches Arbeiten* (11.). München: Oldenbourg Verlag.

Banse, G., Grunwald, A., König, W. & Ropohl, G. (Hrsg.). (2006). *Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften*. Berlin: Edition Sigma. <https://doi.org/10.5771/9783845267166>

Colburn, T. R. (2000). *Philosophy and Computer Science* (Explorations in philosophy). Armonk, NY: M.E. Sharpe.

Coy, W. (2001). Was ist Informatik? Zur Entstehung des Faches an den deutschen Universitäten. In J. Desel (Hrsg.), *Das ist Informatik* (S. 1–22). Berlin, Heidelberg: Springer.

Denning, P. J. & Tedre, M. (2019). *Computational thinking* (The MIT Press essential knowledge series). Cambridge, Mass.: MIT Press.

Gesellschaft für Informatik e.V. (2006). *Was ist Informatik? Unser Positionspapier* (GI e.V, Hrsg.). <https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/was-ist-informatik-lang.pdf>

Herzberg, D. (2019). *Die Bachelorarbeit in der Praktischen Informatik im Spagat zwischen Wissenschaftsanspruch und Wirklichkeit*. Masterarbeit (Abgabe, 6.12.2019). Universität Hamburg, Hamburg.

Hugl, U. (1995). *Qualitative Inhaltsanalyse und Mind-Mapping. Ein neuer Ansatz für Datenauswertung und Organisationsdiagnose* (nbf: neue betriebswirtschaftliche forschung, Bd. 151). Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-11216-7>

Kehm, B. M. (Bundeszentrale für politische Bildung, bpb, Hrsg.). (2015, 28. April). *Deutsche Hochschulen: Entwicklung, Probleme, Perspektiven*. <https://www.bpb.de/gesellschaft/bildung/zukunft-bildung/205721/hochschulen-in-deutschland>

König, W. (2006). Geschichte der Technikwissenschaften. In G. Banse, A. Grunwald, W. König & G. Ropohl (Hrsg.), *Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften* (S. 24–37). Berlin: Edition Sigma.

König, W. (2010). Werte, Wissen und Wissensintegration in den Technikwissenschaften. Systematische und historische Betrachtungen. In K. Kornwachs (Hrsg.), *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen* (Acatech diskutiert, S. 63–80). Berlin, Heidelberg: Springer.

Land Hessen. Hessisches Hochschulgesetz. HHG. <https://www.rv.hessenrecht.hessen.de/bshe/document/jlr-HSchulGHE2010V6P5>

Luft, A. L. (1988). *Informatik als Technik-Wissenschaft. Eine Orientierungshilfe für das Informatik-Studium*. Mannheim, Wien, Zürich: BI Wissenschaftsverlag.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (Beltz Pädagogik, 12., überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz.

Pahl, J.-P. (2018). *Fachhochschule. Von der Fachschule zur Hochschule für angewandte Wissenschaften*. Bielefeld: wbv. <https://doi.org/10.3278/6004670w>

Poser, H. (2012). *Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung* (Reclams Universal-Bibliothek, Bd. 18995, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart: Philipp Reclam jun.

Rechenberg, P. (2000). *Was ist Informatik? Eine allgemeinverständliche Einführung* (3. Aufl.). München, Wien: Hanser.

Simon, H. A. (1996). *The Sciences of the Artificial* (3. ed., [Nachdr.]. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Tedre, M. (2015). *The Science of Computing. Shaping a Discipline*. Boca Raton, Florida: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Autor



Prof. Dr. Dominikus HERZBERG || Technische Hochschule
Mittelhessen || Wiesenstr. 14, D-35390 Gießen

<https://www.thm.de/mni/dominikus-herzberg>

dominikus.herzberg@mni.thm.de

Auf dem Weg zu einer Wissenschaftsdidaktik für die HAW-Informatik

Dominikus Herzberg

Zusammenfassung: *Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAWs) unterscheiden sich von ihrer historischen Herkunft, ihrer gesetzlich verankerten Ausrichtung und ihren Strukturen von den Universitäten. HAWs proklamieren die Anwendungsorientierung ihrer Lehre und Forschung und die Nähe und Verknüpfung von Lehre und Ausbildung mit der beruflichen Praxis. Es ist nicht die wissenschaftliche Laufbahn, die für ihre Studierenden im Vordergrund steht, sondern die Anschlussoption an eine qualifizierte Tätigkeit in einer akademisierten beruflichen Praxis. Unter diesen Rahmenbedingungen ist es eine Herausforderung, eine disziplinäre Wissenschaftsdidaktik zu entwickeln. Ein Weg soll hier für die HAW-Informatik skizziert werden. Erschwerend kommt dazu, dass die Informatik mit ihrem wissenschaftlichen Selbstverständnis ringt.*

Schlagworte: *Wissenschaftsdidaktik, Informatik, Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW), Forschung und Lehre, Praxis und Theorie, Wissenschaftstheorie*

1 Einleitung

Die Informatik ist zweifellos eine Wissenschaft; sie weist alle Merkmale einer Wissenschaft auf: Sie hat ihre Gegenstandsbereiche, Mittel und Methoden und ist institutionalisiert (Poser, 2012, S. 314–318). Das heißt aber insbesondere für die Informatik nicht, dass ihr wissenschaftliches Selbstverständnis geklärt wäre. Und es wirft eine interessante Frage auf: Ist es bei diesem Mangel an Übereinkunft darüber, was die Informatik als Wissenschaft ausmacht, überhaupt möglich, eine disziplinäre Wissenschaftsdidaktik für die Informatik zu entwerfen? Dieser Beitrag zeigt auf, dass dies möglich ist und welche Probleme damit verbunden sind; er versteht sich in diesem Sinne als Skizze zu einem

wissenschaftsdidaktischen Erschließungsprozess, der auch für andere Disziplinen von Interesse sein könnte.

Wenn es ein wissenschaftliches Selbstverständnis gäbe, dann – so wäre es zu erwarten – hätte es einen Niederschlag in einer Philosophie bzw. Wissenschaftstheorie der Informatik gefunden. Fakt jedoch ist: Eine allseits anerkannte wissenschaftstheoretische Fundierung für die Informatik als Wissenschaft gibt es nicht. Wissenschaftshistorisch arbeitet das Tedre (2015) auf: Die Informatik hat sich in einem steten Wandel ihres Selbstbildes schon vielen Disziplinen zugehörig und besonders assoziiert gefühlt: der Mathematik, den Ingenieurwissenschaften, den Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften. Oder ist die Informatik die Wissenschaft des Artifizialen? Als identitätsstiftend hat sich keine dieser Zuordnungen erwiesen. Denning und Tedre (2019) versuchen folglich die Informatik als eigene Wissenschaftsform zu denken.

Im deutschsprachigen Raum sieht Coy (2001) in der Informatik eine gestaltungsorientierte Technikwissenschaft neuen Typs, die sich jedoch in einem präwissenschaftlichen Stadium befinde. Tatsächlich gibt es mit Luft (1988) schon sehr früh einen Versuch, die Informatik als Technikwissenschaft zu verstehen. Mit den technikphilosophischen Arbeiten von Kornwachs (2012) und anderen (vgl. Kornwachs, 2010) liegt eine ausgearbeitete Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften vor, die fruchtbaren Eingang in die Wissenschaftsphilosophie gefunden hat (vgl. Poser, 2016) und durchaus Zugänge zur Informatik eröffnet (Herzberg, 2019). Dennoch bleibt zu konstatieren, dass die Informatik nicht auf eine Technikwissenschaft reduzierbar ist. Das technisch Konstruktive der Technikwissenschaften ist von einer anderen Qualität als das, was programmierend gestalterisch mit einem Computer möglich ist: Simulationen, virtuelle Weltenschöpfungen, eingebettete Systeme, Vernetzung, Waren-Wirtschaftssysteme, industrielle Steuerungen wie auch unternehmensweite Prozess- und Ressourcensteuerung, Consumer-Apps, Künstliche Intelligenz – all das und vieles mehr scheint bis auf den heutigen Tag für die Wissenschaftstheorie schwer im Kern und vom informatischen Wesen zu fassen zu sein. Das hat auch innerhalb der Informatik nicht zu einem Konsens darüber geführt, was jenseits logisch-formaler Grundlagen des Rechnens und des Algorithmischen gemeinsam und konstitutiv für die Informatik in ihrer Vielfalt ist. Es bleibt offen, ob dem Tun der Informatik überhaupt eine konsistente und durchgängige philosophische, wissenschaftstheoretische Fundierung unterlegt werden kann. Überraschend ist aber auch, dass die Informatik die Erkenntnisse der Technikphilosophie bislang kaum aufgegriffen und verarbeitet und wenigstens in Teilen in ein mögliches wis-

senschaftstheoretisches Selbstverständnis integriert hat (Herzberg, 2022). Über die Gründe kann man nur spekulieren: Die Informatik ist in ihrer Entwicklung als Wissenschaft derart erfolgreich und in ihrer Durchdringung aller Lebensbereiche und vieler anderer Wissenschaften derart ubiquitär, dass der wissenschaftstheoretischen Klärung anscheinend keine Priorität eingeräumt werden muss. Man kann offensichtlich Wissenschaft betreiben, ohne dass es dazu eines theoretischen oder philosophischen Konzepts zur Reflexion und Klärung der eigenen Wissenschaft bedürfte.

Nun erachte ich einen wissenschaftstheoretischen Ansatz dennoch als elementar für eine Wissenschaftsdidaktik (Herzberg, 2022). Allerdings scheint es mir so zu sein – und insofern ist die Informatik ein lehrreiches Beispiel –, dass es gar nicht erforderlich ist, auf einer ausgearbeiteten oder ausgereiften disziplinären Wissenschaftstheorie oder -philosophie aufzusetzen. Ich verstehe die Wissenschaftsdidaktik als eine handlungstheoretische Rahmung, die ein wechselseitiges Verhältnis von Theorie und Praxis beschreibt, das ein inhärent didaktisches ist, leitgebend für die Gestaltung und den Zusammenhang von Forschung und Lehre sein kann und bildungswissenschaftlich beforschbar und entwickelbar ist mittels eines gestaltungsbasierten Forschungsansatzes (Herzberg, 2020). Deshalb halte ich es für hinreichend, sich mit einer wissenschaftstheoretischen Rahmung zu begnügen, die sich sparsam an einer konkreten Disziplin orientiert, dafür jedoch eine Wesensart des Forschens in ihrem Kern zu erfassen sucht. Ein metawissenschaftlicher Diskurs wiederum bringt das Spezifische zurück in eine disziplinäre Wissenschaftsdidaktik.

Da ich selbst Informatik an einer Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) lehre, setze ich die wissenschaftstheoretische Rahmung an der Stelle an, die besonders kennzeichnend für die dort praktizierte Art der Wissenschaft ist: Forschung & Entwicklung. Dieser Rahmen ist sicher nicht auf die Informatik beschränkt, er schließt viele der technischen Disziplinen an HAWs mit ein und dürfte auch im universitären Kontext durchaus Gültigkeit haben. Entscheidend ist mir jedoch, die Wissenschaftsdidaktik von einer HAW-Perspektive aus zu denken – das ist neu und kommt seit der Entstehung des Begriffs der Wissenschaftsdidaktik zu kurz, die fast durchgängig universitär gedacht wird (Herzberg, 2020). Abschnitt 2 bietet im ersten Schritt einen Einstieg in eine HAW-orientierte wissenschaftstheoretische Rahmung von Forschung & Entwicklung. In einem zweiten Schritt hole ich in Abschnitt 3 das Disziplinäre zurück, indem ich den erwähnten unabgeschlossenen Diskurs zum Wissenschaftsverständnis durch eine metawissenschaftliche Analyse aufarbeite. Als metawissenschaftlich bezeichne ich die Selbstreflexion einer

Wissenschaft, die ja auch unabhängig von einem wissenschaftstheoretischen Zwischenstand (existiere er oder nicht) laufend stattfindet. Hierzu habe ich die Ausgaben der Zeitschrift »Informatik Spektrum« der letzten 26 Jahre ausgewertet. Die Analyse weist auf eine gewisse Stimmigkeit und Anschlussfähigkeit zum gewählten wissenschaftstheoretischen Rahmen hin und liefert weitere Impulse für eine disziplinäre wissenschaftsdidaktische Auseinandersetzung. Abschnitt 4 schließt den Text mit einem Fazit ab.

2 Forschung & Entwicklung als Modus angewandter Wissenschaft

In diesem Abschnitt entwickle ich ein Modell für den Modus angewandter Wissenschaft, der Forschung & Entwicklung heißt. Das forschende Lernen wird sich für Forschung & Entwicklung als wissenschaftsdidaktisches »Zentrum« ergeben. Für die HAW-Informatik mit ihrer starken Neigung, sich sehr auf die berufliche Praxis zu fokussieren, ist es in diesem Zusammenhang ein wichtiger Punkt, Tätigkeiten in Forschung & Entwicklung verstärkt unter dem Aspekt eines Erkenntnisinteresses in den Blick zu nehmen.

2.1 Ein Modell von Forschung & Entwicklung

Das in Abbildung 1 dargestellte Modell zu Forschung & Entwicklung bezieht sich auf die Klasse von wissenschaftlichen Disziplinen, die sich als angewandte Wissenschaften verstehen oder als solche gelehrt werden; weiter noch könnte man den Rahmen ziehen, wenn man all die Handlungswissenschaften einschließt, für die ein Bezug zwischen Forschung & Entwicklung (F&E) zentral für das Wissenschaftshandeln ist. Für die Informatik, die an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften gelehrt wird, trifft das ebenso zu wie für viele universitäre Informatik-Studiengänge, auch wenn dort oft verstärkt auf eine Grundlegung im Sinne der Theoretischen Informatik Wert gelegt wird.

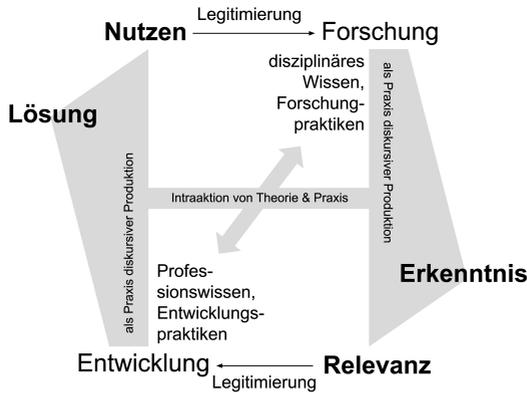


Abb. 1: Angewandte Wissenschaft als Forschung & Entwicklung

Forschung & Entwicklung (F&E) meint den Modus von angewandter Wissenschaft, in dem beides, die Forschung und die Entwicklung, untrennbar zusammenfindet (vgl. Adam, 2004, S. 63). Die Darstellung in Abbildung 1 trennt die Anteile analytisch auf. Forschung und Entwicklung haben ihre eigenen Verständnisse und Bezüge zu Theorie und Praxis: Forschung geht einher mit disziplinärem Wissen und Forschungspraktiken, Entwicklung mit Professionswissen und Entwicklungspraktiken (zum Thema der Praktiken vgl. Füssel, 2021, Kap. 4). Forschung verstehe ich als eine Praxis diskursiver Produktion von Erkenntnis und von Relevanz dieser Erkenntnis unter Einsatz disziplinären Wissens und mittels Praktiken der Forschung. Unter diskursiver Produktion ist das Hervorbringen von etwas unter diskursiven Bedingungen gemeint; die spezifischen Ausprägungen dieser diskursiven Bedingungen können vielfältig sein und z.B. in der Verständigung über wissenschaftliche Vorgehensweisen als methodische oder methodologische Rahmenseetzungen ausgehandelt sein. Entwicklung verstehe ich entsprechend als eine Praxis der diskursiven Produktion und Realisation einer Lösung und der Bewertung ihres Nutzens unter Einsatz von Professionswissen und mittels Praktiken der Entwicklung.

Diese analytische Gegenüberstellung lässt die Forschung wie auch die Entwicklung als eigenständige Praxen und Wissensbereiche erscheinen. Man kann z.B. eine Software, ein Produkt, eine Maschine, eine Dienstleistung

oder einen Prozess entwickeln ohne Bezug auf die Forschung zu nehmen; das dürfte auf einen großen Anteil der alltäglich in den Betrieben und Unternehmen geleisteten Entwicklungsarbeit zutreffen. Dass dies ebenso reflektiert und methodisch wie in der Wissenschaft vonstattengehen kann und das Professionswissen ebenso wie die Entwicklungspraktiken verändert, sei unbestritten. Ebenso kann sich die Forschung mit der Erweiterung, Rezeption und Reflektion ihres Wissens und ihrer Praktiken befassen, damit Erkenntnis und Relevanz hervorbringen, ohne sich auf die Entwicklung einer nutzenstiftenden Anwendung einzulassen; ein einfaches Beispiel ist das Literatur-Review. Diese Eigenständigkeiten von Forschung und Entwicklung gehen verloren, wenn sich die Forschung aus dem Nutzen der Lösung und die Entwicklung aus der Relevanz der Erkenntnis legitimiert und in die Praxis der diskursiven Produktion einfließt. In diesem wechselseitigen Verweis der Legitimation und der gegenseitigen Einflüsse in den diskursiven Produktionen verschwimmen die Grenzen von disziplinärem und professionellem Wissen und die Grenzen von Entwicklungs- und Forschungspraktiken. Jedoch tritt in den schlussendlich hergestellten Produkten, der Lösungsumsetzung und dem Erkenntnisgewinn, diese Trennung wieder hervor. So manifestiert sich eine Anwendung etwa als eine Künstliche Intelligenz (KI) zur Erzeugung von Bildern aus Text; dahinter steht eine entwickelte Software, die das leistet. Die Erkenntnis mag sich als Artikel in einer wissenschaftlichen Zeitschrift präsentieren, die sich im Aufbau und in den Komplexitäten der Konfiguration geeigneter neuronaler Netzschichtungen, deren Training und Evaluation niederschlägt und Erklärungen zur Funktionsweise und Begründungen für die erreichten Ergebnisse anbietet.

Tatsächlich ist es jedoch so, dass das eine ohne das andere, die Software wie auch das wissenschaftliche Papier, nicht hätte entstehen können. Die entwickelnde Forscherin und der forschende Entwickler kann nur in der Nähe der Auflösung dieser analytischen Zuordnung ihrer bzw. seiner Aufgabe gerecht werden; Forschung & Entwicklung gehen ein ineinander verwickeltes Verhältnis, ein intraaktives Verhältnis ein, was sich durch die Schreibweise mit dem &-Zeichen ausdrückt – der Begriff der Intraaktion ist von Barad (2020) entlehnt und als Gegenbegriff zur Interaktion gesetzt, die noch in einer Relation aufeinander beziehbare Relata voraussetzt. Theorie & Praxis erfahren ebenso diese intraaktive Verquickung: Es ist nicht mehr klar unterscheidbar zwischen Professionswissen und disziplinärem Wissen, zwischen Forschungs- und Entwicklungspraktiken. Im Verlauf, gegen Ende oder erst im Nachgang eines F&E-Projekts wird jedoch immer wieder eine Trennung

angestrebt, wird sortiert und herausgeschärft – ohne dass zuzuordnen wäre, woher genau was seinen Ursprung hätte. Eine Dekomposition von Forschung & Entwicklung, von Theorie & Praxis ist stets analytischer, nach-rationalisierender Natur im Sinne einer Nachbetrachtung, die ihren Fokuspunkt auf die Hervorbringungsbedingungen einer Lösung oder von Erkenntnis ausrichtet und zu rekonstruieren sucht. In Aktion, während der Durchführung, ist beides nicht für sich und separat zu beobachten, weil es unmöglich ist, den Fokus scharfzustellen auf ein Etwas, was im Nebel sich andeutender, möglicher Materialisierungen von Lösungs- oder Erkenntnis-Produktionen während der Performanz stets wandelbar und unfassbar bleibt.

2.2 Wissenschaftsdidaktische Implikationen

Welche wissenschaftsdidaktischen Implikationen lassen sich aus diesem Verständnis von angewandter Wissenschaft ableiten, das durch Forschung & Entwicklung geprägt ist? In Abbildung 2 sind Forschung und Entwicklung als Pole links und rechts dargestellt mit den Begriffen aus Abbildung 1; die Verschränkung aus Forschung & Entwicklung steht in der Mitte. Diese Verschränkung drückt sich durch die annotierten, zu beiden Polen weisenden Lesarten aus: In einem F&E-Projekt sind Forschungspraktiken angewiesen auf Entwicklungspraktiken wie auch umgekehrt; disziplinäres Wissen und Professionswissen benötigen einander; ein Erkenntnisgewinn ist ebenso wesentlich für die Lösungsrealisation wie auch umgekehrt; die Relevanzbewertung hängt von der Nutzenbewertung ab, wie auch die Nutzenbewertung von der Relevanzbewertung abhängt. Wissenschaftsdidaktisch sind jedoch die Anteile von Forschung und Entwicklung auch in ihrer isolierten Stellung zu sehen; didaktisch entspricht das einer Reduktion von Komplexität und einer Ermöglichung von Kompetenzorientierung in Teilaspekten: Statt Lehre nur in dem Modus von Forschung & Lehre zu vollziehen, kann man sich mit der Forschung ebenso für sich befassen wie auch mit der Entwicklung. Gerade in der HAW-Informatik ist die Entwicklung von Software nicht nur disziplinär als konstitutiv zu denken, sondern zudem in ihrer beruflichen Ausrichtung von Bedeutung.

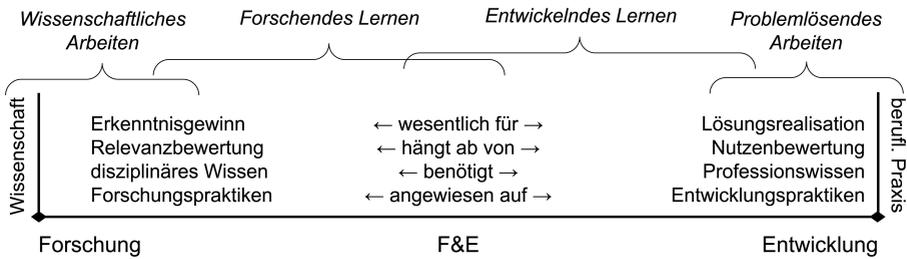


Abb. 2: Wissenschaftsdidaktische Implikationen

Das sogenannte forschende Lernen deckt zu einem guten Teil das ab, was die Forschung und die Forschung & Entwicklung angeht – dazu gibt es einiges an Literatur, die diesen wissenschaftsdidaktischen Anteil sehr detailliert und umfassend aufgearbeitet hat (siehe z.B. Huber & Reinmann, 2019) und einen anhaltenden Austausch zu Umsetzungen und Erfahrungen anstößt (siehe z.B. Wulf, Haberstroh & Petersen, 2020). Huber & Reinmann (2019, S. 95) arbeiten heraus, dass forschendes Lernen die Dimensionen des Verstehens, Einübens und Ausübens von Forschen umfasst, sich »stark an den Studierenden orientiert und auf *deep level-learning* hin ausgerichtet« ist, »überwiegend als selbstständiges Lernen, aktives Lernen, kooperatives Lernen durchgeführt« wird und »auf problembezogenes oder projektförmiges Arbeiten angelegt« ist (Huber & Reinmann, 2019, S. 104, H.i.O.). Die beiden Autoren weisen darauf hin, dass forschendes Lernen von wissenschaftlicher Arbeit abzugrenzen ist: »Wissenschaftliches Arbeiten will im Prinzip vorhandenes Wissen aufsuchen (recherchieren) und unter einer bestimmten Frage- oder Problemstellung für einen bestimmten Zweck oder Zusammenhang zusammentragen, aufbereiten oder evaluieren. Soweit wissenschaftliches Arbeiten nicht von vornherein auf neue Erkenntnisse und deren Publizierung in einer weiteren Öffentlichkeit zielt, ist sie nicht als Forschung anzusehen« (Huber & Reinmann, 2019, S. 6). Aus diesem Grund ist das wissenschaftliche Arbeiten in Abbildung 2 abgesetzt vom forschenden Lernen, auch wenn die Grenzen fließend sind.

Mithilfe des Stilmittels der Analogiebildung lässt sich in Abbildung 2 rechts das Gegenpaar »problemlösendes Arbeiten« und »entwickelndes Lernen« begrifflich ableiten. In der HAW-Informatik geht das jedoch weit über die Analogiebildung hinaus: Die praktische Informatik als Teilgebiet der Informatik (Rechenberg, 2000, S. 19–22) widmet sich mit ihrem Kern, der Softwaretech-

nik, der systematischen und strukturierten Entwicklung von Software als Problemlösung (vgl. Balzert, 2011). Hierbei steht weniger die Forschung im Mittelpunkt als die berufliche Praxis, die systematischer Techniken und Verfahren wirtschaftlicher Wertschöpfung durch die Erstellung, Sicherung, Wartung und Pflege von Software und den Betrieb softwaretechnischer Infrastrukturen bedarf – und sich dabei in der Nähe sowohl von ingenieurwissenschaftlichen als auch formalwissenschaftlichen Ansätzen bewegt. Auch das entwickelnde Lernen ist im Curriculum der HAW-Informatik wiederzufinden durch eine programmier- und technikorientierte Ausbildung mit Praktika, Praxisphasen in der Industrie und durch Abschlussarbeiten, die nicht selten den Industriebezug aufrechterhalten.

Inwiefern das entwickelnde Lernen gegenüber dem forschenden Lernen eine Eigenständigkeit beanspruchen könnte und sollte, ist klärungsbedürftig. Das entwickelnde Lernen wird als Begriff in der Schulpädagogik gelegentlich verwendet, hochschuldidaktisch hat der Begriff keine Konkretisierung und Ausgestaltung erfahren. Wenn man sich z.B. mit Huber & Reinmann (2019) in der Literatur zum forschenden bzw. forschungsnahen Lernen umschaute, dann ist die Idee des entwickelnden Lernens im entwickelnden Forschen abgebildet und zwar als eigener Tätigkeitscluster zu den Erkenntnistätigkeiten von Entwerfen, Konstruieren und künstlerisch Experimentieren (Huber & Reinmann, 2019, S. 265); daneben gibt es z.B. den Cluster »Theoretisches Forschen« mit den Erkenntnistätigkeiten Systematisieren, Beweisen und Begründen (H.i.O.). An der Kennzeichnung dieser Tätigkeiten als »erkennende« Tätigkeiten lässt sich die Problematik einer Wissenschaft aufzeigen, die ihre Ausbildung an HAWs sehr stark an der beruflichen Praxis und somit an der Entwicklung ausrichtet. An anderer Stelle habe ich die HAW-Informatik analysiert als eine Problemlöse-Disziplin, der das Wissenschaftliche verloren gegangen ist (Herzberg, 2022, im Erscheinen), was einer disziplinären Wissenschaftsdidaktik gleichsam den Boden entzieht. Das Problem hat meiner Auffassung nach damit zu tun, dass die genannten (und weitere ungenannte) Tätigkeiten nicht als Erkenntnistätigkeiten verstanden und reflektiert werden, sondern lediglich als Aktivitäten des problemlösenden Handelns betrachtet werden mit der Absicht, einen Lösungsprozess zu strukturieren und voranzutreiben, der eine Entwicklung als produktifizierte Inkarnation einer Problemlösung hervorbringen soll (vgl. Gonser, 2012, S. 121). An das Produkt wird z.B. eine Wertkategorie wie »Problemlöseeignung« angelegt und an den Lösungsprozess ein Maßstab wie »Nachvollziehbarkeit des Lösungswegs« als Qualitätsmerkmal. Diese Entwicklungsorientierung kann meiner

Erfahrung nach so weit gehen, dass ein Entwurf als Ergebnis der Tätigkeit des Entwerfens als Artefakt nicht einmal mehr erstellt oder nachdokumentiert wird und ein Abgleich (Validierung) mit der Konstruktion als Ergebnis der Tätigkeit des Konstruierens folglich gar nicht möglich ist und deshalb unterbleibt. Die Erosion des Wissenschaftlichen der HAW-Informatik ist begreifbar als ein Mangel des Interesses der Verwertung von Tätigkeiten, die zur Gewinnung von Erkenntnis beitragen. Der Modus von Forschung & Entwicklung ist genau derjenige, der Tätigkeiten beidseitig zu interpretieren sucht in ihrem Erkenntnis- wie auch Lösungsbeitrag – darin liegt die eigentliche wissenschaftsdidaktische Herausforderung: sich z.B. umfangreich beim forschenden Lernen als Didaktik-Fundus zu bedienen, wobei das forschende Lernen ausdrücklich in die beidseitige Ausrichtung von Erkenntnisgewinn und Lösungsrealisation und von Relevanzbewertung wie auch Nutzenbewertung gestellt wird. Der vorherrschenden, einseitigen Ausrichtung an der Entwicklung und beruflicher Praxis ist Einhalt zu gebieten, wenn man sich als Wissenschaft ernst nehmen möchte.

3 Eine metawissenschaftliche Reflexion der Informatik

In diesem Abschnitt geht es um einen metawissenschaftlichen Zugang zur Informatik, der die wissenschaftstheoretische Rahmung ergänzt. Ein solcher Zugang kann z.B. durch die Befragung von Lehrenden zu ihrem Wissenschaftsverständnis samt qualitativer Auswertung erfolgen. Ein weiterer Zugang ist eine Literaturanalyse – ein Weg, den ich hier exemplarisch einschlage.

3.1 Eine Disziplin ringt um ihr wissenschaftliches Selbstverständnis

Um den Diskurs um das wissenschaftliche Selbstverständnis der Informatik zu erfassen und in seinem Verlauf zu verfolgen, habe ich den gesamten digitalen Bestand der Zeitschrift »Informatik Spektrum« ausgewertet.¹ Die »Informatik Spektrum« ist das Organ der Gesellschaft für Informatik e.V. (kurz GI), der größten und wohl wichtigsten Fachgesellschaft für Informatik im deutschsprachigen Raum. Der Einfluss der GI drückt sich etwa darin aus, dass Akkreditierungsagenturen den Empfehlungen der GI bei der Begutachtung von

¹ <https://www.springer.com/journal/287>, Abruf am 21.7.2022.

Informatik-Studiengängen folgen. In der Zeitschrift werden »technische und wissenschaftliche Trends und Entwicklungen aus allen Bereichen der Informatik« behandelt; die Zeitschrift hat sich u.a. der Aufgabe verpflichtet, »ein solides wissenschaftliches Fundament zu erarbeiten«, da »die Informatik eine sich auch weiterhin stark entwickelnde anwendungsorientierte Wissenschaft ist, die ihre eigenen wissenschaftlichen und theoretischen Grundlagen zu einem großen Teil selbst entwickeln muss« – so heißt es auf der Webseite der Zeitschrift.

Digital durchgängig verfügbar sind die Ausgaben ab Volume 19, d.h. seit 1996. Der Suchbegriff »Wissenschaft« liefert bis zum aktuellen Volume 45, Issue 3 (Stand 22. Juni 2022) 623 Treffer. Ich habe alle Suchtreffer dieses Zeitraums gesichtet und mich auf Übersichtsartikel und einführende Darstellungen beschränkt. Eingeflossen in die Auswertung sind 23 Beiträge, die sich im weitesten Sinn mit dem Wissenschaftsverständnis der Informatik befassen. Unter dem Filter der Fragestellungen, wie sich die Beiträge zur Informatik als Wissenschaft äußern, welche zentrale wissenschaftlichen Mittel oder Verfahren sie behandeln oder erwähnen und welche Einblicke sie in das Realitätsverständnis der Informatik geben, sind 17 Beiträge übriggeblieben. Die Ergebnisse habe ich chronologisch in drei Zeitfenstern geclustert, um die Entwicklung im Zeitverlauf besser nachvollziehen zu können. Die Exzerpte zu den Beiträgen sind im Anhang zu finden.

3.2 Ergebnisse der Auswertung

Generell zeigt die Auswertung, dass die Diskussion um das wissenschaftliche Selbstverständnis der Informatik im Laufe der letzten 25 Jahre an Intensität etwas nachzulassen scheint, aber die Vielfalt der Beiträge und Sichtweisen dennoch bestehen bleibt; es gibt keine Tendenzen, dass sich eine Sicht oder Meinung etablieren würde oder durchzusetzen vermöchte. Das Thema scheint inhärent vielschichtig und kompliziert zu sein. Es wäre ein Fehler, die sehr unterschiedlichen Beiträge zu synthetisieren und damit die Bestandslage zu »verflachen«. Die Vielfalt der Perspektiven und ihrer Bezüge gilt es zu erhalten und lediglich der besseren Handhabbarkeit zuliebe anhand der folgenden Tabellen zu verdichten. In eckigen Klammern finden sich die Autoren- und Jahreskürzel, die mit dem Anhang abgleichbar sind.

Tab. 1: Metawissenschaftliche Analyse (1)

Was für eine Wissenschaft?
Informatik hat einen formal-theoretischen Kern; Angewandte Informatik wird missverständlich für Wissenschaft gehalten [K97]
Informatik zwischen Formal- und Humanwissenschaft [V97]
Informatik als Grundlagenwissenschaft und als Ingenieurdisziplin [BS99, BR02]
Informatik vereint Arbeitsweisen der Natur- wie auch Ingenieurwissenschaften [E99]
Informatik als Struktur- und Koordinationswissenschaft [G09]
Allgemeine Theorie der Modelle als wissenschaftstheoretische Grundlage der Informatik [M09]
Informatik ist auch eine Sozialwissenschaft [B13] bzw. hat Bezug zu Sozialwissenschaften [FRR21]
Theorie der Informatik als formale wissenschaftliche Theorie dynamischer Systeme [R20]

Tabelle 1 zeigt sich als Spiegel der Feststellungen aus Abschnitt 2: Die Informatik wird neben ihrer theoretischen Grundlegung in ein Verhältnis gestellt oder in einen Bezug gesetzt zu den Ingenieur- bzw. Technikwissenschaften, den Human- oder Sozialwissenschaften und den Naturwissenschaften. Bemerkenswert sind die Versuche, eigenständige Merkmale herauszuarbeiten, wie die Bedeutung einer Theorie der Modelle oder einer Theorie dynamischer Systeme und die über die Informatik hinausweisende Eigenschaft als Struktur- und Koordinationswissenschaft.

Tab. 2: *Metawissenschaftliche Analyse (2)*

Zentrale Konzepte/Mittel und Praktiken?
wissenschaftliche Wahrheit, technologische Effektivität und Effizienz und, entscheidend, erfolgreiche Performanz führen zu Definitionen, deren Konsequenzmenge auf ökonomische Verwertbarkeit getestet wird [K97]
Konzept der kommunikativen Rationalität [V97]
Entweder Formalisierung oder mindestens prototypische Implementierungen, um mittels Tests (= empirische Validierung) Fehler in Modellbildung und Verifikation aufzudecken [S98]
Softwaresysteme als in aktuelle Handlungssysteme eingebettete Handlungssysteme; Entwicklung bedarf beständiger validierender Rückkopplung [Sch99]
Modellieren, Entwerfen, Implementieren und Bewerten [E99]
Modell als zentrales Artefakt, seine Erstellung und Nutzung als zentrale Tätigkeit [FHR08]
Strukturen erkennen (technische Systeme, Unternehmen, Gesellschaft) und Koordinationsmöglichkeiten verbessern [G09]
Modell ist zentral in Wissenschaft und Praxis, es übernimmt als Ressource Speicher- und Transportfunktion und trägt wie ein Agent zur Konstruktion und Gestaltung neuer Realitäten bei [M09]
Nützlichkeit als Maßstab, nicht Wahrheit [D16]
Gestaltung durch Konstruktion als wichtiges Element der Erkenntnisgewinnung [G19]
Modell, um die Realität besser zu verstehen [R20]

Tabelle 2 weist eine große Spannweite in den Konzepten, Mitteln und Praktiken aus. Es geht um Software als ein in Handlungssystemen eingebettetes Handlungssystem und um die zentrale Stellung des Modells als Agent zur Konstruktion und Gestaltung neuer Realitäten, um Mittel und Wege (sprich Praktiken) der Erkenntnisgewinnung wie Validierung, Gestaltung durch Konstruktion, Effektivität und Effizienz, Bewertung und Performanz, um Nützlichkeit und ökonomische Verwertbarkeit; und es geht um Materialisierungen, wie etwa die prototypische Implementierung, und Diskurse, geführt beispielsweise durch Tests.

Tab. 3: Metawissenschaftliche Analyse (3)

Realitätsverständnis
Bei Softwareentwicklung treten ineinander verschränkte Realitätsbereiche auf, die nur iterativ erschließbar sind; Prozess ist modellbasiert [K97]
Softwaretechnik muss Wandelbarkeit, Interpretierbarkeit in Handlungskontexten durch Zweckmäßigkeit in Anwendungskontexten bewerten [Sch99]
Modelle als Mittel, die Realität (Natur, Betrieb, Gesellschaft) zu verstehen und vor allem zu beschreiben [E99]
Wechselseitige Bedingtheit von akademischer Hochschulinformatik und professioneller Praxis [E01]
Entwicklungssteuerung: Messung verändert das Verhalten des Projektmitglieds [FHR08]
Mechanistisches Weltbild: Erkennen und Steuern von Hebeln [GO9]
Ontologien in der Informatik sind nutzenorientiert und spezifisch für Anwendungsdomäne [B+14]
Vollwertige Teilhabe an moderner Lebenswelt durch Gestaltung [G19]
Realität liegt in der Natur vor oder wird in Teilen von Menschen konstruiert [R20]

Tabelle 3 führt verschiedene Verständnisse von Realität auf, die unterschiedliche Merkmale hervorheben: die Verschränkung von Realitätsbereichen, die Kontextabhängigkeit, die wechselseitige Bedingtheit von akademischer Disziplin und professioneller Praxis, die Gestaltungsabhängigkeit von Wirklichkeit, die Teilhabe an Lebenswelt, die Realität als naturgegeben und durch Menschen konstruiert, der Einfluss von Beobachtung auf das Beobachtete, die iterative Erschließbarkeit von Realität, die Bewertung von Wandelbarkeit und Interpretierbarkeit durch Zweckmäßigkeit.

3.3 Wissenschaftsdidaktische Implikationen

In Tabelle 1 (Wissenschaftsbild) zeigt sich, dass der Informatik Verschiedenes zugeschrieben wird: Welche Arbeitsweisen anderer Wissenschaften sie vereine, welche Wissenschaft sie sowohl als auch sei, zwischen welchen Wissenschaften sie sich befinde, was sie im Kern auszeichne und was ihre

Grundlage sei. Aus ihren formal-theoretischen, strukturwissenschaftlichen und system- und modelltheoretischen Wurzeln heraus tritt das Konstruktive und Performative der Informatik (die sich in dieser Hinsicht als Technikwissenschaft darstellt) derart intensiv und umfassend in den Wirkungsbereich realweltlicher Gestaltungsmacht ein, dass human- wie auch sozialwissenschaftliche Bezüge unbestreitbar sind. Diese Gemengelage wird der Informatik noch für eine lange Zeit ein Ringen um ihr wissenschaftliches Selbstverständnis abverlangen. *Wissenschaftsdidaktisch ist es unumgänglich, sich damit auseinanderzusetzen, wie Informatik in der Welt wirkt und wie das im Wechselbezug zur Konstruktion und Performanz ihrer Modelle, Formalismen und Strukturen steht.* Weil das so wenig geklärt ist, ist es besonders reizvoll, wenn sich Lehrende und Studierende hierzu in einen offenen Dialog begeben.

Tabelle 3 (Realitätsverständnis) ist vorrangig gekennzeichnet von unterschiedlichen Realitätslogiken und damit von Theoriearten. Wissenschaftstheoretisch unterscheiden Schülein und Reitze (2016, S. 207) zwei Typen der Logik von Realität, »die sich empirisch auf unterschiedliche Weise mischen (können)«: Da ist zum einen die sogenannte *nomologische Realität*, eine Realitätsform, die »innerhalb bestimmter Grenzen konstant und unveränderlich« ist und die »immer und überall auf die gleiche Weise funktioniert«. Dagegen steht der Typ von Realität, »der veränderlich und immer verschieden ist, der sich selbst entwickelt und steuert und dabei mit seiner Umwelt interagiert und der einen offenen Entwicklungshorizont besitzt« und *autopoietische* Realität heißt. In ihrer Mischung mit nomologischer Realität kann man die zyklische Autopoiesis (Beispiel Wetter) von der dynamischen und der reflexiven Autopoiesis unterscheiden; letztere ergibt sich, wenn handlungsfähige Akteure eine Rolle spielen, so etwa, wenn »von Menschen erzeugte und auf menschlichen Handlungen basierende Systeme aktiv eine Eigenwelt gestalten und entwickeln« (Schülein & Reitze, 2016, S. 208).

Nomologische Realität ist algorithmisch reduzierbar und lässt sich durch formale Logik beschreiben; man spricht von *denotativen* Theorien (Schülein & Reitze, 2016, S. 209). Die *konnotativen* Theorien bearbeiten autopoietische Realität, was dazu führt, dass sie »nur ›Rezepte‹ für den Umgang mit empirischer Komplexität« bieten können (Schülein & Reitze, 2016, S. 211), dass sie »gebrauchsabhängig« sind und erst »in und durch die Anwendung« produktiv werden, dass es für sie »keine eindeutigen Kriterien gibt, was ›gut‹ oder ›schlecht‹ überhaupt bedeutet« (Schülein & Reitze, 2016, S. 214f., H.i.O.).

In Tabelle 3 kann man das Autopoietische und das Konnotative herauslesen: Softwareentwicklung verschränke Realitätsbereiche, die nur iterativ

erschließbar seien; zu bewerten sei Wandelbarkeit und Interpretierbarkeit in Handlungskontexten; akademische Hochschulinformatik und professionelle Praxis bedingten einander. Allerdings gibt es auch das Nomologische und Konnotative, wenn es über das Erkennen und Steuern von Hebeln geht oder über die Realität, die in der Natur vorliege. Es scheint so, als ob die Modellbildung und das Modell die zentralen Mittel sind, die Besonderheit autopoietischer Realität zu fassen, die schlussendlich mit nomologischer Realität und konnotativen Theorien verbunden und gekoppelt wird. Das informatische Modell (in manchen Fällen mag es eine Ontologie sein) scheint hier als Dreh- und Angelpunkt der Theoriearbeit am Übergang von unterschiedlichen Realitätsbereichen zu sein. *So ist für eine Wissenschaftsdidaktik der Informatik zu fordern, sich ausführlich mit der Modellbildung und den darin sich überlagernden Realitätsbereichen und den mit ihnen verbundenen Theorien zu befassen.*

Auch Tabelle 2 (Zentrale Konzepte/Mittel und Praktiken) untermauert die Bedeutung des Modells als zentrales Konzept für einen Realitäts- und zudem für einen Realisierungszugang. Darüber hinaus geht es jedoch in der Mehrzahl um Praktiken wie z.B. das Testen, Formalisieren, Implementieren, Modellieren, Entwerfen, Bewerten, das Erkennen und Verbessern von Strukturen, das Konstruieren und Gestalten. Diese Praktiken stehen sowohl im Zeichen der Modellbildung als auch der Lösungssuche zur Erzeugung und Hinterfragung von Erkenntnismanifestation und zur Lösungsmanifestation. *Eine Wissenschaftsdidaktik der Informatik muss sich mit diesen Praktiken vor dem Hintergrund der Gewinnung von Erkenntnis und einer Problemlösung intensiv befassen.*

Abgesehen davon ist jeder der ausgewählten Texte (siehe Anhang) für eine Informatikerin bzw. einen Informatiker eine Auseinandersetzung wert; hier müssen Lehrende im Einzelfall entscheiden, wie sie die Texte im Rahmen ihrer Veranstaltungen verwenden und einsetzen.

4 Fazit: Bildung durch Wissenschaftsdidaktik!

Vielleicht ist das Motto »Bildung durch Wissenschaft« in seiner Pointierung ein zu verklärtes Ideal; es bedarf doch einiger Mühen, das der Wissenschaft innewohnende Didaktische zu heben. Das zeigt die Literatur zum forschenden bzw. zum forschungsnahen Lernen, die voller Ideen und Ansätze steckt und Lehrende und ihre Studierenden zu Lehr-Lern-Experimenten aufruft und noch in vielerlei Hinsicht Einsichten und Überraschungen bereithalten wird. Welche Dynamik und Entwicklung z.B. die Ingenieurwissenschaften in den

letzten Jahren dazu durchgemacht haben zeigt der Beitrag von Haertel (2023) in diesem Band. Wenn, wie für die HAW-Informatik, die Nähe zur beruflichen Praxis in der akademischen Ausbildung so dominant ist und ein wissenschaftliches Selbstverständnis der Klärung harrt, dann bietet eine »Bildung durch Wissenschaftsdidaktik« einen Zugang, sich des Wissenschaftlichen neu zu bemächtigen und es zu reflektieren. Der offene Wissenschaftsdiskurs kann nichtsdestotrotz produktiv bearbeitet werden und ein weitaus größerer Rahmen, wie am Modell von Forschung & Entwicklung vorgestellt, sperrt sich nicht gegen disziplinäre und auszuhandelnde Eigenarten. In diesem über das Didaktische und in der Lehre ausgeführte Reflektieren und Praktizieren der eigenen Disziplin und Wissenschaft liegt vielleicht sogar ein Zugang, die Wissenschaftsdidaktik als eine Form von empirischer Wissenschaftstheorie (ein Begriff von Knoblauch, 2020) zu verstehen.

Anhang: Zusammenfassungen zu den ausgewählten Beiträgen aus der Zeitschrift »Informatik Spektrum«

Die Jahrtausendwende

Kornwachs (1997) eröffnet mit der These »Die Informatik hat die Phase ihrer Professionalisierung und Institutionalisierung vor ihrer Phase der wissenschaftlichen Konfirmation (Begründung) und Theorienbildung abgeschlossen« (S. 79). »Es gibt in der Informatik zwar einen theoretischen Kern nach dem Modell von Th. Kuhn und I. Lakatos (vgl. [37]), der mit der theoretischen Informatik umschrieben wird und die oben genannten formalen Begründungswissenschaften einbezieht, aber die Angewandte Informatik als Technologie hat keinen solchen theoretischen Kern, der allseits akzeptiert wäre« (S. 80). »Sieht man Informatik als Technologie an, so kann man auch hier diesen Vorgang betrachten: Aus der erfolgreichen Performanz werden Schlüsse gezogen, die in Wenn-dann-Aussagen münden und unmerkelt Gesetzescharakter annehmen. So kommt es zum Mißverständnis, daß Angewandte Informatik eine Wissenschaft sei« (S. 80). »Durch den hohen Formalisierungsgrad in der Informatik darf man sich nicht täuschen lassen – die technologischen Regeln, in denen diese Zweck-Mittel-Relationen ausgedrückt werden, gehen oft ins Handwerkliche, Rezeptologische, wobei gerade für den Anfänger die Begründungszusammenhänge rasch verloren gehen« (S. 80). »Neben der wissenschaftlichen Wahrheit, der technologischen

Effektivität und Effizienz tritt als dritte Bestimmungsgröße die Performanz auf. Sie ist in der Informatik die entscheidende Größe, und sie ist letztlich nur im utilitaristischen, d.h. hier ökonomischen Kontext testbar« (S. 81). »Somit liegt Informatik zwischen Handwerk und Wissenschaft, ohne daß sowohl für den Anwendungsbereich wie für die Fundierung ihrer Operativität ein theoretischer Kern vorhanden wäre« (S. 81). »Die Weise, wie ein Problem gelöst wird, also wie man zu einem Verfahren gelangt, ist abhängig von der Sichtweise des Problemlösers bzw. von seiner modellhaften Vorstellung des Gegenstandsgebietes, in dem das Problem liegt« (S. 82). – Das Weltbild des Informatikers bestimmt die Performanz seiner Produkte [so der Titel des Abschnitts, S. 82] »Gerade in der Softwareentwicklung treten nach Floyd [11] ineinander verschränkte Realitätsbereiche auf, die nur iterativ, nicht linear hintereinander erschließbar sind und in den Softwareentwicklungsprozeß eingehen« (S. 84): die Anwendungswelt, die Werkzeugwelt, die Welt der Methoden, Konzepte und Modellvorstellungen (S. 84).

Valk (1997) verortet die Informatik zwischen Formal- und Humanwissenschaften, hält jedoch ein Vorgehen für verfehlt, »das ohne fachspezifische Transformation human- bzw. sozialwissenschaftliche Befunde importiert« (S. 100). Einen Ansatzpunkt sieht er im Konzept der kommunikativen Rationalität von Habermas: »Notwendige Bedingung dafür ist, daß sich kommunikativ handelnde Subjekte miteinander über das verständigen, was in der Welt vorkommt oder in ihr bewirkt werden soll« (S. 98). Der entscheidende Gedanke von Habermas sei, »daß die Regeln des sprachlichen Handelns selbst zum Thema des Gesprächs gemacht werden können« (S. 100) – man verlässt »so die Ebene des kommunikativen Handelns und führt einen ›Diskurs‹« (S. 100).

Snelting (1998) übt beißende Kritik an der Unwissenschaftlichkeit vieler Informatik-Arbeiten; wenn man doch wenigstens Tests durchführen und Werte validieren würde! »Tests – und nichts anderes – können Fehler in Modellbildung und Verifikation aufdecken (Hingegen kann die gängige Methode, mit Tests nach Implementierungsfehlern zu suchen, im Prinzip durch Korrektheitsbeweise ersetzt werden)« (S. 274). »Theorieorientierte Forscher werden zu Unrecht für den fehlenden Praxisbezug der Softwaretechnologie verantwortlich gemacht. [...] Nein, das Problem kommt gerade von jenen *praxisorientierten* Wissenschaftlern, die Theorie ignorieren, sich aber gleichzeitig der empirischen Validierung entziehen. Solche Forscher praktizieren Konstruktivismus« (S. 275f.). »Das methodische Minimum auch für forschungsorientierte Arti-

kel, die neue Verfahren vorstellen, sind deshalb einige Fallstudien. Reiner Implementierungsaktionismus läßt methodische Zweifel aufkommen« (S. 276). »Beiträge, die lediglich eine Idee präsentieren, ohne ein theoretisches Modell oder eine Implementierung anzubieten, sind methodisch fragwürdig« (S. 276).

Scheffé (1999) hält fest, dass »Softwaresysteme keine Abbilder von Weltausschnitten, sondern potentielle, formalisierte, in aktuelle Handlungssysteme eingebettete Handlungssysteme sind. Ihre technische Entwicklung, d.h. die phasenweise Realisierung einer formalen Spezifikation, bedarf der ständigen validierenden Rückkopplung an die wandelbaren zweckorientierten Interpretationen der Anforderungen« (S. 134). Er empfiehlt, »den Modellbegriff nicht mehr zu verwenden, es sei denn, die spezielle Bedeutung (Beschreibung, formales Nachbild, formales Vorbild, Prototyp, erfüllende Struktur) geht aus dem Kontext eindeutig hervor« (S. 134). »Softwaretechnische Systeme als objektivierende Abbildungen von Weltausschnitten zu sehen, führt in die Irre. Sie sind vielmehr als partielle Definitionen von Handlungssystemen zu bewerten. Die Softwaretechnik muß Wandelbarkeit, Interpretierbarkeit in Handlungskontexten berücksichtigen. Dies ist nur möglich, wenn die *Zweckmäßigkeit* eines formalen Konstruktes in einem Anwendungskontext im Mittelpunkt der Überlegungen steht« (S. 134, H.i.O.).

Broy und Schmidt (1999) sehen die Informatik als Grundlagenwissenschaft und als Ingenieurdisziplin mit »grob drei Kategorien von Beiträgen: rein wissenschaftliche Grundlagenarbeiten ohne spezifischen Engineeringcharakter, wissenschaftliche Arbeiten mit Engineeringcharakter, Arbeiten mit Engineeringcharakter ohne tieferen wissenschaftlichen Anspruch« (S. 208). Was den Engineeringcharakter der Informatik angeht, so »müssen dafür eigenständige Kriterien für die Beurteilung wissenschaftlicher Arbeiten gefunden werden« (S. 207).

Endres (1999) stellt fest, dass in der Informatik »sowohl Arbeitsweisen der Natur- wie auch der Ingenieurwissenschaften zum Tragen« kommen (S. 441). Wohlgleich: »Zwischen beiden besteht eine erhebliche Kluft« (S. 441). Die »Informatiker haben es [...] vorwiegend mit Modellen und Entwürfen, sowie deren Implementierungen zu tun. Es ist wohl unbestritten, daß wesentlich mehr Informatiker und Informatikerinnen vor die Aufgabe gestellt sind, Modelle zu finden, Entwürfe zu machen und zu analysieren oder Implemen-

tierungen vorzunehmen und zu bewerten, als Beweise zu konstruieren und zu prüfen« (S. 441).

Endres (2001) stellt die akademische und die praktische Informatik gegenüber und fragt nach dem Brückenschlag. Zur begrifflichen Klärung: als Akademiker gelten »die Vertreter der Hochschulinformatik«; »die Gegengruppe sind die Praktiker« (S. 378). »Der Begriff Akademiker kann nicht mit Wissenschaftler gleichgesetzt werden, da es Wissenschaftler in beiden Gruppen gibt« (S. 378). Der Beitrag befasst sich mit den unterschiedlichen Selbstverständnissen, Zielen und Arbeitsweisen, Erwartungen und gegenseitigen Enttäuschungen und Missverständnissen.

Laut **Broy und Rombach** (2002) strukturiert sich die Informatik »in Informatik als Grundlagendisziplin und Informatik als Ingenieurwissenschaft« (S. 441).

Um 2010

Bei **Fieber, Huhn und Rumpe** (2008) heißt es: »Komplexität, Anforderungsmanagement und Variantenvielfalt sind zentrale Herausforderungen bei der Entwicklung und Evolution heutiger softwaregesteuerter Systeme. Diesen wird zunehmend durch den Einsatz modellbasierter Entwicklungsmethoden begegnet. Dadurch wird das Modell zum zentralen Artefakt und die Erstellung und Nutzung von Modellen zu einer zentralen Tätigkeit in der Softwareentwicklung« (S. 409).

Glaser (2009) versteht die Informatik als Strukturwissenschaft und zitiert Forneck mit den Worten: »Unter Strukturwissenschaft verstehe ich, dass die Informatik Kategorien, Verfahren und Regeln bereitstellt, mit deren Hilfe Phänomene aus der Wirklichkeit in eine Struktur überführt werden, die eine unmittelbare Transformation in Programmiersprachen erlaubt« (Forneck zitiert nach Glaser (2009, S. 225)). (Es gibt also eine Wirklichkeit und Phänomene, in denen sich die Wirklichkeit äußert.) Und er ergänzt selber, um den Aspekt der Struktur- und Koordinationswissenschaft hervorzuheben: »Informatiker lernen Strukturen zu erkennen und zu analysieren. Hierfür ist es unerheblich, ob es sich um technische Systeme oder Strukturen in Unternehmen bzw. der Gesellschaft handelt. Grundlegend hierbei ist das Erkennen und Steuern von Hebeln, welche einen Einfluss auf die Funktionsweise des Gesamtsystems haben. Des Weiteren ist es Aufgabe der Informatiker,

Koordinationsmöglichkeiten für diese Systeme zu entwerfen, welche die Funktionsweise der Systeme verbessern und kleinere Teilsysteme zu einem funktionstüchtigen Ganzen zusammenschließen« (S. 225).

Mahr (2009) äußert sich zum Begriff und einer Theorie der Modellbildung: »Wie eng die Informatik in Praxis und Wissenschaft mit Modellen verbunden ist, wird auch deutlich, wenn man die Leitfrage betrachtet, die explizit oder implizit ihrer praktischen und wissenschaftlichen Arbeit zugrunde liegt« (S. 229). Die Leitfrage lautet: »Erfüllt das System *S* die an dessen Anwendung gestellten Anforderungen?« (S. 229, H.i.O.). »Die allgemeine Frage nach dem, was Modelle sind, hat erstaunlicherweise keine naheliegende Antwort [...]« (S. 231). »Die Frage nach den Modellen lässt meiner Meinung nach grundlegende Defizite unserer immer noch stark an den Naturwissenschaften orientierten Wissenschaftstheorie erkennen. Denn die Frage, was ein Modell ist, kann mit den traditionellen Techniken der Begriffsklärung nicht beantwortet werden« (S. 232). »Denn es hat sich gezeigt, dass sich das *Modellsein* verstehen lässt, wenn man sich davon frei macht, eine Antwort auf die Frage zu suchen, *was ein Modell ist*, und stattdessen danach fragt, *wodurch es begründet ist, etwas als Modell aufzufassen*« (S. 232, H.i.O.). »Das Modellurteil kann aus verschiedenen Perspektiven gefällt werden« (S. 237). Und zwar aus der Herstellungsperspektive, der Anwendungsperspektive und der Beurteilungsperspektive (S. 237). Das Modellurteil findet »seine Begründung in der Auffassung des urteilenden Subjekts« (S. 247). Ein Modell ist »in ein System von Werk-, Erkenntnis- und Meinungsbildungsprozessen eingebettet«, in dem es »wie eine Ressource *Speicher- und Transportfunktionen* übernimmt« und in dem es »wie ein Agent zur *Konstruktion und Gestaltung neuer Realitäten* beiträgt« (S. 248, H.i.O.). »Eine allgemeine Theorie der Modelle würde der [...] Informatik eine wissenschaftstheoretische Grundlage von praktischer Bedeutung geben« (S. 249).

Bernstein (2013) hebt hervor, dass man der Informatik »eine ihr heute inhärente Dimension« nicht aberkennen sollte: »die sozialwissenschaftliche« (S. 462). Denn, so der Titel des Aufsatzes: »Informatik ist auch eine Sozialwissenschaft«.

Busse et al. (2014) schreiben: »Ontologie in der Philosophie erhebt den Anspruch, *umfassend* zu sein – stets die ganze Welt betreffend. Dafür ist sie *zweckfrei*. Im Gegensatz dazu ist eine Ontologie in der Informatik stets *nutzenorientiert*«.

tiert. Dafür ist sie in der Regel *spezifisch* für eine Anwendungsdomäne« (S. 296, H.i.O.).

Um 2020

Drachenfels (2016) pointiert: Im Software-Engineering ist »Nützlichkeit der Maßstab, nicht Wahrheit« (S. 231).

Gallenbacher (2019) befasst sich mit der Informatik und einem wichtigen Element, das in der Schulinformatik nicht zu kurz kommen sollte: »Ein höchst relevantes Element fehlt jedoch, quasi der Schlüssel zur vollwertigen Teilhabe an dieser modernen Lebenswelt: Der Impuls und das Selbstvertrauen, diese aktiv und passiv zu gestalten« (S. 90). »Gestaltung muss prominent einbezogen werden!« (S. 91). »Durch Konstruktion werden neue Fakten geschaffen, die dann – wie bereits am Beispiel gezeigt – durch Abduktion, Deduktion und Induktion analysierbar sind« (S. 92). »Konstruktion als wichtiges Element der Erkenntnisgewinnung anzuerkennen und in der Schule zu vermitteln« (S. 96).

Reisig (2020) stellt in 14 Abschnitten Gedanken zu einer »umfassenden Theorie der Informatik als eine formale wissenschaftliche Theorie der dynamischen Systeme« (S. 263) vor, »Vorbild einer solchen Theorie ist die Physik« (S. 269): »Gute Wissenschaft bildet Theorien, indem sie *Modelle* entwickelt. Ein Modell ist ein System von Begriffen und Bezügen zwischen den Begriffen, um die Realität besser zu verstehen. »Realität« liegt dabei entweder in der Natur vor oder wird – wie im Fall der Informatik – in Teilen von Menschen konstruiert« (S. 263, H.i.O.).

Felderer, Reussner und Rumpe (2021) heben den Bezug des Software Engineering zu den Sozialwissenschaften als aktuelles und zukünftiges Selbstverständnis hervor.

Literatur

Adam, M. (2004). Wechselwirkungen von Forschung und Entwicklung: Mechanismen, Modelle und Wirkstoffe in anwendungsdominierter Pharmaforschung. In R. Bluhm & C. Nimtz (Hrsg.), *Ausgewählte Beiträge zu den Sektio-*

- nen der GAP.5 (S. 62–76). Paderborn: mentis. Zugriff am 28.09.2022. http://www.gap5.de/proceedings/pdf/062-076_adam.pdf
- Balzert, H. (2011). *Lehrbuch der Softwaretechnik: Entwurf, Implementierung, Installation und Betrieb* (3. A.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Barad, K. (2020). *Agentieller Realismus. Über die Bedeutung materiell-diskursiver Praktiken* (4. A.). Berlin: Suhrkamp.
- Bernstein, A. (2013). Informatik ist auch eine Sozialwissenschaft! *Informatik-Spektrum*, 36(5), 461–462. <https://doi.org/10.1007/s00287-013-0722-z>
- Broy, M. & Rombach, D. (2002). Software Engineering. *Informatik-Spektrum*, 25(6), 438–451. <https://doi.org/10.1007/s002870200266>
- Broy, M. & Schmidt, J.W. (1999). Informatik: Grundlagenwissenschaft oder Ingenieurdisziplin? *Informatik-Spektrum*, 22(3), 206–209. <https://doi.org/10.1007/s002870050139>
- Busse, J., Humm, B., Lübbert, C., Moelter, F., Reibold, A., Rewald, M. et al. (2014). Was bedeutet eigentlich Ontologie? *Informatik-Spektrum*, 37(4), 286–297. <https://doi.org/10.1007/s00287-012-0619-2>
- Coy, W. (2001). Was ist Informatik? Zur Entstehung des Faches an den deutschen Universitäten. In J. Desel (Hrsg.), *Das ist Informatik* (S. 1–22). Berlin: Springer.
- Denning, P.J. & Tedre, M. (2019). *Computational thinking* (The MIT Press essential knowledge series). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Drachenfels, H. von. (2016). Um welche Probleme geht es eigentlich im Software-Engineering? *Informatik-Spektrum*, 39(3), 225–232. <https://doi.org/10.1007/s00287-015-0940-7>
- Endres, A. (1999). Die Informatik als Ingenieurwissenschaft. Noch ein Beitrag zu einer nicht endenden Diskussion. *Informatik-Spektrum*, 22(6), 439–443. <https://doi.org/10.1007/s002870050151>
- Endres, A. (2001). Akademische und praktische Informatik – zwei Inseln ohne Brücken? *Informatik-Spektrum*, 24(6), 378–382. <https://doi.org/10.1007/s002870100191>
- Felderer, M., Reussner, R. & Rumpe, B. (2021). Software Engineering und Software-Engineering-Forschung im Zeitalter der Digitalisierung. *Informatik-Spektrum*, 44(2), 82–94. <https://doi.org/10.1007/s00287-020-01322-y>
- Fieber, F., Huhn, M. & Rumpe, B. (2008). Modellqualität als Indikator für Softwarequalität: eine Taxonomie. *Informatik-Spektrum*, 31(5), 408–424. <https://doi.org/10.1007/s00287-008-0279-4>
- Füssel, M. (2021). *Wissen. Konzepte – Praktiken – Prozesse*. Frankfurt a.M.: Campus.

- Gallenbacher, J. (2019). Ohne Informatik keine Allgemeinbildung. *Informatik-Spektrum*, 42(2), 88–96. <https://doi.org/10.1007/s00287-019-01159-0>
- Glaser, T. (2009). Die Rolle der Informatik im gesellschaftlichen Diskurs: Eine Neupositionierung der Informatik. *Informatik-Spektrum*, 32(3), 223–227. <https://doi.org/10.1007/s00287-009-0324-y>
- Gonser, N. (2012). Forschung an einer Fachhochschule – ein siebenteiliger Bericht. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 7(2), 117–125. Zugriff am 28.09.2022. <https://zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/404>
- Haertel, T. (2023). Entwicklungen und Errungenschaften der Ingenieurdidaktik. In G. Reinmann & R. Rhein (Hrsg.), *Wissenschaftsdidaktik II. Einzelne Disziplinen* (in diesem Band). Bielefeld: transcript.
- Herzberg, D. (2019). *Die Bachelorarbeit in der Praktischen Informatik im Spagat zwischen Wissenschaftsanspruch und Wirklichkeit*. Masterarbeit. Hamburg: Universität Hamburg.
- Herzberg, D. (2020). Skizze einer die Praxis integrierenden Wissenschaftsdidaktik. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 15(4), 263–280. <https://doi.org/10.3217/zfhe-15-04/15>
- Herzberg, D. (2022). Anwendungspraxis vs. Wissenschaft am Beispiel der Informatik an HAWs. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 17(2), 183–198. <https://doi.org/10.3217/zfhe-17-02/10>
- Herzberg, D. (im Erscheinen). Die Bachelorarbeit in der HAW-Informatik: Über den Verlust des Wissenschaftlichen im Sog des Praktischen, der Anwendungsorientierung und der beruflichen Praxis. *die hochschullehre*.
- Huber, L. & Reinmann, G. (2019). *Vom forschungsnahen zum forschenden Lernen an Hochschulen. Wege der Bildung durch Wissenschaft*. Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-24949-6>
- Knoblauch, H. (2020). Von der Wissensgesellschaft zur empirischen Wissenschaftstheorie. In A.-M. Horatschek (Hrsg.), *Competing Knowledges. Wissen im Widerstreit* (S. 141–155). Berlin: De Gruyter.
- Kornwachs, K. (1997). Um wirklich Informatiker zu sein, genügt es nicht, Informatiker zu sein. *Informatik-Spektrum*, 20(2), 79–87. <https://doi.org/10.1007/s002870050055>
- Kornwachs, K. (Hrsg.). (2010). *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen* (Acatech diskutiert). Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-14372-4>
- Kornwachs, K. (2012). *Strukturen technologischen Wissens. Analytische Studien zu einer Wissenschaftstheorie der Technik*. Berlin: Edition Sigma.

- Luft, A. L. (1988). *Informatik als Technik-Wissenschaft. Eine Orientierungshilfe für das Informatik-Studium*. Mannheim: BI Wissenschaftsverlag.
- Mahr, B. (2009). Die Informatik und die Logik der Modelle. *Informatik-Spektrum*, 32(3), 228–249. <https://doi.org/10.1007/s00287-009-0340-y>
- Poser, H. (2012). *Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung* (2., überarb. und erw. A.). Stuttgart: Reclam.
- Poser, H. (2016). *Homo Creator. Technik als philosophische Herausforderung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Rechenberg, P. (2000). *Was ist Informatik? Eine allgemeinverständliche Einführung* (3. A.). München: Hanser.
- Reisig, W. (2020). Informatik – eine eigenständige Wissenschaft? *Informatik-Spektrum*, 43(4), 262–271. <https://doi.org/10.1007/s00287-020-01294-z>
- Schefe, P. (1999). Softwaretechnik und Erkenntnistheorie. *Informatik-Spektrum*, 22(2), 122–135. <https://doi.org/10.1007/s002870050131>
- Schüleln, J. A. & Reitze, S. (2016). *Wissenschaftstheorie für Einsteiger*. Wien: Facultas.
- Snelting, G. (1998). Paul Feyerabend und die Softwaretechnologie. *Informatik-Spektrum*, 21(5), 273–276. <https://doi.org/10.1007/s002870050105>
- Tedre, M. (2015). *The Science of computing. Shaping a discipline*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Valk, R. (1997). Die Informatik zwischen Formal- und Humanwissenschaften. *Informatik-Spektrum*, 20(2), 95–100. <https://doi.org/10.1007/s002870050057>
- Wulf, C., Haberstroh, S. & Petersen, M. (2020). *Forschendes Lernen. Theorie, Empirie, Praxis*. Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-31489-7>

Embodied Cognition als Lehrparadigma in der Programmierausbildung

DOMINIKUS HERZBERG

Abstract

Dieser Beitrag stellt den aus der Kognitionswissenschaft stammenden Ansatz des Embodied Cognition vor und verargumentiert sein Potenzial für die Lehre und die Lehr-Lernforschung. Am Beispiel der hochschulischen Programmierausbildung wird aufgezeigt, wie ein kognitionswissenschaftlicher Ansatz zu einem didaktischen Instrument führt, der Graph-Metapher, welche die in der Programmierung übliche Objekt-Orientierung stringent vermittelbar und systematisch und schlüssig erklärbar macht – dies vor allem auch in der Hinsicht, dass informatische Modellbildung und lebensweltliche Erfahrungen reflektiert und in ihren Unterschieden erkannt werden. Darüber hinaus wird eine theoretische Verortung im Neuen Realismus vorgestellt, die der Lerntheorie des Kognitivismus als Paradigma eine etwas andere Färbung verleiht.

Schlagworte: Kognitionswissenschaft, embodied cognition, objektorientierte Programmierung, Programmierausbildung, Didaktik

1 Einleitung

Diese Arbeit möchte für den Kognitivismus, der zu den drei großen Lerntheorien zählt, eine Variante zur Diskussion stellen und ein Potenzial für die Lehre und die Lehr-Lernforschung verargumentieren, das speziell eingeht auf die Problematik der Programmierausbildung von Erstsemestern in Informatik-Studiengängen. Die Theorie der Embodied Cognition, von der die Rede sein wird, kann ontologisch und epistemologisch mit Hilfe des Neuen Realismus unterfüttert werden – damit deutet sich an, dass Embodied Cognition der Lerntheorie des Kognitivismus als Paradigma eine leicht andere Färbung verleiht.

Ausgangspunkt dieser Arbeit ist eine Vorarbeit zur Mathematik, deren ideengeschichtliche Entwicklung als eine Folge metaphorischer Mappings verstanden und in den Dienst der Didaktik gestellt werden kann: das Buch „*Where Mathematics comes from*“ von Lakoff und Núñez (2000), das die Metaphern und Mappings für die Arithmetik, die Algebra, die Logik, die Mengenlehre und die Zahlenlehre bis hin zum Begriff der Unendlichkeit durchdekliniert. Viele der Metaphern und Mappings sind über Hunderte von Jahren entstanden und haben ihre Bewährung lange hinter

sich. Das Bemerkenswerte ist, dass sie aus der Perspektive der Embodied Cognition allesamt verkörperte Ursprünge haben, die als solche selten erkannt und verstanden werden. Dabei besteht genau darin ihr didaktischer Wert. Man kann aus den Metaphern und ihren Mappings didaktische Hilfsmittel und Vorgehensweisen ableiten und sie der Lehr-Lernforschung zuführen.

Aufgrund der Nähe der Informatik zur Mathematik nutze ich das Buch von Lakkoff und Núñez (2000) als Setzung für eine Anwendung auf die Herausforderungen der Vermittlung der objektorientierten Programmierung; ich arbeite also direkt mit den Erkenntnissen der beiden Autoren und stelle anhand konkreter Beispiele vor, wie sich Metaphern in der informatischen Modellbildung darstellen.

2 Die Schwierigkeit, das Programmieren zu erlernen

Die Studienabbruchquoten in der Informatik gehören zu den höchsten überhaupt. An Universitäten brachen 45 Prozent (2014) bzw. 46 Prozent (2016) der Absolventen das Bachelor-Studium der Informatik ab (nur übertroffen von der Mathematik); an Fachhochschulen waren es 41 Prozent (2014) bzw. 39 Prozent (2016), hier nur übertroffen von der Elektrotechnik (Heublein und Schmelzer 2018, S. 25 f.). Kritisch sind die ersten beiden Semester – vor allem dann, wenn Leistungsprobleme eine große Rolle spielen (Heublein et al. 2017, S. 34). Abseits von weiteren möglichen Ursachen für den Studienabbruch kann man die Frage stellen, ob es etwas gibt, das die Informatik inhärent schwierig zu vermitteln und zu erlernen macht – der Verdacht scheint nicht ganz unbegründet.

Einen entscheidenden Anteil am Informatikstudium hat die Programmierausbildung in den ersten beiden Semestern. In der Tat ist die Programmierausbildung ein problembehaftetes Fach, wie es die vielen Publikationen zum Thema belegen. Ein Literatur-Review von Qian und Lehman (2017) befasst sich mit den falschen Vorstellungen, die Studienanfänger gegenüber der Programmierung haben, und macht drei Kategorien des Programmierverständnisses aus: Wissen um die Syntaktik, also grundlegende Kenntnisse um den Aufbau und die Regeln einer Programmiersprache; Konzeptwissen, womit ein Verständnis um Programmierkonstrukte und -prinzipien gemeint ist, und schließlich Entwicklungswissen, was die Anwendung von Syntax- und Konzeptwissen zur Lösung von neuen Programmierproblemen meint (S. 3 f.). Für die Verständnisschwierigkeiten beim Erlernen einer Programmiersprache werden mehrere Faktoren identifiziert: „unfamiliarity of syntax, natural language, math knowledge, inaccurate mental models, lack of strategies, programming environments, inappropriate instruction, and teachers’ knowledge“ (S. 17). Bemerkenswerterweise können auch Lehrende zu den Schwierigkeiten beitragen, indem sie unpassende Analogien, Modellvorstellungen und Metaphern nutzen (S. 10) – und genau an dieser Stelle hat die vorliegende Arbeit ihren Ansatzpunkt, was ebenso Anschluss nimmt an die „inaccurate mental models“ aufseiten der Studierenden.

Im Lichte welcher der drei großen Lerntheorien werden solche Probleme in der Programmierausbildung angegangen und reflektiert? Obgleich ein entsprechendes Bewusstsein für alle drei Lerntheorien besteht (vgl. Quevedo-Torrero, 2009), scheint die Informatik eine Präferenz für den Konstruktivismus als lerntheoretische Fundierung zu haben (siehe z. B. Troelstra, 1999 und Ben-Ari, 2001). Im Rahmen seiner Überlegungen grenzt Ben-Ari (2001) die Anwendung des Konstruktivismus in der Informatikausbildung ab von den Naturwissenschaften, indem er zwei Besonderheiten für die Informatik feststellt (S. 56, Hervorhebung im Original):

1. „A (beginning) computer scientist student has no *effective model* of a computer.“
2. „The computer forms an accessible *ontological reality*.“

Beides sind gültige und zutreffende Punkte. Ein zum Konstruktivismus alternativer Vorschlag muss auf diese beiden Punkte eingehen. Die Kombination aus Neuem Realismus und Embodied Cognition scheint mir das zu leisten.

3 Der Neue Realismus und Embodied Cognition

Der Neue Realismus steht in Opposition zum Konstruktivismus und geht davon aus, „dass wir die Welt so erkennen, wie sie an sich ist“, was nicht ausschließt, sich auch täuschen zu können (Gabriel 2018, S. 11). Ich lege hier die Arbeiten des Philosophen Markus Gabriel zugrunde.

Eine kurze Skizze zum Neuen Realismus, welcher der analytischen Erkenntnistheorie eine synthetische gegenüberstellt (Gabriel, 2013, S. 37 f.): Die ontologische Grundeinheit des Neuen Realismus sind sogenannte Sinnfelder – ein Sinnfeld ist der „Ort“, an dem etwas erscheint (Gabriel, 2018, S. 68). „Zu existieren besteht demnach darin, in einem Sinnfeld zu erscheinen“ (Gabriel & Krüger, 2018, S. 76). In einem Sinnfeld können Gegenstände und/oder Gegenstandsbereiche erscheinen; sie sind damit existent, wobei Sinn die Art bezeichnet, wie ein Gegenstand erscheint (Gabriel, 2018, S. 91). Es ist der Sinn, der Sinnfelder voneinander unterscheidet (S. 113).

Ein Gegenstand ist etwas, „worauf man sich mit wahrheitsfähigen Gedanken beziehen kann“ (Gabriel, 2013, S. 231). Ein Gegenstandsbereich ist ein Bereich, „der eine bestimmte Art von Gegenständen enthält, wobei Regeln feststehen, die diese Gegenstände miteinander verbinden“ (Gabriel, 2018, S. 35).

Zurück zu den Sinnfeldern: Welche Sinnfelder es gibt, „ist keine Leistung der Ontologie, sondern der empirischen Wissenschaften“ (S. 114) oder schlicht der Erfahrung. Allerdings geht es stets um Gegenstandsbereiche. „Die Wissenschaft erkennt auf eine Weise, die für jeden nachvollziehbar und überprüfbar ist, der sich ihre Methoden angeeignet hat“ (S. 132). Erweist sich ein Gegenstandsbereich als Redebe-
reich (auf gut Deutsch: als „Geschwätz“), nimmt man eine ontologische Reduktion vor; deshalb braucht man für viele Gegenstandsbereiche eine Irrtumstheorie (S. 54).

Ich halte diese Interpretation des Neuen Realismus als wissenschaftstheoretische Grundlage tragfähig für die Vorstellungen und Annahmen der „verkörperten Kognition“, die Begriffe wie „Metapher“ und „Frame“ einführt und damit kognitive Konzepte in Bezug zu Gegenstandsbereichen bringt, die in Sinnfeldern erscheinen können.

In der Kognitionswissenschaft gibt es die Theorie der *Embodied Cognition*, die davon ausgeht, dass das Denken nicht nur einen Körper voraussetzt, sondern vielmehr durch die Wahrnehmung und Motorik und die Interaktion mit und in der Welt ebenso bedingt wie auch begrenzt ist. Alles Denkbare muss eine Abbildung in verkörperten Ausdrucks- und Sinnesformen finden; daher der Begriff der „verkörperten Kognition“, im Deutschen oft nur als „Embodiment“ bezeichnet.

Interessant ist die Verbindung mit der Kognitiven Linguistik, wie sie auf den Linguisten George Lakoff und den Philosophen Mark L. Johnson zurückgeht (Lakoff & Johnson, 1999). Im Zentrum steht die Frage, wie Worte ihre Bedeutung und ihren Sinn erhalten und welche Rolle dabei Metaphern und gedankliche Simulationen spielen (Bergen, 2012). Die Sprach- und Kognitionswissenschaftlerin Elisabeth Wehling zielt in ihrem Buch „Politisches Framing“ (Wehling, 2016) zwar auf das politische Denken ab (ein Anliegen, das sie mit ihrem Lehrer Lakoff teilt), liefert darin jedoch eine prägnante Zusammenfassung zum Forschungsstand. Das Wichtigste in Kürze: Menschen begreifen Worte, indem das Gehirn die mit den Worten assoziierten Bewegungsabläufe, Sinneseindrücke und Gefühle simuliert (S. 21 f.). Außerdem aktiviert es einen Deutungsrahmen, *Frame* genannt, der körperliche, sprachliche und kulturelle Erfahrungen beinhaltet (S. 28); auch diese Anteile werden bei der Simulation mitaktiviert (S. 30). Frames beeinflussen nicht nur die Sprachverarbeitung, sondern auch die Wahrnehmung (S. 32). Entscheidend für den Kontext der Lehr-Lernforschung ist, dass abstrakte Konzepte und Ideen stets „über Metaphern an körperliche Erfahrungen angebunden und damit ‘denkbar’ gemacht“ werden, was man als *Metaphoric Mapping* bezeichnet (S. 68). Genau genommen geht es um konzeptuelle Metaphern, die unweigerlich unser Alltagsdenken strukturieren und sich in sprachlichen Metaphern ausdrücken (S. 69 f.). Sprache ist immer durch Metaphern strukturiert, weil Menschen automatisch in konzeptuellen Metaphern denken (S. 71). Metaphorische Mappings erlauben es uns, konkrete Welterfahrung mit abstrakten Ideen und Konzepten zu koppeln (S. 71). Damit ist die *Conceptual Metaphor Theory* skizziert.

Experimentell ist die Theorie mittlerweile gut untermauert, vgl. Bergen (2012). Die Existenz von Frames und die durch Worte ausgelösten Simulationen im Gehirn passen zur ontologischen und epistemologischen Sicht des Neuen Realismus. Das Embodiment tariert den Bezug von Gehirn, Körper und Welt neu aus: „Die Aufgabe, Probleme zu lösen, muss nicht allein vom Gehirn erfüllt werden, sondern kann zwischen Gehirn, Körper und Welt aufgeteilt werden“ (Crawford, 2016). Ich möchte aufzeigen, dass man mit der *Conceptual Metaphor Theory* zu interessanten Lehrkonzepten kommt, die notwendig im Sinne der Theorie des Embodiment auch dem Lernenden zugute kommen sollten.

4 Metaphern in der informatischen Modellbildung

In diesem Kapitel möchte ich an Beispielen aufzeigen, wie sich der Ansatz der Embodied Cognition mit Bezug auf die Arbeit von Lakoff und Núñez (2000) in der Informatik für die Programmierausbildung anwenden lässt. Dazu ist Lehrmaterial in Form eines Textes zur Objektorientierung entstanden – einem Programmierparadigma, das Studierenden notorisch Probleme bereitet. Der Text ist in Teilen eingeflochten, durch einen serifenlosen Font hervorgehoben und zeichnet sich durch einen informellen Stil aus.

4.1 Objektorientierung als Konzeption

Das Problem des Erlernens der Objektorientierung beginnt bereits mit dem Namen. Mit welchen Vorstellungen ist das Wort „Objekt“ assoziiert, welcher Frame wird aktiviert? Die Wortbedeutung gibt einen ersten Hinweis; laut Duden bedeutet „Objekt“ allgemein „Gegenstand, auf den das Interesse, das Denken, das Handeln gerichtet ist.“ Eine erste Annäherung zum aktivierten Frame liefern Synonyme und typische Wortverbindungen. Wieder hilft in beiden Fällen der Duden weiter. Zu dem Wort „Objekt“ gibt es die folgenden Synonyme:

- Artikel, Ding, Erzeugnis, Etwas, Gegenstand, Körper, Produkt, Sache; (umgangssprachlich) Teil
- Stoff, Thema, Thematik, Themenstellung; (bildungssprachlich) Sujet
- Grundstück, Haus; (Wirtschaft) Immobilie

Mit dem Wort „Objekt“ sind die Adjektive *ausgestellt*, *bewegend*, *bewegt*, *dreidimensional*, *einzel* und weniger stark *obskur* verbunden; auch die Substantive *Zeichnung*, *Malerei*, *Klasse* und weniger stark *Bild* und *Installation* und *Subjekt* sind mit ihm verbunden.

Noch besser wäre es, Studierende nach ihrem Verständnis des Begriffs „Objekt“ zu befragen, aber es deutet sich an dieser Stelle an, dass dieser Begriff als abstrakte Metapher für einen Gegenstand herhalten kann und vermutlich so in erster Annäherung verstanden wird. Dass Gegenstände einen Zustand haben, mag noch anschlussfähig an die Metapher sein; auch mag es noch verträglich mit der Metapher sein, dass Gegenstände gleichen Typs einer gemeinsamen „Klasse“ angehören – aber mit der Zunahme an objektorientierten Konzeptbegriffen und Aussagen kollidieren die Metaphern und ihre Frames. „Jedes Objekt ist die Instanz einer Klasse“ – diese korrekte Aussage ist schwer verständlich, zumal der Begriff der „Instanz“, wenn er überhaupt verstanden wird, Synonyme wie „Administration, Amt, Behörde, Dienststelle, Institution, Stelle, Verwaltung, [Verwaltungs]organ“ als Frame-Annäherung mit sich trägt. Die objektorientierte Konzeption der „Vererbung“ erinnert an die „Weitergabe von Erbanlagen von einer Generation an die folgende“ (Duden) – den tatsächlichen Sachverhalt kann ein Container-Bildschema in den mengentheoretischen Bezügen hier deutlich besser vermitteln als der biologische Bezug.

Diese allein durch die Begriffe erzeugte Metaphern-Verwirrung ist sicherlich ein Anzeichen einer noch jungen Disziplin. Die Ideenwelt der Informatik hat nicht

einmal zwei Generationen hinter sich bringen können, um die Tragfähigkeit und didaktische Tauglichkeit von Metaphern auszuloten und gegebenenfalls neue Metaphern ins Spiel zu bringen. Die andere Seite der Medaille ist, dass eine Computersprache und ein Programmierparadigma eine ontologische Setzung vornehmen, deren begrifflich-metaphorische Einkleidung vielleicht misslungen sein mag, die sich aber operativ als axiomatische Setzung versteht und im Sinnfeld einer Programmiersprache erscheint.

Dazu gibt es eine Lösung, die Lakoff und Núñez (2000) unter der Idee „Mengen sind Graph-Metaphern“ einbringen (S. 146–152). Statisch typisierte, objektorientierte Programmiersprachen basieren formal auf einem mengentheoretischen Konzept, das unmittelbar von der Graph-Metapher profitiert. Die Graph-Metapher macht ...

1. Objekte als graphische Einheiten einfach fassbar,
2. das für Studierende schwer verständliche (da ansonsten und auch in der Interaktion mit der Sprache unsichtbare) Konzept der Referenz als Pfeil anschaulich und leicht nachvollziehbar,
3. das Konzept der Klasse zur Aussage darüber, welche Pfeile man von einem Objekt dieser Klasse zu welchen anderen Objekten zeichnen darf.

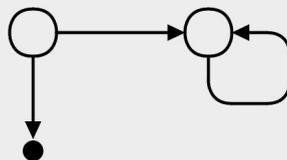
Zur Erklärung folgt ein Auszug aus dem von mir entwickelten Lehrmaterial, das sich in einem informellen Stil präsentiert und zur besseren Abgrenzung in Kästen mit grauem Hintergrund dargestellt ist.

Kästchen sind Objekte, Pfeile sind Verweise

Was auch immer ein Objekt sein soll. Stellen Sie sich vor, dass Sie auf einem Papier mit einem Stift Kreise oder Kästchen zeichnen. Diese Kreise oder Kästchen nennen wir Objekte; wichtig ist, dass sich die Kreise nicht überschneiden und auch nicht ineinander verschachtelt sind.

Die Kreise können wir mit Pfeilen verbinden. Ein Pfeil beginnt am Kreisrand des einen Kreises und endet mit einer Pfeilspitze am Kreisrand eines anderen Kreises; grundsätzlich denkbar ist aber auch, dass ein Pfeil vom gleichen Kreis ausgeht und auch wieder bei ihm endet. Die Pfeile nennen wir Verweise oder auch Referenzen.

Wenn wir einen Pfeil explizit *nicht* bei einem anderen Kreis enden lassen wollen, dann lassen wir den Pfeil ein wenig ins Leere laufen und bringen an der Pfeilspitze einen kleinen, dicken Knubbel an. Diesen ins Leere laufenden Pfeil nennen wir einen „Null-Verweis“ oder auch „Null-Referenz“.



Es macht übrigens nichts, wenn sich die Linien der Pfeile überschneiden. Allerdings müssen wir Namen an die Pfeile schreiben, sonst wissen wir nicht, welcher Pfeil wofür ist. Dazu gleich mehr.

Klassen definieren Objektarten

Was nun noch hinzukommt, ist, dass wir verschiedene Arten von Objekten unterscheiden – der Fachmensch spricht von Klassen. Diesen verschiedenen Objektarten geben wir Namen. Damit wir wissen, von welcher Art ein Objekt ist, schreiben wir den Namen in das Objekt hinein.

Eine Objektart, eine Klasse, hat nicht nur einen Namen. Mit der Objektart ist festgelegt, wie viele Pfeile von einem Objekt dieser Art ausgehen (es ist eine feste Anzahl), wie diese Pfeile heißen (darum müssen wir die Pfeile beschriften) und bei was für einer Art von Objekt der Pfeil enden muss, wenn er kein Null-Verweis sein möchte.

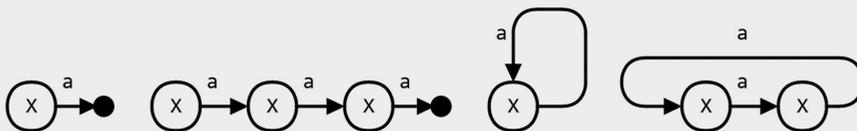
Ein Beispiel: Wir legen für Objekte der Art, also der Klasse „X“, fest, dass jedes Objekt dieser Klasse einen Pfeil haben muss, der den Namen „a“ hat und auf ein Objekt der Klasse „X“ zeigt. Man könnte das sehr schematisch wie folgt aufschreiben:

Objektart „X“ hat einen Pfeil namens „a“, der bei einem Objekt der Art „X“ enden muss, sofern der Pfeil kein Null-Verweis ist.

Oder noch kürzer und formaler:

```
class X {  
    X a;  
}
```

Wie könnten mögliche Objektbilder dazu aussehen? Versuchen Sie, ein paar Objekt-Pfeil-Diagramme zu zeichnen!



Die Graph-Metapher hilft sehr gut dabei, den Begriff der Datenstruktur anzubringen. Graphen bilden Strukturen ab, und dass es sich bei den Objekten nicht um Gegenstände, sondern um gegenstandsfreie Daten handelt („Kreise“ in den Bildern), ist leicht einsichtig. Die Graph-Metapher richtet den Blick außerdem auf den entscheidenden und wichtigen Punkt: Die Klasse ist der Ort, an dem Namen für die Klassen vergeben werden. Der Klassenname wird zum Träger einer Metapher für die damit aufsetzbaren Datenstrukturen. Darauf geht der folgende Abschnitt am Beispiel des Stapels ein.

4.2 Objektorientierung zur Implementierung von Datenstrukturen

Viele Datenstrukturen tragen sehr sprechende Namen wie „Liste“, „Baum“ oder „Stapel“. Die Namen dienen als Metaphern, weil Struktur und Gebrauch an ihr Vorbild aus der Realwelt erinnern. Doch ist die Umsetzung einer Datenstruktur mit Schwierigkeiten behaftet, da es sich um einen Modellierungsvorgang handelt, der sämtliche physikalischen Grundlagen ignoriert und physikalische Bezüge, die die Metapher nahelegt, in abstrakte übersetzt.

Sie wissen, was ein Stapel (*stack*) ist. Nehmen wir einen Bücherstapel. Ein Buch liegt auf dem anderen, die Bücher schichten sich aufeinander. Das unmittelbar zugreifbare Buch liegt obenauf. Möchte man auf ein Buch darunter zugreifen, muss man mehrere Bücher von oben entfernen.

Der Stapel ist eine beliebte Metapher für eine Objektstruktur, die das Organisationsprinzip übernehmen soll. Damit stellt sich aber die Frage: Was ist ein Stapel?

Modellbildung, 1. Teil: Das Stapel-Prinzip

Den Stapel an sich gibt es nicht. Es ist ein Konzept, das eine Organisationsform beschreibt: Dinge liegen aufeinander. Von einem Stapel erwartet man, dass die aufeinander gelegten Dinge sich selber tragen und mit zunehmender Höhe einem Turm zu gleichen beginnen. Der Stapel will nichts konstruieren, er will keine Wand und er will kein Turm sein. Es geht mehr um die praktische Ausnutzung von wenig verfügbarem Platz.

Man sieht, man kommt mit der Metapher schnell an ihre Grenzen. Es ist schwer zu klären, was ein Stapel genau ist. Erinnern wir uns also an unser Vorhaben: Wir wollen den Stapel als Organisationsprinzip aufgreifen und nutzbar machen.

Das Übereinanderlegen funktioniert dank Schwerkraft und dank geeigneter Form der aufeinander liegenden Dinge. In unseren Objektwelten spielt beides keine Rolle. Wir können einen Pfeil für das Verhältnis *on top of* nutzen.

Starten wir einen ersten Versuch und wenden das Organisationsprinzip auf Objekte von der Art „Book“ (Buch) an.

```
class Book {
    Book onTopOf;
}

class View {
    Book stack;
}
```

Mit der „View“¹ kommt schön zum Ausdruck, dass wir einen Stapel sehen, es aber kein Konstrukt der Idee eines Stapels gibt, nur eine Nachbildung der Eigenschaft eines Buchs, auf einem anderen Buch liegen zu können. Der mit „stack“ gezeigte Blick sieht das oberste Buch und kann entlang der Pfeile die aufeinander verweisenden Bücher „sehen“.



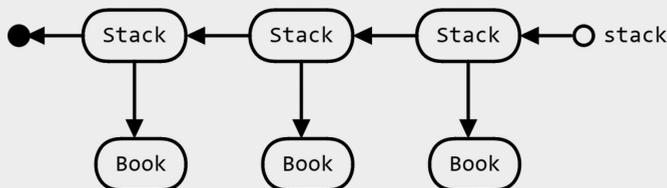
Wir haben diese Struktur so ähnlich schon mit der Klasse „X“ gehabt. Streng genommen fehlt uns hier eine Beschränkung: Es sind keine Zyklen von „onTopOf“ erlaubt, die die Idee des Aufeinanderliegens *ad absurdum* führen.

Was ist der Nachteil dieser Struktur? Jede neue Objektart, die man stapeln möchte, muss den „onTopOf“-Pfeil haben. Wäre es nicht angebracht, die gestapelte Organisationsform zu isolieren von der Art der Objekte, die gestapelt werden?

Ein neuer Versuch:

```
class Book { }
class Stack {
    Stack onTopOf;
    Book item;
}
class View {
    Stack stack;
}
```

In dem Beispiel kann man sehen, dass die „Stack“-Objekte so etwas wie die Trägerstruktur für den Stapel bilden, hier wird das „Aufeinanderliegen“ abgebildet. Wie das Bild zeigt, hat die Darstellung in ihrer Ausrichtung von rechts nach links längst das Thema Schwerkraft und die Raumorganisation von „oben“ und „unten“ eingebüßt und modelliert das als eine Kette von „onTopOf“-Pfeilen. Die Bücher sind als Dinge (*items*) an die organisierende Trägerstruktur „angehängt“.

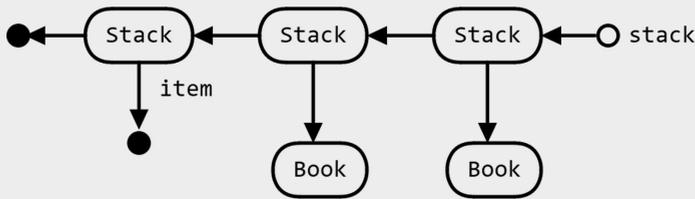


1 Die Einführung zu Views habe ich hier nicht aufgenommen.

Modellbildung, 2. Teil: Was ist ein leerer Stapel?

Es gibt sie nicht wirklich, die Idee des leeren Stapels. Wenn jemand mit dem Finger auf eine freie Stelle auf einem Tisch zeigt und sagt: „Da ist ein leerer Bücherstapel“, dann ist das sehr irritierend. Es ist eine merkwürdige Aussage, etwas als nicht vorhanden zu bezeichnen, was genau aus diesem Grund nicht da ist. Wenn man von einem leeren Stapel spricht, dann ist das eher mit einem leeren Parkplatz vergleichbar. Der Parkplatz ist eine Fläche, die zur Besetzung durch ein Auto reserviert ist. So in etwa kann man sich die Idee des leeren Stapels vorstellen: Eine Fläche, die für einen Stapel reserviert ist. Und dann ist auch klar, dass mit nur einem Buch auf dieser Fläche der Anfang eines Bücherstapels gemacht ist.

In diesem Sinne stellt der leere Stapel lediglich einen Anfang dar: Seht her, ich bin der Ort, an dem man Bücher aufeinanderstapeln kann. Diese Signalwirkung kann man darüber erreichen, dass wir eine Vereinbarung treffen: Die Existenz eines Stapels ist damit angelegt, indem wir ein „Stack“-Objekt anlegen, das weder „onTopOf“ irgendwas ist noch ein „item“ hat. Sprich: Die beiden Pfeile sind „null“-Verweise. So stellt sich das nachstehende Bild dar als ein Stapel mit zwei Büchern, die auf einem Ausgangspunkt zum Stapeln (das „Stack“-Objekt ganz links) aufgesetzt sind. Der „stack“-Verweis schaut auf das oberste Element des Stapels.

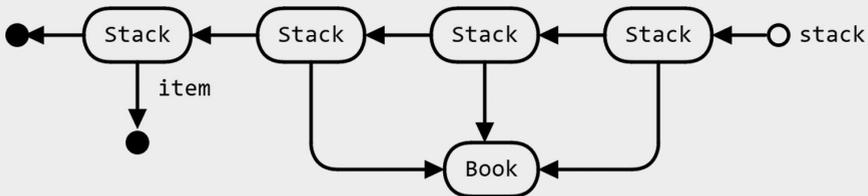


Diese Beschreibung eines Stapels in der Kunstwelt der Objekte ist eine extreme Kondensation eines Organisationsprinzips. Wir benötigen dazu eine einzige Objektart namens „Stack“, die das Rückgrat eines Stapels bildet. Mit einem Stapel, so wie wir ihn aus der „Echtwelt“ kennen, hat das nur rudimentär zu tun.

Es sollte deutlich geworden sein, wie unpassend die Metapher des „Objekts“ als Gegenstand offenbar ist. Versteht man den Begriff des Gegenstands im Sinne des Neuen Realismus als etwas, „worauf man sich mit wahrheitsfähigen Gedanken beziehen kann“ (vgl. oben), so passt das sehr treffend zur informatischen Modellbildung. Die im vorgestellten Lehrmaterial vorkommenden Diagramme entsprechen den Sinnfeldern des Neuen Realismus, in ihnen erscheinen die „Gegenstände“, d. h. die Objekte. Die informatische Modellbildung setzt ontologische Realitäten, um auf Ben-Ari (2001) zurückzukommen.

Die Freiheiten der Objektmodellierung

Man muss sich im Klaren darüber sein, dass man mit der „Stack“-Klasse Szenarien konstruieren kann, die sich nur schwer mit unserer Erfahrung vertragen. Schauen wir uns die folgende Stapelstruktur an:



Hier stapelt man dreimal ein und dasselbe „Book“-Objekt. Wohlgermerkt, es geht nicht um drei gleiche Bücher, sondern dreimal um ein und dasselbe Buch! Ich wüsste nicht, wie ich Ihnen das in der Realwelt anschaulich erklären sollte. Jetzt, wo wir in die Objektwelt eingetaucht sind, müssen wir akzeptieren, dass solch eine Modellbildung möglich geworden ist, vielleicht ist sie sogar für bestimmte Sachverhalte sinnvoll. Ein Abbild der Realität ist es nicht. Darin liegt die große Chance, aber auch der oft ungewollte Falschgebrauch informatischer Modellierung: Mit Kästchen und Pfeilen lässt sich allerhand zeichnen, allein die Klassendefinitionen erlegen den Objektarten bestimmte Pfeile und Pfeilziele auf. Die Freiheitsgrade sind so groß, dass man sich oft nicht einmal darüber bewusst ist, wie sehr man in Bezug auf eine Metapher oder in Anlehnung an Szenarien aus der Realwelt davon abweichen kann. Man muss Disziplin walten lassen im Gebrauch von Objektstrukturen oder sehr aufwendig versuchen, Strukturüberprüfungen einzubauen.

5 Abschließende Betrachtungen

Die erarbeitete Graph-Metapher hat bei meinen Studierenden einen Aha-Effekt ausgelöst – dem darf jedoch keine überhöhte Bedeutung zugeschrieben werden. Es wäre an der Zeit, eine Evaluation und eine systematische Studie vorzunehmen. Ein Ausgangspunkt könnte die Feldstudie von Ragonis und Ben-Ari (2005) sein, die sich speziell der Objektorientierung widmet. Die Autoren identifizieren 58 Schwierigkeiten, die Studierende mit der Objektorientierung haben, und geben ihre Lehempfehlungen dazu ab. Man kann die Schwierigkeiten z. B. als Ausgangspunkt für einen zu entwickelnden Frage- oder Evaluationsbogen machen. Interessanterweise haben die Autoren in ihrem Kurs eine Entwicklungsumgebung namens BlueJ für den Java-Unterricht gewählt, die Klassen- und Objektbezüge visuell darstellt, was dennoch zu Fehlannahmen bei den Studierenden führte.

Alan Kay gilt als einer der Väter der Objektorientierung. Seine Arbeiten zur Programmiersprache *Smalltalk* aus den 1970er Jahren haben ihm unter anderem den „Nobelpreis der Informatik“, den Turing-Award, eingebracht (Barnes, 2012). Kay befreut es im Nachgang, den Begriffs des „Objekts“ geprägt zu haben (Kay, 1998). Auch sei die Idee der Klasse oder die Art der Syntax von *Smalltalk* nicht entscheidend: „The big idea is ‘messaging’ [...]“ (ebd.). Kay, der ursprünglich Biologie studiert hat, hat Objekte als kommunizierende Wesen vor Augen gehabt, die Nachrichten empfangen und senden können. Diese Metapher ist sehr einfach; sie knüpft unmittelbar an die Erfahrung eines sozialen, verkörperten Wesens an. Mit ihr kann man die Konzepte der Objektorientierung synthetisieren in Form von Kommunikationsprotokollen, was *Smalltalk* sehr konsequent gemacht hat. Ein Programmierer ist in *Smalltalk* Teil des Systems und kann *Smalltalk* vollständig nach seiner Umsetzung „befragen“, d. h. reflektieren. Der vorgestellten Graph-Metapher kann man durchaus eine Nachrichten-Metapher gegenüberstellen. Auch hierzu wären Untersuchungen reizvoll.

Dieser Beitrag hat am Beispiel der Programmierausbildung aufzuzeigen versucht, dass der Ansatz der Embodied Cognition wertvolle Impulse für die Entwicklung von Lehrmaterialien bietet, wobei die Chance und Möglichkeit besteht, didaktische Materialien und Vorgehen mit Hilfe der Lehr-Lernforschung experimentell zu evaluieren. Neu dürfte die wissenschaftstheoretische Verortung zum Neuen Realismus sein, der sich insbesondere im Zusammenhang mit der informatischen Modellbildung als passend zu erweisen scheint.

Literaturverzeichnis

- Barnes, S. B. (2012). *Alan Kay. United States - 2003, Association for Computing Machinery*. Verfügbar unter https://amturing.acm.org/award_winners/kay_3972189.cfm [13.03.2019].
- Ben-Ari, M. (2001). Constructivism in Computer Science Education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* 20 (1), 45–73.
- Bergen, B. K. (2012). *Louder than words. The new science of how the mind makes meaning*. New York: Basic Books.
- Crawford, M. B. (2016). *Die Wiedergewinnung des Wirklichen. Eine Philosophie des Ichs im Zeitalter der Zerstreuung*. Berlin: Ullstein eBooks.
- Gabriel, M. (2013). *Die Erkenntnis der Welt. Eine Einführung in die Erkenntnistheorie* (4. Aufl.). Freiburg/München: Karl Alber.
- Gabriel, M. (2018). *Warum es die Welt nicht gibt* (4. Aufl.). Berlin: Ullstein.
- Gabriel, M. & Krüger, M. D. (2018). *Was ist Wirklichkeit? Neuer Realismus und Hermeneutische Theologie*. Tübingen: Mohr Siebeck.

- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017). *Motive und Ursachen des Studienabbruchs an baden-württembergischen Hochschulen und beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher* (DZHW Projektbericht 6|2017). Verfügbar unter https://www.dzhw.eu/pdf/21/BaWue_Bericht_gesamt.pdf [06.03.2019].
- Heublein, U. & Schmelzer, R. (Oktober 2018). *Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Berechnungen auf Basis des Absolventenjahrgangs 2016* (DZHW-Projektbericht). Hannover: Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW). Verfügbar unter https://www.dzhw.eu/pdf/21/studienabbruchquoten_absolventen_2016.pdf [06.03.2019].
- Kay, A. C. (1998). *prototypes vs classes was: Re: Sun's HotSpot*. Verfügbar unter <http://lists.squeakfoundation.org/pipermail/squeak-dev/1998-October/017019.html> [13.03.2019].
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1999). *Metaphors we live by* [Nachdr.]. Chicago, Ill.: Univ. of Chicago Press.
- Lakoff, G. & Núñez, R. E. (2000). *Where mathematics comes from. How the embodied mind brings mathematics into being*. New York, NY: Basic Books.
- Qian, Y. & Lehman, J. (2017). Students' Misconceptions and Other Difficulties in Introductory Programming. *ACM Transactions on Computing Education* 18 (1), 1–24. doi:10.1145/3077618
- Quevedo-Torrero, J. U. (2009). Learning Theories in Computer Science Education. In *2009 Sixth International Conference on Information Technology: New Generations* (S. 1634–1635). IEEE.
- Ragonis, N. & Ben-Ari, M. (2005). On understanding the statics and dynamics of object-oriented programs. In W. Dann, T. Naps, P. Tymann & D. Baldwin (Hrsg.), *Proceedings of the 36th SIGCSE technical symposium on Computer science education – SIGCSE '05* (S. 226–230). New York, USA: ACM Press.
- Troelstra, A. S. (1999). From constructivism to computer science. *Theoretical Computer Science* 211 (1–2), 233–252. doi:10.1016/S0304-3975(97)00172-2
- Wehling, E. (2016). *Politisches Framing. Wie eine Nation sich ihr Denken einredet – und daraus Politik macht* (edition medienpraxis, Bd. 14, 1. Auflage). Köln: Herbert von Halem Verlag.

Autor

Dominikus Herzberg, Prof. Dr.-Ing.
Institut für Programmiersprachen und ihre Anwendung (IPA)
dominikus.herzberg@mni.th-mittelhessen.de

Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung und das Transparenzproblem: Eine Analyse und ein Lösungsvorschlag

Dominikus Herzberg

Abstract: *Es ist hochgradig attraktiv, das kognitive Potenzial Künstlicher Intelligenz (KI) in der Hochschulbildung beim Lernen und Lehren auf allen hochschuldidaktischen Ebenen zu den verschiedensten Zwecken heranzuziehen und zu nutzen: von der Lernassistenz über Tutorsysteme bis hin zu Planungssystemen zur Ausrichtung der Curricula. Einmal angenommen, solche KI-Systeme stünden uns morgen in den Hochschulen zur Verfügung: Sollten wir sie einsetzen? Überraschenderweise ist uns die Entscheidung bereits abgenommen. Die Antwort lautet »Nein«, wenn man die sogar rechtlich verankerte Forderung an die Transparenz von KI ernst nimmt, womit die Nachvollziehbarkeit, Erklärbarkeit und Interpretierbarkeit ihres Verhaltens verlangt wird. Dieser Beitrag zeigt auf, dass KI mit dem Transparenz-Prinzip unverträglich ist. Dieses Dilemma muss gesellschaftlich aufgelöst werden. Gleichwohl kann die hochschulische Bildungsforschung Rahmenbedingungen schaffen, die die Intransparenz von KI integriert und nicht ausschließt, indem sie den KI-Einsatz durch eine Bildungsergebnisforschung und wissenschaftliche »Echtzeit«-Methoden begleitet. Es wäre damit denkbar, die Forderung nach Transparenz abzuschwächen oder aufzugeben.*

It is highly attractive to use the cognitive potential of Artificial Intelligence (AI) in higher education in learning and teaching on all levels of higher education didactics for a wide variety of purposes: from learning assistance to tutoring systems to planning systems for aligning curricula. Let's assume for a moment that such AI systems would be available for us tomorrow in higher education institutions: Should we use them? Surprisingly, the decision is already taken from us. The answer is »no« if we take seriously the even legally enshrined requirement for AI to be transparent, thereby demanding that its behaviour be comprehensible, explainable, and interpretable. This paper shows that AI is incompatible with the transparency principle. This dilemma needs to be resolved

by society. Nonetheless, higher educational research can create conditions that integrate rather than exclude the intransparency of AI. And this can be done by accompanying the use of AI with educational impact research and scientific »real-time« methods. It would thus be conceivable to weaken or abandon the demand for transparency.

Keywords: *Künstliche Intelligenz (KI), Transparenz, Bildungsfolgenforschung, Bildungsforschung, Design-Based Research (DBR) / Artificial Intelligence (AI), transparency, educational impact research, educational research,*

1 Einleitung

Die Künstliche Intelligenz (KI) ist ein – aus der Sicht der Informatik – altes Forschungsgebiet. Der Computer war kaum erfunden und zu einem kommerziellen Produkt geworden, da entstanden bereits in den 1950er Jahren die ersten Überlegungen zu einem »General Problem-Solver« (Newell, Shaw & Simon, 1959). Problemlösen wurde dabei als ein zielgerichtetes Anwenden von Heuristiken (S. 5) verstanden. Historisch interessant ist, dass damals schon die Zielfindung als Reduktion eines Unterschieds zwischen zwei Zuständen interpretiert wurde (S. 9) – diese Grundidee prägt aktuell als *Gradient Descent* die Lernalgorithmen künstlicher neuronaler Netze (Anderson, 2019). Newell & Simon (1961) waren seinerzeit davon überzeugt, dass ein derartig generelles, heuristisches Problemlöseverfahren das menschliche Denken simuliere. So beeindruckend die Erfolge bis hin zu den Expertensystemen in den 1980er Jahren waren, zeigte sich doch, dass symbolische Regelsysteme, so etwa manifestiert in der Programmiersprache Prolog (Sterling & Shapiro, 1994), über bestimmte Leistungsgrenzen in ihren Fähigkeiten nicht hinauskamen. Das führte zu einer gewissen Ernüchterung, der Menschheitstraums von einer denkenden Maschine wollte sich nicht erfüllen.

Unabhängig von den Bestrebungen, den Maschinen das Denken beizubringen und mit Qualitäten auszustatten, die über eine programmatische Algorithmik hinausgehen, ist die Vision, Maschinen als Hilfsmittel beim Lehren und Lernen einzusetzen, älter als es der Computer ist. In den 1920er Jahren entwickelte Sidney L. Pressey einen einfachen Automaten für Multiple Choice Tests, und der bekannte Psychologe B.F. Skinner stellte Ende der 1950er Jahre einen Apparat vor, der die Idee des programmierten Lernens umsetzte und Lernende positiv bei ihren Lernbemühungen unterstützte (Skinner, 1958). Das notwendig Repetitive des Lehrens und Lernens, aber auch die Möglichkeiten

des individualisierten und stimulierenden Lernens im eigenen Tempo machen die Maschine zu einem reizvollen Partner als Assistenz in der Lehre (ebd.). Die Fortschreibungen dieser Ansätze werden unter dem vielschichtigen Begriff der Educational Technology, kurz EdTech, zusammengefasst (Januszewski & Molenda, 2008).

Zurück zur KI: Neue Fortschritte wurden in den 1990er Jahren mit dem sogenannten Machine Learning (ML) gemacht, als man sich von den symbolischen Regelsystemen entfernte und auf Methoden der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung setzte (Langley, 2011). Wie wir heute wissen, kam es erst durch eine Wiederentdeckung der künstlichen neuronalen Netze, gepaart mit der Rechenleistung heutiger Computer, zu einem Quantensprung in der Nachbildung menschlicher kognitiver Fähigkeiten, dem sogenannten *Deep Learning*. Die Firma DeepMind – ein britisches Startup, das Google 2014 aufgrund der Fortschritte in der Programmierung von KI übernahm –, hat dabei die öffentliche Wahrnehmung durch eine Reihe bahnbrechender Entwicklungen geprägt: In 2016 trafen die künstliche Intelligenz AlphaGo (Silver et al., 2016) und der Weltklasse-Spieler Lee Sedol in einem medial inszenierten Spektakel aufeinander, um fünf Partien des Brettspiels Go gegeneinander zu spielen (Kohs, 2017). Bis dahin galten die kombinatorische Vielfalt der Spielmöglichkeiten und die strategische Komplexität des Spiels als uneinnehmbare Bastion für die KI und Go als die Messlatte für KI schlechthin. AlphaGo gewann 4:1 gegen Sedol. Mittlerweile ist DeepMinds KI unter dem Namen MuZero in der Lage, sich Spiele wie Go und Schach oder ein Atari-Videospiel in wenigen Stunden selbst beizubringen und dann mit einem Spielniveau aufzuwarten, dem Menschen nicht gewachsen sind (Schrittwieser et al., 2020). Das zementiert den Mythos, das dem Menschen jedwede intellektuelle Domäne abgerungen werden kann, es bedarf nicht einmal mehr speziell angepasster Programmierung.

Seit die Forschung und große Tech-Unternehmen so konsequent mit künstlichen neuronalen Netzen arbeiten und sie einsetzen, erobert die KI nicht nur eine menschlich-kognitive Domäne nach der anderen: Deep Learning beginnt zudem, bisherige algorithmische Verfahren erfolgreich abzulösen. Das beflügelt zu mehreren Ansätzen im Hochschulbereich: Zum einen scheint jede Wissenschaft zur Erkenntnisgewinnung vom KI-Einsatz profitieren zu können. Es wird zunehmend erfolgskritisch, KI als Kompetenz und Lehrgebiet in die wissenschaftliche Ausbildung einfließen zu lassen, was eine Diskussion ethischer und datenschutzrechtlicher Aspekte einschließt. Zum anderen befeuert die KI mit ihren Architekturen und Verfahren die

Erforschung kognitiver Prozesse und Fähigkeiten und damit auch die Lehr-Lernforschung auf eine ganz neue Weise. Und zu guter Letzt bietet sich KI als Assistenz in der Hochschulbildung an und zwar auf allen Ebenen: auf der Mikroebene z.B. als Lernhilfe, auf der Mesoebene z.B. als Studienverlaufsbegleitung und auf der Makroebene etwa als Schöpfer neuer Studiengänge; mehr dazu im folgenden Kapitel.

Dieser Beitrag befasst sich mit der KI-Assistenz in der Hochschulbildung, was einerseits die »Teaching Machine« von Pressey und Skinner fortschreibt, andererseits weit darüber hinausgeht. Den Möglichkeiten und Chancen stehen Forderungen nach Transparenz, d.h. nach Erklärbarkeit und Nachvollziehbarkeit von KI-Systemen gegenüber, die zwar verständlich und wünschenswert sind, jedoch – so die Argumentation dieses Beitrags – eine inhärente Widerspruchslogik in sich tragen, die sich wissenschaftstheoretisch und am Gegenstand der KI begründen lässt. Auch wenn die Widerspruchslogik nicht auflösbar ist, so heißt das nicht, dass die Bildungs- und Hochschulforschung den KI-Einsatz im Hochschulbereich nicht begleiten und beforschen könnte. Es bedarf einer Bildungsfolgenabschätzung und geeigneter Forschungsmethoden.

2 Mit Künstlicher Intelligenz lehren und lernen

Das Whitepaper »Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung«, herausgegeben von de Witt, Rampelt und Pinkwart (2020), bietet eine umfassende und aktuelle Übersicht zu »den Möglichkeiten und Herausforderungen von Künstlicher Intelligenz in Studium und Lehre« (S. 5). Für den KI-Einsatz als Lehr- und Lern-Partner werden eine Reihe von Gründen genannt, die Potenziale vorzeichnen und erkennen lassen. Ein paar Beispiele: Studierende können etwa »ihr eigenes Lernverhalten noch intensiver kennenlernen« und »Lehrende erfahren die Wirksamkeit ihrer didaktischen Methoden«; KI kann nicht nur beim Wissenserwerb und beim Verständnis, sondern auch bei der Ausbildung metakognitiver Fähigkeiten unterstützen; Risiko-Studierende werden identifiziert, »so dass personalisierte Interventionsstrategien vorzeitig entwickelt und Drop-out-Quoten reduziert werden können«; KI kann Studierende bei Aufgaben »durch individualisiertes Feedback unterstützen« und Lehrende können bei Ihrer Lehrstrategie unterstützt werden (S. 11f.).

Am Beispiel der Learning Analytics, also der Auswertung von erhobenen Daten rund um Lernvorgänge zum Zwecke des Verständnisses, der Optimie-

nung und Vorhersage des Lernverhaltens und des Lernerfolgs, lässt sich aufzeigen, wie alle hochschuldidaktischen Ebenen und die Rollen der Lernenden, Lehrenden und der Organisation von KI-Innovationen erreichbar sind, siehe Abb. 1. Die individuelle Ebene des Lernens bis hin zur Entwicklung und Neugestaltung von Studiengängen ist adressierbar.

Abbildung 1: Beispiele für Learning Analytics aus de Witt et al. (2020, Tab. 2, S. 14)

	LERNENDE	LEHRENDE	ORGANISATIONEN
Mikroebene (Lernsequenz)	Adaptive Lernsoftware zur Klausurvorbereitung	Informationen zu Schwierigkeiten des Kurses über eine Aufgabe	Dynamische Bereitstellung von Ressourcen, z.B. Servern
Mesoebene (Semester, Kurs)	Monitoring des eigenen Lernerfolgs über ein Semester	Analyse von Gruppenlernprozessen in großen Onlinekursen	Unterstützung bei der zeitlichen Planung des Lehrangebots
Makroebene (langfristig)	Langfristige ePortfolios, Passung zu Jobprofilen	Weiterentwicklung als Lehrkraft, Erkenntnisse zu Erfolgsfaktoren	Monitoring und Revision von Studiengängen

Die möglichen »Segnungen« des Einsatzes von KI in der Hochschule sind umfassend und übergreifend. Jedes von Hochschuldidaktiker:innen nur erdenkbare Problemfeld scheint mit KI lösbar zu sein. Aber auch das muss konstatiert werden, wie Bates, Cobo, Mariño und Wheeler (2020) in ihrer Untersuchung zeigen: Die Versprechungen des KI-Einsatzes im Bildungssektor sind hoch, »but as yet, little has been achieved« (S. 4). Die Gründe sind vielfältig und haben u.a. damit zu tun, dass viel an technischer und hochschuldidaktischer Expertise, an Rechenleistung und Datenerfassung zusammenkommen müssen. Man darf damit rechnen, dass die KI-Innovationen durch Tech-Giganten von außen an das Bildungssystem herangetragen werden (S. 11f.).

Auch wenn die KI ihren Weg in den Hochschulalltag noch nicht gefunden hat, für den möglichen Einsatz werden neben ethischen und datenschutzrechtlichen Maßstäben darüber hinausgehende Forderungen an solche Systeme formuliert: Dem Ausgeliefertsein von Menschen gegenüber KI-Interventionen möchte man gesetzlich mit Transparenz begegnen (Stichwort »Explainable AI«, was noch Thema sein wird), um eine Nachvollziehbarkeit der KI-Entscheidungen zu gewährleisten (Burchardt, 2020). Ähnlich lautet es in der KI-Strategie der Bundesregierung, dass die »Transparenz,

Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit der KI-Systeme herzustellen« ist (Bundesregierung, 2018, S. 38). In der Kurzfassung des Abschlussberichts der Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz heißt es: Je nach Kritikalität muss über den Einsatz von KI informiert werden und dort, »wo Menschen von den Folgen einer Entscheidung auf Basis eines KI-Systems betroffen sind, müssen sie genügend Informationen erhalten, um ihre Rechte angemessen wahrnehmen und die Entscheidung ggf. infrage stellen zu können« (Deutscher Bundestag, 2020, S. 16).

Die Hochschulen müssen bei einer KI-Assistenz in der Hochschulbildung also stets der Forderung nach Transparenz, d.h. Nachvollziehbarkeit, Erklärbarkeit und Überprüfbarkeit der eingesetzten Systeme nachkommen. Diese Forderung erscheint mehr als vernünftig und verständlich, sieht doch nicht zuletzt die europäische Datenschutzverordnung ein »Recht auf Erklärung« vor. Beispielsweise sollte Studierenden erklärt werden, welche Gründe eine KI für eine personalisierte Studienverlaufsplanung hat. Doch so plausibel das Transparenzprinzip ist: Ist diese Forderung überhaupt erfüllbar? Die folgenden zwei Kapitel sprechen dagegen. Aus wissenschaftstheoretischer Sicht und aus inhärent technologischen Gründen können KI-Systeme nicht transparent sein.

3 Wie arbeitet die Wissenschaft, die KIs baut?

Die KI ist als Teilgebiet der Informatik den Technikwissenschaften zuzurechnen (vgl. Herzberg, 2019; Luft, 1988). Zu den Technikwissenschaften gibt es eine ausgearbeitete Wissenschaftstheorie, die sich gegen die traditionell naturwissenschaftlich, empirisch ausgerichtete Wissenschaftstheorie deutlich absetzt und die den Technikwissenschaften in ihren Eigenarten und Besonderheiten als Wissenschaftsdisziplin gerecht wird (vgl. Kornwachs, 2012, 2018; Poser, 2012). Das beginnt bei einem unterschiedlichen Theoriebegriff: In den Erfahrungswissenschaften (was die Naturwissenschaften einschließt) wird aus einer Theorie eine Hypothese abgeleitet, die sich im Experiment bewähren muss und, abhängig vom Ausgang des Experiments, die Theorie verifiziert. Die Theorie ist somit ein Konstrukt, aus dem sich Wahrheitsbehauptungen generieren lassen, während die experimentelle Ebene vermutete Begründungszusammenhänge bestätigt. In den Technikwissenschaften dagegen ist eine Theorie eine Machbarkeits- bzw. Herstellungsvermutung durch Handlungen. Aus der Theorie werden Regeln abgeleitet, die einem Test unterworfen

werden und, je nach Ausgang des Tests, die Effektivität der Regeln belegen und die Theorie validieren. In den Technikwissenschaften geht es demnach nicht um Ursache-Wirkungs-Beziehungen, sondern um Zweck-Mittel-Relationen der Funktionserfüllung (Kornwachs, 2012, S. 25).

Angewendet auf die wissenschaftliche Beschäftigung mit KI bedeutet das: Die KI-Forschung sucht nach informatischen Mitteln zum Zweck des Baus automatisierter und autonomer Lernsysteme und misst den Erfolg in der Effektivität der Zielerreichung. Sofern möglich, ist ein Begründungswissen zur Erklärung und zur planvollen Konstruktion hilfreich und nützlich, aber nicht notwendig. Denn technische Theorien müssen nicht auf »wahren« Theorien und Erklärungsmodellen beruhen, um effektiv zu sein und funktionierende Lösungen hervorzubringen (vgl. König, 2010).

Die KI-Forschung und die Entwicklung von KI-Anwendungen für verschiedenste Einsatzgebiete gerieren sich als Suche nach Lösungen, die funktionieren. Dabei entwickelt sich die KI zusehends zu einer Technikdisziplin, die sich aus einem rapide wachsenden Wissensstand an Modellen und Architekturen des maschinellen und »tiefen« Lernens bedient und ihre Bauten an herausfordernden Szenarien erprobt. Das führt zu einer konstruktiven Beherrschung solcher Systeme und zu einer Vermutungsbehauptung bestimmter Konfigurationen für definierte Einsatzzwecke – so zeigt es sich beispielhaft, wenn man die Entwicklung von AlphaGo zu MuZero studiert. Und selbstverständlich versucht man, die Vorgänge in einem neuronalen Netz in den verschiedenen neuronalen Schichten zu verstehen, um Systeme in Funktionskomponenten zerlegen zu können. Als Google einen Bildklassifizierer für eine solche Untersuchung »invertierte«, generierten die Neuronenschichten bizarr anmutende, traumartige Bilder, was eine Idee davon vermittelte, wie diese KI funktionierte (Mordvintsev, Olah & Tyka, 2015). Das impliziert jedoch nicht, dass man stets begründen könne oder verstünde, warum eine KI so oder so handelt, entscheidet oder sich verhält; geschweige denn, dass eine KI über ihre eigenen Beweggründe Auskunft geben könnte. Und das leitet über zur Explainable AI.

4 Vom Fehlen eines Begründungswissens

Die Forschung zur sogenannten Explainable AI (kurz XAI, AI steht für *Artificial Intelligence*) ist so alt wie die KI selbst und befasst sich mit dem Problem der Transparenz, d.h. mit der Frage, ob und inwieweit das Verhalten einer KI

nachvollziehbar, erklärbar und interpretierbar ist (Holzinger, 2018). Es geht um die Erfassung von Kontexten, kausales Schlussfolgern, für Menschen geeignete Darbietungsformen und informationelle Verdichtung (ebd.).

Noch recht einfach verhält es sich mit den in der Einleitung erwähnten symbolischen, regelbasierten Ansätzen. Die Schlussfolgerungsketten und Heuristiken sind grundsätzlich protokollierbar und analysierbar. Allerdings sind regelbasierte Systeme wenig robust und für moderne KI-Anwendung eher uninteressant, da sie nicht mit Unsicherheit und widersprüchlichen Daten zurechtkommen (Pearl & Mackenzie, 2019, Kap. 3). Anspruchsvoll und problematisch wird es mit den statistischen und wahrscheinlichkeitsorientierten Verfahren des Machine Learning. Statistische Verfahren erfassen Korrelationen und keine Kausationen. Ohne Kausalbeziehungen gibt es keine kausalen Erklärungen. Und da, formal betrachtet, auch die neuronalen Netze des Deep Learning statistischer Natur sind, stößt man an eine prinzipielle Grenze der Transparenz. Neuronale Netze sind für uns schwarze Boxen, die wir nicht verstehen (vgl. Buder, 2020, S. 19). »Even AlphaGo's programmers cannot tell you why the program plays so well. [...] They simply experimented, and it did.« (Pearl & Mackenzie, 2019) – Dieses Ausprobieren auf der Suche nach effektiven Lösungen steht im Einklang mit einer technikkwissenschaftlichen Disziplin, die Technik lösungsorientiert und zweckgebunden konstruiert.

Es bleibt die Aufgabe der Explainable AI, zu erkunden, welche KI-Systeme mit welchem Leistungspotenzial welchen Grad an Transparenz erlauben. Aber je anspruchsvoller die Nachbildung kognitiver Fähigkeiten ist, desto weniger darf man auf Transparenz hoffen. Dyson (2019, S. 39) hat das pointiert als drittes Gesetz der KI formuliert: »The third law states that any system simple enough to be understandable will not be complicated enough to behave intelligently, while any system complicated enough to behave intelligently will be too complicated to understand.« Eine Aussage, die sich auch formal belegen lässt (Alfonseca et al. 2021).

Müssen wir uns damit abfinden, dass wir KI benötigen, die uns die Handlungen von KI erklärt? Das hätte zwar eine humoristische Pointe, wird aber als Forschungsergebnis der XAI nicht zu erwarten sein.

5 Perspektivwechsel: Bildungsfolgenforschung und geeignete Forschungsansätze

Für all die hochschuldidaktischen Szenarien, für die ein KI-Einsatz infrage kommt und interessant ist, müssen vermutlich Systeme zum Einsatz kommen, die der Forderung nach Transparenz der KI-Entscheidungen nicht gerecht werden können. Je »brauchbarer« oder »nutzbringender« z.B. Learning Analytics sein sollen (siehe Abb. 1, die alle Ebenen der Hochschule adressiert), desto weniger wird verständlich sein, was den Interventionsvorschlag einer KI jenseits eines Verweises auf statistische Korrelationen kausal, formal-logisch oder anderweitig erkenntnisleitend begründet. Wie dargelegt, wird dieser »Mangel« an Transparenz nicht den Erfolg und die Weiterentwicklung der KI behindern. Die Informatik als Technikwissenschaft arbeitet nach dem Effektivitätsprinzip.

Es ist eine Frage, wie der Konflikt zwischen der Forderung nach Transparenz und dem Bedarf an problemlösender KI gesellschaftlich, ethisch und datenschutzrechtlich aufgelöst werden kann. Eine andere Frage ist, wie die hochschulische Bildungsfolgenforschung mit der Intransparenz von KI-Systemen umgeht bzw., so ist es treffender formuliert, umgehen könnte, denn noch ist vom KI-Einsatz in der Hochschule nicht viel zu sehen. Ich sehe eine große Chance für die Bildungsfolgenforschung darin, sich im Anwendungskontext der Hochschule in die Diskussion einzubringen mit geeigneten Forschungsmethoden und einem zu etablierenden Forschungsweig, den ich in Anlehnung an die Technikfolgenabschätzung als Bildungsfolgenabschätzung bezeichnen möchte. Welche Folgen hat der KI-Einsatz für die Studierenden, für die Lehrenden, auf das Bildungssystem, auf die mit der Hochschule verzahnte Berufspraxis, die Kultur, die Gesellschaft? Das sind schwierige Fragen von der Art, wie sie die Technikfolgenabschätzung immer wieder und immer wieder neu zu beantworten versucht (vgl. Kornwachs, 1991), selbst wenn ein technisches System intransparent in seinen Wirkmechanismen ist und in den Wechselwirkungen seines Anwendungsfelds und seines Einsatzzwecks nicht vollständig verstanden ist, was bei der Komplexität heutiger Systeme rundweg unterstellt werden muss. Eine Bildungsfolgenforschung sollte in Abgrenzung dazu nicht allein von der Technik kommend argumentieren, sondern den Kontext der Bildung u. a. als gesellschaftliches Konstrukt und die Veränderung der Bildungslandschaft mit in den Blick nehmen und normative Aspekte einbeziehen.

Bildungsfolgenforschung versucht sich an einem Blick in die Zukunft. Es bedarf aber auch Forschungsmethoden, die den Einsatz von KI als Interventi-

on im konkreten Einsatzszenario verstehen und in der Lage sind, – um es in Anlehnung an Mukerji & Mannino (2020) zu formulieren – mit den Auswirkungen in Echtzeit umzugehen: Bildungsforschung zum KI-Einsatz in Echtzeit, um auf eine KI in ihrem Gestaltungseinfluss reagieren zu können. Das ist für eine Bildungs- und Hochschuldidaktikforschung nötig, die das Transparenzproblem integriert und nicht negiert. Eine Forschungsmethodologie, die sich dafür andient, ist das Design-Based Research (Reinmann, 2017). »Design-Based Research ist ein Forschungsansatz in den Bildungswissenschaften, der sich mit Interventionen im Praxiseinsatz beschäftigt und den gesamten Zyklus einer Intervention in den Blick nimmt, von ihrer Gestaltung bei gleichzeitiger theoretischer Fundierung bis hin zur Umsetzung, Evaluation und Reflexion unter den Bedingungen eines Anwendungsumfeldes vielfältiger Wechselwirkungen und Abhängigkeiten. DBR geht davon aus, dass die Komplexität sozialer Bezüge (inkl. der Involviertheit der Gestaltenden, der Anwendenden und der Betroffenen) und die Kompliziertheit der Wirkmechanismen ein sich herantastendes, erschließendes Vorgehen unumgänglich machen. Ziel ist es, trotz der Unbestimmbarkeit des vollständigen Kontextes und der Unmöglichkeit der Identifikation und Isolation aller Einflussgrößen, sowohl zu praxisrelevanten Handlungsempfehlungen wie auch zu theoriebildenden Erkenntnissen zu gelangen.« (Herzberg & Joller-Graf, 2020). Eine Maschine muss nicht transparenter sein als es ein Mensch sein könnte. In gestaltungsbasierten Forschungsansätzen wird eine KI selbst zum Moment der Gestaltung, was entweder ihre Konfigurierbarkeit und Adaptierbarkeit, ihre Lernfähigkeit und Anpassungsfähigkeit, ihre Vertrauenswürdigkeit und Zuverlässigkeit oder ihre Rolle und Bedeutung in dem entsprechenden Bildungsszenario betrifft.

Die offene Frage ist, ob man angesichts dieser skizzierten Möglichkeiten des Umgangs mit Intransparenz bereit ist, die gesellschaftlich, rechtliche Transparenzforderung an KI-Systeme abzuschwächen oder aufzugeben. Die hier vorgestellte Alternative ist, den KI-Einsatz stattdessen mittels einer Bildungsfolgenforschung und einer forschenden Echtzeitbegleitung gleichsam »unter Aufsicht zu stellen«. Denn es gibt auch aus bildungstheoretischer Sicht gute Gründe dafür, das zu tun. Um mit Sesink (1990) zu argumentieren: Maschinen mit KI-Fähigkeiten sind vollzogene Abstraktionen, die nicht im Lebensvollzug agieren. Dem Menschen wohnt mit seinen Lebensbezügen ein revolutionäres Potenzial inne. »Sie [die Menschen] sind nur bereit, das soziale System, in dem sie leben, anzuerkennen, sofern ihre Lebensverhältnisse in ihm gut aufgehoben sind. Nicht die Systemreproduktion, sondern ihre Lebensreproduktion ist ihnen oberstes Ziel.« (Ebd.) Bildung versteht Sesink als

»Entdeckungsreise«, wobei mehr als fraglich ist, ob eine KI dem gerecht werden kann. Und de Witt & Leineweber (2020) ergänzen: »In diesem Sinne setzt Bildung die Differenz zwischen dem Subjekt und seinen sozialen Verhältnissen voraus, Handlungs- und Urteilsfähigkeit setzt die Differenz zwischen Problemen und ihren Lösungen voraus und Intelligenz setzt schliesslich die Differenz zwischen Wissen und Nichtwissen voraus.« (S. 43). Das verweist KI im Bildungskontext auf ihre Plätze und deutet die Notwendigkeit an, KI nicht ohne eine wissenschaftlich reflektierte Begleitung in Hochschulszenarien einzusetzen.

Dominikus Herzberg: Technische Hochschule Mittelhessen, Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik (MNI); Universität Hamburg, Hamburger Zentrum für Universitäres Lehren und Lernen (HUL); dominikus.herzberg@mni.thm.de

Literatur

- Alfonseca, M., Cebrian, M., Fernandez Anta, A., Coviello, L., Abeliuk, A. & Rahwan, I. (2021). Superintelligence Cannot be Contained: Lessons from Computability Theory. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 70, 65–76.
- Anderson, C. (2019). Gradient Descent. In J. Brockman (Hg.), *Possible Minds. Twenty-five ways of looking at AI* (Kap. 14). New York: Penguin Books.
- Bates, T., Cobo, C., Mariño, O. & Wheeler, S. (2020). Can artificial intelligence transform higher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17.
- Buder, J. (2020). Wieviel Mensch steckt in der Maschine? *Information – Wissenschaft & Praxis*, 71(1), 17–22.
- Bundesregierung. (2018). *Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. (Stand: November 2018)*.
- Bundesministerium Wirtschaft und Energie (BMWi). Zugriff am 12.01.2021. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/publikationen/strategie-kuenstliche-intelligenz-der-bundesregierung-2018-1551264>.
- Burchardt, A. (2020). Transparenz und Vertrauen schaffen. In *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Whitepaper* (S. 39–40). Berlin. KI-Campus.
- de Witt, C. & Leineweber, C. (2020). Zur Bedeutung des Nichtwissens und die Suche nach Problemlösungen. Bildungstheoretische Überlegungen zur

- Künstlichen Intelligenz. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, (39, Orientierungen), 32–47. <https://doi.org/10.21240/mpaed/39/2020.12.03.X>.
- de Witt, C., Rampelt, F. & Pinkwart, N. (2020). *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Whitepaper*. Berlin: KI-Campus. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4063722>.
- Deutscher Bundestag. (2020, 27. Oktober). *Kurzfassung des Abschlussberichts der Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz*. Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz. Zugriff am 12.01.2021. Verfügbar unter: https://www.bundestag.de/ausschuesse/weitere_gremien/enquete_ki/sonstige_veroeffentlichungen.
- Dyson, G. (2019). The Third Law. In J. Brockman (Hg.), *Possible Minds. Twenty-five ways of looking at AI* (Kap. 4). New York: Penguin Books.
- Herzberg, D. (2019). *Die Bachelorarbeit in der Praktischen Informatik im Spagat zwischen Wissenschaftsanspruch und Wirklichkeit*. Masterarbeit. Universität Hamburg, Hamburg.
- Herzberg, D. & Joller-Graf, K. (2020). Forschendes Lernen mit DBR: Eine methodologische Annäherung. *Impact Free-Journal für freie Bildungswissenschaftler*, (33), 1–16. Zugriff am 29.03.2021. Verfügbar unter: https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2020/11/Impact_Free_33.pdf.
- Holzinger, A. (2018). Explainable AI (ex-AI). *Informatik-Spektrum*, 41(2), 138–143.
- Januszewski, A. & Molenda, M. (Hg.). (2008). *Educational Technology. A Definition with Commentary* (2. Aufl.). New York: Routledge.
- Kohs, Greg (Regie). (2017). *AlphaGo – The Movie. Full Documentary* [YouTube]. Verfügbar unter: <https://www.alphagomovie.com/>.
- König, W. (2010). Werte, Wissen und Wissensintegration in den Technikwissenschaften. In K. Kornwachs (Hg.), *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen* (Acatech diskutiert, S. 63–80). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kornwachs, K. (Hg.). (1991). *Reichweite und Potential der Technikfolgenabschätzung*. Stuttgart: Poeschel. Kornwachs, K. (2012). *Strukturen technologischen Wissens. Analytische Studien zu einer Wissenschaftstheorie der Technik*. Berlin: Edition Sigma.
- Kornwachs, K. (2018). *Philosophie für Ingenieure* (3., überarbeitete Auflage). München: Hanser. Langley, P. (2011). The changing science of machine learning. *Machine Learning*, 82(3), 275–279.
- Luft, A. L. (1988). *Informatik als Technik-Wissenschaft. Eine Orientierungshilfe für das Informatik-Studium*.

- Mannheim, Wien, Zürich: BI Wissenschaftsverlag.
- Mordvintsev, A., Olah, C. & Tyka, M. (2015, 17. Juni). *Inceptionism: Going Deeper into Neural Networks*. Google AI Blog, Google. Zugriff am 12.01.2021. Verfügbar unter: <https://ai.googleblog.com/2015/06/inceptionism-going-deeper-into-neural.html>.
- Mukerji, N. & Mannino, A. (2020). *Covid-19: Was in der Krise zählt. Über Philosophie in Echtzeit* (Reclams Universal-Bibliothek (Was bedeutet das alles?), Bd. 14053, 4. Aufl.). Ditzingen: Reclam.
- Newell, A., Shaw, J. C. & Simon, H. A. (1959). *Report on a General Problem-Solving Program* (Revision vom 9.2.1959) (P-1584). Rand Corporation. Zugriff am 11.01.2021. Verfügbar unter: https://home.mis.u-picardie.fr/~furst/docs/Newell_Simon_General_Problem_Solving_1959.pdf.
- Newell, A. & Simon, H. A. (1961). GPS, A Program that Simulates Human Thought. In H. Billing (Hg.), *Lernende Automaten* (Elektronische Rechenanlagen, Bd. 3, S. 109–124). München: Oldenbourg.
- Pearl, J. & Mackenzie, D. (2019). *The Book of Why. The New Science of Cause and Effect* (Penguin Science). London: Penguin.
- Poser, H. (2012). *Wissenschaftstheorie. Eine philosophische Einführung* (Reclams Universal-Bibliothek, Bd. 18995, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart: Philipp Reclam jun.
- Reinmann, G. (2017). Design-Based Research. In D. Schemme & H. Novak (Hg.), *Gestaltungsorientierte Forschung-Basis für soziale Innovationen. Erprobte Ansätze im Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis* (Berichte zur beruflichen Bildung, S. 49–61). Bielefeld: Bertelsmann.
- Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Hubert, T., Simonyan, K., Sifre, L., Schmitt, S. et al. (2020). Mastering Atari, Go, chess and shogi by planning with a learned model. *Nature*, 588(7839), 604–609.
- Sesink, W. (1990). »Künstliche Intelligenz«, Systemreproduktion und Bildung. *Neue Sammlung*, 30(2), 193–207.
- Silver, D., Huang, A., Maddison, C. J., Guez, A., Sifre, L., van den Driessche, G. et al. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. *Nature*, 529(7587), 484–489.
- Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines. From the experimental study of learning come devices which arrange optimal conditions for self instruction. *Science (New York, N.Y.)*, 128(3330), 969–977.
- Sterling, L. S. & Shapiro, E. Y. (1994). *The Art of Prolog* (2nd ed.). Cambridge, Mass: MIT Press.



Reflektionskompetenz entwickeln mit Lehramtsstudierenden. Conjecture Mapping im SoTL-Projekt

Klaus Joller-Graf und Dominikus Herzberg

1 Einleitung

Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) fordert Hochschullehrende auf, die eigene Lehre zu beforschen, zu reflektieren und in einen wissenschaftlichen Austausch mit Kolleginnen und Kollegen innerhalb und gegebenenfalls außerhalb der eigenen Disziplin zu treten. So ist SoTL deutlich als „eine akademische Bewegung in den *Fachwissenschaften*“ (Reinmann, 2019, S. 136; Hervorh. im Original) verankert. Das bedeutet, dass Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker die eigene Lehre entwickeln und beforschen. Dabei stellt sich die Frage nach geeigneten Strukturierungsmodellen und Methoden: Als Fachwissenschaftlerin bzw. Fachwissenschaftler ist einem die eigene Disziplin in ihren didaktischen Traditionen ebenso wie in den Versuchen, der Lehre neue Impulse zu verleihen, in aller Regel bekannt und vertraut. Allerdings gehen damit noch keineswegs das Wissen und die Kenntnis um Herangehensweisen und Methoden der Selbstbeforschung eigener Lehre einher. Wie also vorgehen, wenn man als „Scholar“ methodisch angemessene SoTL-Forschung betreiben möchte?

K. Joller-Graf (✉)

Bereich Ausbildung, Pädagogische Hochschule Luzern und Pädagogische Hochschule Zug,
Luzern und Zug, Schweiz

E-Mail: klaus.joller@phlu.ch

D. Herzberg

Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik, Technische Hochschule
Mittelhessen, Gießen, Deutschland

E-Mail: dominikus.herzberg@mni.thm.de

In der hochschuldidaktischen Forschung findet das Design-Based Research (DBR) zunehmend Verbreitung als Forschungsansatz zur Untersuchung von Lehr- und Interventionsgestaltungen. Mit dem Anspruch, gleichermaßen einen Entwicklungsprozess systematisch zu steuern, wie auch überindividuelle Erkenntnisse zu generieren (Bakker, 2018) verfolgt DBR eine sehr ähnliche Stoßrichtung wie SoTL: Beide sind mit ihrer „modellierenden Forschungslogik nah an der gestaltenden Handlungslogik des Lehrens. Zudem teilen sich SoTL und DBR die Grundauffassung, dass sich die Lösung praktischer Probleme mit der Generierung wissenschaftlicher Theorien verknüpfen lässt“ (Reinmann, 2019, S. 136).

Unterschiede zwischen DBR und SoTL lassen sich beispielsweise darin feststellen, dass DBR auch als methodologischer Rahmen verwendet wird, wenn nicht die Lehrenden selbst Entwicklungen beforschen, sondern wenn sie von Dritten beforscht werden, was SoTL vom eigenen Verständnis her ausschließt. Demgegenüber hat SoTL gemäß Reinmann (2019) ein erweitertes Anwendungsfeld innerhalb der hochschuldidaktischen Forschung: Während DBR immer (fach-)didaktisch motiviert ist, kann SoTL auch andere Aspekte in den Blick nehmen, welche beispielsweise ein psychologisches oder ein soziologisches Forschungsdesign erfordern (Reinmann, 2019, S. 136).

Da DBR als Forschungsmethodologie zu verstehen ist und als Forschungsansatz auftritt, lassen sich die in diesem Umfeld entwickelten und konzeptionierten Verfahren und Werkzeuge aus dem DBR-Kontext lösen und durchaus in anderen Zusammenhängen verwenden. Dieser Beitrag demonstriert das am Beispiel des Conjecture Mapping, das im Folgenden diskutiert wird und etwa Bakker (2018) ausführlich als Instrument für DBR-Projekte vorstellt. Für SoTL-Forschende besteht der Gewinn darin, sich mit einer DBR-Methode isoliert befassen und sie anwenden zu können, ohne sich mit DBR in Gänze auseinandersetzen zu müssen.

Das Modul, um das es geht, ist in der Fachdisziplin des Erstautors angesiedelt und Teil des Masterstudiengangs *Schulische Heilpädagogik* an der Pädagogischen Hochschule Luzern. Es hat zum Ziel, dass die Studierenden unterrichtsbezogene Reflektionskompetenz aufbauen. Diese Zielsetzung rückte aufgrund der Auswertung der berufspraktischen Prüfungsleistungen in den Fokus der Lehrentwicklung. Neben einem schriftlichen Dossier und der Durchführung einer praktischen Lehrprobe wird in einem Prüfungsgespräch die Reflektionskompetenz der Studierenden geprüft. Immer wieder zeigte sich, dass die Leistungen im dritten Teil dieser Prüfungen unter den Erwartungen lagen. Die Reflektionen blieben oftmals an der Oberfläche, es wurde entlang einer chronologischen und nicht einer sachbezogenen Struktur vorgegangen und es wurden zu selten elaborierte Bezüge zu theoretischen Ausbildungsinhalten hergestellt.

Reflektionskompetenzen sind zentral für Lehrpersonen. Wir sehen sie als berufsbiographischen „Schlüssel zur Professionalisierung“ (Kahlau & Tietjen, 2018, S. 129). Durch Reflektion wird Bewusstsein für das eigene Handeln erlangt. „In each instance, the practitioner allows himself to experience surprise, puzzlement, or confusion in a situation which he finds uncertain or unique. He reflects on the phenomenon before him, and on the prior understandings which have been implicit in his behaviour. He carries out an experiment which serves to generate both a new understanding of the phenomenon and a change in the situation“ (Schön, 1983, S. 68). Immer wieder stehen die Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen komplexen Situationen gegenüber, auf die sie sich nie vollends vorbereiten können, und die ihnen nie mehr genau gleich begegnen werden. Über Reflektion können einmalige Erfahrungen genutzt werden, um Handlungsprinzipien mittlerer Reichweite und damit für künftiges Handeln zu generieren.

Diese Kompetenzen müssen im Rahmen der Ausbildung sorgfältig aufgebaut werden. Untersuchungen zeigen, dass sich unreflektierte Überzeugungen bei Studierenden konservieren, wenn sie nicht über Reflektion bewusst aufgebrochen werden (Kahlau & Tietjen, 2018; Redecker, 2018). Der Aufbau von Reflektionskompetenz im Studium ist anspruchsvoll. Es gilt, Oberflächenstrukturen des Unterrichts (meist retrospektiv) zu beschreiben und hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Tiefenstrukturen des Lernens (Reusser, 2009) hin zu beurteilen. Dafür ist eine differenzierte Wahrnehmungsfähigkeit notwendig und ein großes theoretisches Wissen hilfreich. Beides muss im Lehramtsstudium entwickelt werden. Und gleichzeitig sollten die Studierenden von Anfang an in der Lage sein, durch Selbstreflektion zu lernen. Das hat damit zu tun, dass die Lehrpersonenbildung in der Schweiz einphasig organisiert ist. Das heißt, dass die Studierenden vom ersten Semester an wöchentlich auch in der Schulpraxis sind und dort unter Anleitung einer Praxislehrperson eigene Erfahrungen machen und diese auswerten. Im Masterstudiengang Schulische Heilpädagogik ist es sogar so, dass das Studium berufsbegleitend absolviert wird. Alle Studierenden (ausgebildete Lehrpersonen mit mindestens zwei Jahren Berufserfahrung) haben eine Anstellung als Schulische Heilpädagogin bzw. Schulischer Heilpädagoge¹.

¹ In dieser Funktion unterstützen sie die Lehrpersonen und die Schulleitungen in der Gestaltung integrativer Schulen bzw. Lernumgebungen. Zudem unterstützen sie Kinder mit und ohne individuellen Förderbedarf im Unterricht, sodass ein gemeinsamer Unterricht umgesetzt werden kann, welcher den unterschiedlichen Lern- und Leistungsmöglichkeiten gerecht wird (Lienhard et al., 2015).

Die Entwicklung der Reflektionskompetenz kommt im Studium in drei Phasen zum Tragen: Im Rahmen eines Moduls im ersten Semester (Aufbau), in diversen Möglichkeiten der Selbstreflektion im Zusammenhang mit der Berufspraxis (Übung) und im Rahmen der Prüfungsleistung (Evaluation). Ziel dieses Projekts ist es, einerseits eine Lehr-Lerneinheit zu entwickeln, welche die Reflektionskompetenz der Studierenden optimal fördert und sie so in die Lage versetzt, den eigenen Unterricht systematisch und gewinnbringend für die professionelle Entwicklung zu nutzen. Andererseits soll über diesen Entwicklungsprozess besser verstanden werden, wie Studierende in einem Studiengang des Lehramts Reflektionskompetenz aufbauen, und es sollen daraus Prinzipien abgeleitet werden, welche diesen Aufbau auch in anderen Ausbildungszusammenhängen unterstützen könnten.

Im Rahmen der hier geschilderten Fallstudie wurde das von Bakker (2018) für DBR propagierte und von Sandoval (2014) entwickelte *Conjecture Mapping* mit seinem Hauptinstrument, der *Conjecture Map* eingesetzt. Die Fallstudie zeigt auf, wie ein Modul der eigenen Lehre auf der Grundlage einer *Conjecture Map* entwickelt, untersucht und systematisch reflektiert werden kann.

2 Die Conjecture Map

Die Conjecture Map (Sandoval, 2014; vgl. Abb. 1) systematisiert die Umsetzung von theoretischen Sachverhalten in die Lehre. Aus sogenannten High Level Conjectures werden didaktische Maßnahmen abgeleitet (Embodiment), welche bestimmte Lernprozesse anregen sollen (Mediating Processes), was letztlich in beabsichtigten und überprüfbaren Ergebnissen mündet (Intervention Outcomes). Die Übergänge zwischen den Maßnahmen und den Lernprozessen sowie zwischen den Lernprozessen und den Ergebnissen werden mit Design Conjectures bzw. Theoretical Conjectures beschrieben.

2.1 High Level Conjectures

Die *Conjecture Map* fordert in der Planungsphase eine gründliche Klärung der vorhandenen theoretischen Grundlagen. Dazu wurde der Forschungsstand zum Kompetenzfeld der Reflektion recherchiert und aufgearbeitet. Es wurden Forschungsergebnisse ermittelt, welche das Ziel von Reflektion darin erkannten, (beruflichen) Erfahrungen Sinn zu verleihen, sie untereinander zu verknüpfen und so ein vertieftes Verständnis der entsprechenden Herausforderungen zu erlangen

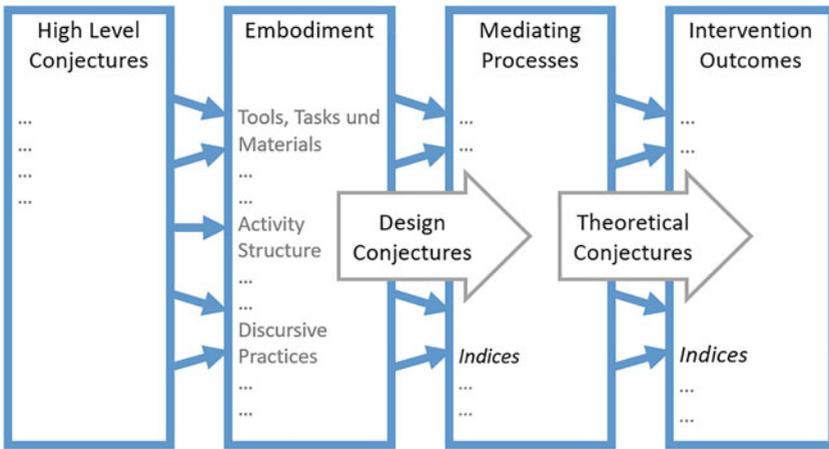


Abb. 1 Conjecture Map als Grundlage für den Entwicklungs- und den Forschungsprozess. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Sandoval, 2014, S. 21)

(Dewey et al., 1951; Pringle, 2015). Aus der Vielzahl von Ergebnissen wurden diejenigen ausgewählt, welche Handlungsmöglichkeiten für den Aufbau von Reflektionskompetenz implizierten (zusammenfassend vgl. Kasten).

So zeigen beispielsweise diverse Autorinnen und Autoren, dass das eigene Verhalten auf Erklärungen basiert, welche über teilweise lange Zeit aufgebaut wurden (Gastager, 2003; Patry, 2014; Scheele & Groeben, 1988). Korthagen und Vasalos (2005, S. 54) weisen darauf hin, dass Reflektion sehr stark an diese verfestigten, persönlichen Theorien gebunden ist und es für den Aufbau von Reflektionskompetenz wichtig ist, dass die Studierenden sich diese subjektiven Theorien aktiv ins Bewusstsein rufen. Neben der inhaltlichen Vorstellung, aus welchem *Material* in Reflektionsprozessen Erkenntnisse geformt werden, lassen sich aus diesem Hinweis auch mögliche Maßnahmen für die Gestaltung der Lehre ableiten, zum Beispiel, dass eine Lehr-Lernmethode gefunden werden muss, welche eine kritische und sorgfältige Auseinandersetzung mit den eigenen Erklärungsmodellen anregt.

Bereits diese Phase führte zu einem intensiven Austausch mit Dozierenden der Fachschaft, was getrieben durch die Auseinandersetzung mit SoTL als konstituierendes Element systematisch in die Projektgestaltung einbezogen wurde. Im Austausch mit Dozierenden innerhalb der eigenen Institution konnte Wissen für die Auswahl der *High Level Conjectures* gewonnen werden. Damit ließen sich

in einer frühen Phase enge Verknüpfungen zwischen theoretischen Erkenntnissen und dem Bedarf der Praxis herstellen.

1. Theorien und die damit verbundenen Fachbegriffe müssen korrekt und explizit auf Sachverhalte im eigenen Unterricht bezogen werden.
2. Gewinnbringende Reflektionen sind fokussiert: Es werden ausgewählte Ausschnitte aus dem Unterricht vertieft reflektiert.
3. Das bisherige Denken „wie etwas ist“ muss (selbst-)kritisch in Frage gestellt und überprüft werden.
4. Es sind Arbeitshypothesen zu formulieren, die überprüft und abschließend beurteilt werden können.
5. Situationen sind aus der Perspektive möglichst aller Protagonisten zu beschreiben.
6. Es sind mehrere Alternativen in Erwägung zu ziehen und erst daraus sind handlungsrelevante Erkenntnisse zu entwickeln.
7. Es wird eine selbstkritische Grundhaltung gezeigt, indem die Grenzen der eigenen Erkenntnisse formuliert werden (keine absolute Wahrheit).
8. Rollenbewusstsein als Schulische Heilpädagogin bzw. Schulischer Heilpädagoge muss gut fassbar zum Ausdruck kommen, und heilpädagogische Normen werden ernst genommen.
9. Emotionen der Akteure sind zu formulieren und in den Reflektionsprozess einzubeziehen.
10. Die Situationen werden differenziert beschrieben und mit genauen Beobachtungen fundiert.
11. Die Gedankengänge der reflektierenden Person sind lückenlos und logisch darzustellen.

2.2 Embodiment

In der Bestimmung des *Embodiments* werden die ausgewählten Annahmen didaktisch materialisiert. Wichtige Dreh- und Angelpunkte dafür sind konkrete Aufgaben. Sie initiieren bestimmte Auseinandersetzungen der Studierenden mit dem jeweiligen, zu reflektierenden Sachverhalt. Diese Aufgaben gilt es dann in eine sinnvolle Struktur zu bringen und methodisch zu rahmen: Medien werden ausgewählt, geeignete Materialien bestimmt und hilfreiche Instrumente entwickelt.

	1. Phase Auswahl und Beschreibung von Schlüsselsituationen	2. Phase Persönliche Erklärung	3. Phase Theorien identifizieren	4. Phase Erklärung der Schlüsselsituationen	5. Phase Schlüsse formulieren
3. Ebene Reflektierte Erkenntnis					Welche Erkenntnisse gewinne ich und welche Konsequenzen kann ich über die Schlüsselsituation(en) hinaus ableiten? Welche handlungsleitenden Prinzipien lassen sich formulieren? Welche Maßnahmen ergreife ich auf Grund meiner jetzigen Sicht auf die Situation(en)? ...
2. Ebene Theorie			Welche Fakten kenne ich, die mit der Schlüsselsituation zu tun haben könnten? Welche Schlüsselbegriffe aus der Theorie fallen mir ein? Welche Konzepte oder Theorien können diesen zur (Er-)klärung der Situation beitragen? ...		
1. Ebene Erfahrungen	Wo ließ sich erkennen, dass die Lernenden tiefe Einsichten gewonnen haben? Wo ließ sich erkennen, dass die Lernenden nicht verstanden haben? Wie wurde Lernen angeregt und unterstützt? Was hat allenfalls für Verwirrung gesorgt? Wie wurde von der Fachperson oder anderen Fachpersonen gehandelt? Wo passiert etwas, das sich nachhaltig auf den Fortgang des Unterrichts ausgewirkt hat? Was ist «Kern der Sache»? Wo wurde von den ursprünglichen Zielen abgewichen? ...	Was beeinflusste die Situation indirekt (Kontext)? Wie konnte es dazu kommen? Was genau waren die Absichten und Bedürfnisse der beteiligten Personen in dieser Situation? Was ging mir als Lehrperson «durch Kopf und Bauch»? Welche möglichen Erklärungen gibt es dafür? ...		Wie lässt sich die Schlüsselsituation, wie lassen sich die Schlüsselsituationen mit den theoretischen Begriffen, Konzepten und Modellen beschreiben? Welche Erkenntnisse gewinne ich aus den Theorien? Welche Grenzen der Erklärung bleiben? ...	

Abb. 2 Reflektionsphasenmodell als Arbeitsinstrument („Tool“) für die Studierenden. (Quelle: Joller-Graf, 2017, S. 2)

Im hier vorgestellten Modul wurde beispielsweise festgestellt, dass eine Reihe von *High Level Conjectures* auf eine klare Phasung des Reflektionsprozesses abzielten. Entsprechend wurde zur Orientierung für die Studierenden ein Reflektionsphasenmodell entwickelt (Abb. 2). Jede Phase wurde mit entsprechenden Aufgabenstellungen gekoppelt, die in der vorgegebenen Reihenfolge bearbeitet werden mussten, wobei diese Aufträge unterschiedlich ausgestaltet waren, beispielsweise waren gewisse Aufgaben sehr bewusst als Einzelarbeit, andere als Partner- oder Gruppenarbeiten konzipiert.

Eine solche Aufgabe war beispielsweise, um die oben beschriebene *High Level Conjecture* nochmals aufzunehmen, in einem Interviewgespräch mit einer Kommilitonin oder einem Kommilitonen (critical friend) die persönlichen Erklärungsmodelle zu einem Sachverhalt aufzuspüren und möglichst präzise zu formulieren.

Damit Instruktionen durch den Dozenten möglichst gering gehalten werden konnten, wurde das Learning Management System *moodle* im Sinne des Baustein-konzepts (Tulodziecki & Herzig, 2004) verwendet: Medien werden gemäß diesem Konzept als Entlastung bzw. Ersatz für den Lehrenden eingesetzt. Dank einer übersichtlichen Ablage von Instruktionsvideos, Aufgaben, schriftlichen Anleitungen oder Readern mit relevanter Fachliteratur waren die Gruppen in der Lage,

das Lernen in hohem Maß selbstgesteuert und innerhalb eines Rahmens flexibel zu gestalten. Neben dem Mehrwert für die Studierenden eröffnete dies dem Dozenten gute Möglichkeiten, die Vorgehensweisen und die Ergebnisse der Studierenden im Prozess zu beobachten und so Daten für die eigene forschende Arbeit zu gewinnen.

Ein wichtiges Gestaltungselement, auf welche die *High Level Conjectures* ebenfalls großen Einfluss hatten, war die Leistungsüberprüfung. Als Leistungsnachweis wurde von allen Studierenden in Einzelarbeit eine schriftliche Unterrichtsreflektion verfasst. Die entsprechenden Vorarbeiten wurden in den Gruppen geleistet. So konnte einerseits das Potenzial der Gruppenmitglieder als Unterstützung genutzt werden, andererseits mussten die eigenen Überlegungen mehrfach versprachlicht und immer wieder geschärft werden. Die Leistungsnachweise wurden vom Dozenten gelesen und entlang von definierten, auf die *High Level Conjectures* abgestützten Qualitätsmerkmalen formativ beurteilt. Jede Studentin bzw. jeder Student bekam eine umfassende generelle und ergänzend eine kürzere individuelle Rückmeldung.

Anfänglich wurde der (konsequente) Rückbezug auf die *High Level Conjectures* als anstrengend erlebt. Didaktische Maßnahmen lediglich abzuleiten und immer wieder kritisch zu prüfen, ob ein Methodenbaustein, die geplanten Aktivitäten oder die Sozialform geeignet für eine Umsetzung wären, schränkte den Spielraum für didaktische Fantasie offenkundig ein. Der Wert zeigte sich dann aber insbesondere im Austausch mit anderen Dozierenden und (punktuell) mit Studierenden: Mit den *High Level Conjectures* war ein klarer Bezugspunkt geboten. Die Überlegungen zu methodischen Umsetzungsmöglichkeiten waren geprägt von einem gemeinsamen, sehr konzentrierten Nachdenken über Möglichkeiten und Grenzen von Lernanregungen und -unterstützungen bzw. mit den Studierenden von einem gezielten Prüfen von individuellen Präferenzen und ihrem Bezug zum Ziel.

2.3 Mediating Processes und Design Conjectures

Unter dem Begriff *Embodiment* wurden Oberflächenstrukturen beschrieben, von denen erwartet wird, dass sie bestimmte Lernprozesse in Gang setzen. Diese angenommenen Lernprozesse wurden als *Mediating Processes* formuliert. Damit werden die Tiefenstrukturen des Lernens (Reusser, 2009) antizipiert. Was soll in den Köpfen der Studierenden angeregt werden und welche neuen kognitiven Muster sollen entstehen? In unserem Beispiel könnte man die erhofften Prozesse so zusammenfassen, dass über die geplante methodische Umsetzung

die subjektiven Theorien durch kritisches Prüfen (z. B. durch Konfrontation mit wissenschaftlichen Theorien) bestätigt, verändert oder verworfen werden.

In der Folge stellt die *Conjecture Map* gewissermaßen die Frage, was genau an diesem Übergang von methodischer Gestaltung und (innerpsychischen) Lernprozessen passiert. Dieser Übergang wird in Form von *Design Conjectures* beschrieben. *Design Conjectures* „make an explicit link between design characteristics and expected elicitations of mechanisms“ (Bakker, 2018, S. 57).

Diese *Design Conjectures* stellen einen Teil des Hypothesengerüsts hinter der ganzen Entwicklung dar. Damit bildet die *Conjecture Map* neben einer Planung des Moduls auch ein Untersuchungsmodell nach dem folgenden Muster ab:

Wenn die methodischen Maßnahmen A (*Embodiment*) zu den Lernprozessen B (*Mediating Processes*) führen, darf angenommen werden, dass dies durch die Denkprozesse C (*Design Conjectures*) begünstigt wurde. Zum hier skizzierten Projekt bzw. der geplanten methodischen Umsetzung könnte man exemplarisch festhalten, dass davon ausgegangen wurde: Wenn Studierende bezogen auf ausgewählte, relevante Unterrichtssequenzen ein Partnerinterview zu den subjektiven Theorien führen (*Embodiment*), dann werden diese subjektiven Theorien bearbeitbar (*Mediating Processes*). Grund dafür ist ein Bewusstseinsprozess, welcher einsetzt, wenn Kontextvariablen benannt, Annahmen über Ursachen beschrieben, sowie Annahmen zu den Absichten und Bedürfnissen der anderen involvierten Personen formuliert werden (*Design Conjectures*). *Design Conjectures* sind zu verstehen als hypothetische Annahmen über Denkprozesse, deren Überprüfung einen zentralen Beitrag zum angestrebten Erkenntnisziel leistet. Damit ist eine wichtige Voraussetzung für einen interprofessionellen SoTL-Austausch erfüllt: Bestätigte Annahmen darüber, wie Aufgaben, Materialien und initiierte individuelle oder diskursive Aktivitäten Tiefenstrukturen des Lernens anregen, sind es wert, öffentlich gemacht und mit anderen Hochschuldozierenden geteilt zu werden. Dies mit dem Ziel, das Lernen der Studierenden bzw. die Zusammenhänge zwischen dem Lehren und dem Lernen besser zu verstehen.

Auch wenn die *Conjecture Map*, insbesondere, wenn sie lediglich mit einem isolierten Beispiel illustriert wird, eine Linearität vorgaukelt: Der damit verbundene Prozess ist es keineswegs. Ausgehend von einer didaktischen Gestaltung werden potenzielle Denkvorgänge sichtbar, welche unmittelbar wieder auf die konkrete Gestaltung zurückwirken. Gleichzeitig wird auch von den beabsichtigten Denkprozessen oder gar den Outcomes her gedacht: Es wird überlegt, wie die beabsichtigten Denkprozesse (noch) besser angeregt werden können und es werden verschiedene Möglichkeiten geprüft, indem entsprechende *Design Conjectures* einbezogen werden.

Gespräche mit Peers hatten in dieser Phase stark den Charakter einer diskursiven Evaluation: Die *Design Conjectures* kamen ein erstes Mal auf den Prüfstand und wurden mit Erfahrungen und entsprechenden Beobachtungen je eigener Praxis untermauert – oder infrage gestellt. Aus diesen Gesprächen konnten Indikatoren gewonnen werden, wie: Woran könnte sich erkennen lassen, dass bestimmte Denkprozesse stattfinden? Woran lässt sich festmachen, dass Studierende Zugang zu den eigenen subjektiven Theorien haben?

2.4 Intervention Outcomes und Theoretical Conjectures

Vervollständigt wird die *Conjecture Map* durch das Benennen der erwarteten Wirkung. In der Beispielsequenz sollte die eigene Handlungskompetenz verbessert werden, indem die subjektiven Theorien mit wissenschaftlichen Erkenntnissen konfrontiert bzw. angereichert werden.

Auch hinter diesem Übergang steckt wiederum eine Annahme, welche es als *Theoretical Conjecture* transparent zu machen gilt. Oder bezogen auf unser Beispiel: Wenn subjektive Theorien der Studierenden bestätigt, verändert oder verworfen werden, führt das zu höherer Expertise für ihr (künftiges) Handeln. Hier haben wir nun den zweiten Teil des Hypothesengerüsts. In der Umsetzung der Planung gilt es sensibel zu sein für Artefakte und Daten, welche diese Annahmen bestätigen, differenzieren oder auch widerlegen. SoTL, wie auch DBR, ist nie ganz gefeit gegen den Vorwurf einer (aus Forschungssicht zentralen) fehlenden objektiven Distanz. Gleichzeitig wirkt die direkte Involviertheit regulierend. Ein Dozierender, welcher sich dafür entscheidet, die eigene Lehre zu beforschen, tut dies in erster Linie, um selbst Erkenntnisse über das Lehren und Lernen zu gewinnen. Unkritisches Erheben von Daten oder einseitige Prüfung der *Design* bzw. *Theoretical Conjectures* sabotieren das ureigene Interesse. Hier ließ sich feststellen, dass Außenstehende sich teilweise von gewissen Indizien schneller beeindruckend ließen, als der Forschende selbst.

3 Der Erkenntnisprozess

Im Rahmen der Umsetzung wurden mit unterschiedlichen Methoden (Beobachtung, Mini-Interviews, Befragungen (Online), Dokumentenanalyse und Peer-Expertisen) Daten erhoben. Eine sehr wichtige Datenbasis lieferten autoethnographische Aufzeichnungen (Ellis et al., 2010). Die Zwischen- und die Schlussequenz waren wichtige Meilensteine des Prozesses, weil daraus eine große

Zahl von Daten gewonnen werden konnte. Aus den Ergebnissen wurden so neben der Entwicklung einer verbesserten Lehre (über Entwerfen, Konstruieren, Pilotieren; Reinmann, 2019, S. 137) auch ein Erkenntnisgewinn realisiert, indem gestaltungsrelevante Annahmen untermauert werden konnten.

Bezogen auf das Entwicklungsziel (eine Lehr-Lerneinheit zu schaffen, welche bei den Studierenden Reflektionskompetenz aufbaut, um den eigenen Unterricht systematisch und gewinnbringend zu reflektieren) wird folgenden Gestaltungsprinzipien eine positive Wirkung attestiert:

1. Persönlich sinnhafte Situationen als Ausgangspunkt erhöhen die Bereitschaft, sich auf den Prozess des Reflektierens einzulassen.
2. Reflektionsphasenmodell und Checklisten für einzelne Phasen schaffen eine äußere Struktur, welche den Studierenden hilfreiche Orientierung geben.
3. Eine gute inhaltliche Strukturierung begünstigt selbstgesteuertes Lernen – und damit eine gewisse Unabhängigkeit vom Dozenten.
4. Das wiederholte Einfordern vertiefter, kritischer Nachdenklichkeit führt zu einem Mehrwert, indem zusätzliche, oft auch selbstkritischere Erkenntnisse gewonnen werden.
5. Peer-Prozesse begünstigen das Verständnis von Fachliteratur und das Herstellen theoretischer Bezüge.

Für die folgenden Prinzipien fehlen klare Belege, sie lassen sich aber auch noch nicht verwerfen. Sie werden aktuell aufrechterhalten und es wird geprüft, ob sie sich in kommenden Durchführungen bestätigen lassen oder ob sie endgültig verworfen werden sollten:

1. Die durch selbstgesteuertes Lernen erreichte Unabhängigkeit vom Dozierenden begünstigt den Transfer in die eigene Praxis in dem Sinn, dass die Studierenden von sich aus Reflektion auch zukünftig systematisch für die eigene professionelle Entwicklung nutzen.
2. Eine moderate Distanz zur Situation hilft, eine kritische Position einzunehmen und kritisches Denken zu befördern. Mit moderater Distanz ist ein gewisser Abstand zu einer zeitnahen, eigenen oder emotional stark aufgeladenen Situation (z. B. Auseinandersetzungen mit Schülern) gemeint.
3. Das Formulieren von subjektiven Theorien schafft Bewusstsein für die eigenen Annahmen und unterstützt die Arbeit am eigenen Verständnis.

Zum prozessübergreifenden Erkenntnisziel (nämlich besser zu verstehen, wie Studierende in einem Studiengang des Lehramts Reflektionskompetenz aufbauen und

daraus Prinzipien für die Unterstützung beim Kompetenzaufbau abzuleiten) können noch keine abschließenden Aussagen gemacht werden, da bis jetzt erst die Phase des Aufbaus untersucht werden konnte und die motivational-volitionalen Anteile noch nicht Gegenstand der Untersuchung waren. In diesem Sinn sind auch die formulierten Erkenntnisse als vorläufig zu betrachten. Im DBR werden entsprechend auch mehrere Durchgänge erwartet, um erhärtete Erkenntnisse formulieren zu können.

4 Diskussion der Ergebnisse

Eine *Conjecture Map* dient dazu, aus wissenschaftlichen Erkenntnissen systematisch methodische Konsequenzen abzuleiten, die damit intendierten Prozesse zu benennen und so eine bestimmte beabsichtigte Wirkung anzustreben. Das Beispiel darf nicht so verstanden werden, dass aus ein, zwei *High Level Conjectures* eine Aufgabe abgeleitet wird, welche einen bestimmten Prozess in Gang setzt und zu einer bestimmten, beabsichtigten Wirkung führt. Die Zusammenhänge sind viel komplexer: *High Level Conjectures* können das methodische Setting mehrfach beeinflussen, unterschiedliche methodische Umsetzungen haben gemeinsam Einfluss auf einen bestimmten Lernprozess oder eine methodische Maßnahme beeinflusst mehrere Lernprozesse. Und die Wirkung wird meist durch ein Zusammenspiel mehrerer innerer Prozesse erreicht. Der Gewinn einer *Conjecture Map* liegt darin, dass sie ein enorm komplexes Unterfangen systematisch strukturiert, sowie die Komplexität didaktischer Prozesse teilweise sichtbar macht; das kann beispielsweise in der Map so umgesetzt werden, dass man mit Pfeilen entsprechende Verbindungen einzeichnet. Zudem liefert die Map eine inhaltlich ausgerichtete Struktur und damit eine Verständigungsgrundlage als Alternative zum Beispiel zu einer chronologischen Unterrichtsbesprechung. Wie bereits angemerkt, wurde der Austausch über den eigenen Unterricht so erlebt, dass auf dieser Basis fokussierter und stärker auf die Tiefenstrukturen des Lernens ausgerichtet diskutiert wurde.

Auch wenn eine umfassende Auswertung des Projekts erst nach der Umsetzung aller drei Phasen vorgenommen werden kann, zeichnet sich bereits ab, dass eine sorgfältige Auseinandersetzung mit den subjektiven Theorien gleichermaßen wichtig wie schwierig ist. Während im Rahmen des Studiums dialogische oder diskursive Formen (im Sinne von *critical friends*) zur Unterstützung eingesetzt und durch das Ausbildungssetting eine gewisse Verbindlichkeit hergestellt werden konnte, sind die Studierenden in ihren Praxisphasen oder auch nach Abschluss des Studiums für die Reflektion des Unterrichts häufig auf sich alleine gestellt.

Hier besteht noch Entwicklungsbedarf. Es müssten Formen oder Instrumente zur Untersuchung selbsterlebter Sachverhalten im eigenen Unterricht gefunden werden, welche in die tägliche Routine implementiert werden können und dort nicht als Störfaktor oder lediglich als wünschbar empfunden werden.

Verschiedene Aussagen von Studierenden im Prozess zeigten ein Reflektionsverständnis, welches sehr auf (Selbst-)Beurteilung ausgerichtet ist: Selbstreflektion hat die Funktion, Fehler und Gelungenes festzustellen und zu den Fehlern bessere Alternativen zu benennen. Auf der Basis von *High Level Conjectures* wurde explizit nicht auf Veränderung und schon gar nicht auf Vermeidung abgezielt. Der Fokus wurde auf das Verstehen von Lehr-Lernprozessen gerichtet, was den Zugang für die Studierenden sehr attraktiv machte. Ob das den Transfer in die eigene Praxis langfristig sicherstellt, muss sich noch zeigen. Es gibt erste Anzeichen, dass die Fähigkeiten zur strukturierten und fundierten Selbstreflektion zwar durchaus vorhanden wären. Aber nicht in jedem Fall kann damit gerechnet werden, dass diese Fähigkeiten in entsprechenden Situationen auch eingesetzt werden. Diesem Punkt muss in weiteren Durchführungen Aufmerksamkeit geschenkt werden und es ist zu überlegen, wie nicht nur am Aufbau von Fähigkeiten und Fertigkeiten, sondern auch an motivational-volitionalen Aspekten gearbeitet werden kann.

Die Arbeit im Modul kann sehr positiv beurteilt werden. Es herrschte eine engagierte und zielorientierte Atmosphäre, was von den Studierenden selbst in erster Linie auf das kooperative und weitgehend selbstgesteuerte Lernen zurückgeführt wurde. Eine Gruppe Studierender bestätigte, dass sie sich durch den strukturierten Prozess sehr gut geführt fühlten, sodass die zeitlichen Vorgaben (die moodle-Struktur war nach Präsenzterminen gestaltet, um Orientierung zu bieten, „wie weit man ungefähr sein sollte“) für sie nicht notwendig gewesen wären. Im Gegenteil: Sie vermuteten, dass sie stärker mit der Sache konfrontiert gewesen wären, wenn sie (noch) mehr Möglichkeiten der Selbststeuerung gehabt hätten. Hier drängen sich Überlegungen auf, das Modul mittelfristig gar aus dem institutionellen Rahmen herauszuheben und als eine Art On-the-job-Modul anzubieten.

Aus Dozierendensicht hat sich die Arbeit mit einer *Conjecture Map* sehr bewährt, was sich insbesondere dann zeigte, wenn im Prozess Anpassungen vorgenommen werden mussten, z. B. aufgrund von veränderten Rahmenbedingungen, oder wenn auf besondere Situationen von Studierenden reagiert werden musste. In solchen Fällen lohnte es sich, kurz innezuhalten, zu überlegen, in welchem Zusammenhang innerhalb der *Conjecture Map* eine bestimmte Aufgabe oder eine Aktivität steht, und so ergaben sich rasch mögliche Alternativen, welche dem beabsichtigten Zweck gerecht wurden.

Ein Wort zum Schluss: Ganz im Sinne von SoTL bildet die Co-Autorenschaft dieses Beitrags ein Beispiel für den interdisziplinären Austausch über Fachgrenzen hinweg ab. Als Absolventen des Masterstudiengangs *Higher Education* an der Universität Hamburg befassten wir uns eingehend mit DBR und wendeten diesen methodologischen Rahmen auf unsere Lehre ganz im Stil und Anliegen von SoTL an. Gerade der (für den jeweils anderen) fremde Fachbezug hat uns zu einer intensiven methodischen und methodologischen Auseinandersetzung geführt, was uns über die Fachgrenzen hinweg zu kritischen Begleitern, Dialog- und Publikationspartnern gemacht hat. Die Notwendigkeit, das eigene Forschungsvorhaben, die eigene fachliche Gedankenwelt, aber auch unseren Blick auf die Verknüpfung von Wissenschaft und Lehre dem anderen stets erklärbar und transparent zu machen, haben wir als außerordentlich inspirierend erlebt, und wir sind überzeugt, dass SoTL sehr viel dazu beitragen kann, nicht in der eigenen Fachlichkeit stecken zu bleiben.

Literatur

- Bakker, A. (2018). *Design research in education. A practical guide for early career researchers*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/9781351329422>
- Dewey, J., Burgeni, A., & Deuel, L. (1951). *Wie wir denken. Eine Untersuchung über die Beziehung des reflektiven Denkens zum Prozess der Erziehung* (Erkenntnis und Leben, Bd. 5). Morgartenverlag.
- Ellis, C., Adams, T. E., & Bochner, A. P. (2010). Autoethnografie. In K. Mruck & G. Mey (Hrsg.), *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 345–357). VS Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92052-8_24
- Gastager, A. (2003). *Paradigmenvielfalt aus Sicht der Unterrichtenden. Subjektive Theorien über Handeln in „traditionellen“ und konstruktivistischen Lehr-Lern-Situationen*. Pabst.
- Joller-Graf, K. (2017). *Reflexion als Schlüssel zum lebenslangen Lernen. Ein Leitfaden*. Unveröffentlichte Schulungsunterlage. Pädagogische Hochschule Luzern.
- Kahlau, J., & Tietjen, C. (2018). Reflexive Begleitung von Studien-Praxis-Projekten und die Förderung von Reflexivität in (alternativen) Praxisphasen. *Herausforderung Lehrer_innenbildung—Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 1, 126–141. <https://doi.org/10.4119/UNIBI/HLZ-63>
- Korthagen, F., & Vasalos, A. (2005). Levels in reflection: Core reflection as a means to enhance professional growth. *Teachers and Teaching*, 11(1), 47–71. <https://doi.org/10.1080/1354060042000337093>
- Lienhard, P., Joller-Graf, K., & Mettauer Szaday, B. (2015). *Rezeptbuch schulische Integration. Auf dem Weg zu einer inklusiven Schule* (2., aktual. Aufl.). Haupt
- Patry, J.-L. (2014). Rivalisierende Paradigmen in der Erziehungswissenschaft. Das Beispiel der Situationsspezifität. In S. Kornmesser & G. Schurz (Hrsg.), *Die multiparadigmatische Struktur der Wissenschaften* (S. 103–144). Springer VS.

- Pringle, E. (2015). *Der Wert der Reflexion*. Mission Kulturagenten – Onlinepublikation des Modellprogramms „Kulturagenten für kreative Schulen 2011–2015“. Verfügbar unter <http://publikation.kulturagenten-programm.de/detailansicht.html?document=262&page=reflexion.html>
- Redecker, A. (2018). Persönlichkeitsbildung per Praxissemester. Zur Profilierung Forschenden Lernens im Fach Bildungswissenschaften. *Herausforderung Lehrer_innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 1, 1–16. <https://doi.org/10.4119/UNIBI/HLZ-80>
- Reinmann, G. (2019). Die Selbstbezüglichkeit der hochschuldidaktischen Forschung und ihre Folgen für die Möglichkeiten des Erkennens. In T. Jenert, G. Reinmann, & T. Schmolh (Hrsg.), *Hochschulbildungsforschung. Theoretische, methodologische und methodische Denkanstöße für die Hochschuldidaktik* (S. 125–148). Springer VS.
- Reusser, K. (2009). Unterricht. In S. Andresen (Hrsg.), *Handwörterbuch Erziehungswissenschaft* (S. 881–896). Belz.
- Sandoval, W. (2014). Conjecture Mapping: An Approach to Systematic Educational Design Research. *Journal of the Learning Sciences*, 23(1), 18–36. <https://doi.org/10.1080/10508406.2013.778204>
- Scheele, B., & Groeben, N. (1988). *Dialog-Konsens-Methoden zur Rekonstruktion subjektiver Theorien. Die Heidelberger Struktur-lege-Technik (SLT), konsensuale Ziel-Mittel-Argumentation und kommunikative Flußdiagramm-Beschreibung von Handlungen*. A. Francke.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner. How professionals think in action*. New York: Basic Books. <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0832/82070855-d.html>
- Tulodziecki, G., & Herzig, B. (2004). *Mediendidaktik. Medien in Lehr- und Lernprozessen*. Kopaed.