

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Universitäres Herzzentrum Hamburg GmbH (UHZ)
Klinik und Poliklinik für Allgemeine und Interventionelle Kardiologie

Direktor der Einrichtung
Prof. Dr. med. Stefan Blankenberg

Assoziation verschiedener Ernährungsparameter mit dem Blutdruck in einer normotensiven Population

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Dennis Winkler
aus Hamburg

Hamburg 2019

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 19.11.2019

Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Eberhard Windler

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/-in: Prof. Dr. Martin Scherer

I. Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Hypertonie	1
1.1.1. Definition	1
1.1.2. Epidemiologie	2
1.1.3. Klinik	3
1.1.4. Diagnostik	3
1.1.5. Risikofaktoren	4
1.1.6. Therapie	4
1.1.6.1. Nicht medikamentöse Therapie	5
1.1.6.2. Medikamentöse Therapie	5
1.1.7. Prävention	7
1.2. Ernährung	7
1.2.1. Definition	7
1.2.2. Ernährungsformen	8
1.2.3. Ernährung in Deutschland	8
1.2.4. Ernährungsempfehlungen	10
1.3. Ernährung und Blutdruck	12
2. Ziele und Fragestellung	13
3. Materialien und Methoden	14
3.1. Studienpopulation	14
3.1.1. Probanden der STRATEGY-Studie	14
3.1.2. Probanden der DELIGHT-Studie	14
3.2. Durchführung	15
3.2.1. Blutdruckmessung	15
3.2.2. Taillenumfangmessung	15
3.2.3. Anthropometrie	15
3.2.4. Erhebung von Ernährungsfaktoren (Food Frequency)	15
3.3. Ein- und Ausschlusskriterien dieser Analyse	16
3.4. Statistische Methoden	16
3.4.1. Regressionsanalyse	16
3.4.2. Multivariat-Analyse	17
3.4.3. Terzil-Berechnung	17

4. Ergebnisse	18
4.1. Studienpopulation	18
4.2. Verzehrmenge relevanter Lebensmittelgruppen	19
4.3. Assoziation von Blutdruck und Lebensalter	21
4.4. Assoziation von Blutdruck und Body-Mass-Index	22
4.5. Assoziation von Blutdruck und Taillenumfang	23
4.6. Blutdruck adjustiert um Alter, BMI und Taillenumfang	24
4.7. Assoziation von Blutdruck und Fleisch-/Wurstkonsum	26
4.8. Assoziation von Blutdruck und Obstkonsum	28
4.9. Assoziation von Blutdruck und Gemüsekonsum	28
4.10. Assoziation von Blutdruck und Konsum von Milch und Milchprodukten	30
4.11. Berechnung der Terzile	32
4.11.1. Fleisch/Wurst-Terzile	32
4.11.2. Früchte/Obst-Terzile	32
4.11.3. Gemüse-Terzile	32
4.11.4. Milch/Milchprodukte-Terzile	32
4.12. Assoziation des Blutdrucks mit ausgewählten Ernährungsmustern	34
5. Diskussion	35
5.1. Ziel dieser Dissertation	35
5.2. Blutdruck, Alter, BMI, Taillenumfang	35
5.3. Blutdruck und Ernährungsgruppen	37
5.4. Blutdruck und Ernährungsmuster	38
6. Schlussfolgerung und Zusammenfassung (Deutsch/Englisch)	40
7. Literaturverzeichnis	42
8. Danksagung	48
9. Lebenslauf	49
10. Eidesstattliche Versicherung	50

II. Diagrammverzeichnis

Diagramm 1:	12-Monats-Prävalenz (2014/2015) der Befragten mit bekanntem Bluthochdruck in Deutschland	2
Diagramm 2:	Mittlere Verzehrmenge ausgewählter Lebensmittelgruppen in Gramm/Tag aus dem 24h-Recall der NVS II in Altersgruppen (Frauen)	9
Diagramm 3:	Mittlere Verzehrmenge ausgewählter Lebensmittelgruppen in Gramm/Tag aus dem 24h-Recall der NVS II in Altersgruppen (Männer)	10
Diagramm 4:	Systolischer Blutdruck und Alter, BMI und Taillenumfang	25
Diagramm 5:	Diastolischer Blutdruck und Alter, BMI und Taillenumfang	25
Diagramm 6:	Systolischer Blutdruck und Fleisch/Wurst-Verzehr, Alter, BMI und Taillenumfang	27
Diagramm 7:	Diastolischer Blutdruck und Fleisch/Wurst-Verzehr, Alter, BMI und Taillenumfang	27
Diagramm 8:	Systolischer Blutdruck und Gemüse-Verzehr, Alter, BMI und Taillenumfang	29
Diagramm 9:	Diastolischer Blutdruck und Gemüse-Verzehr, Alter, BMI und Taillenumfang	29
Diagramm 10:	Systolischer Blutdruck und Milch/Milchprodukt, Alter, BMI und Taillenumfang	31
Diagramm 11:	Diastolischen Blutdruck und Milch/Milchprodukt, Alter, BMI und Taillenumfang	31

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Fünf Substanzklassen der pharmazeutischen Antihypertensiva und ihre Kombinationsmöglichkeiten (ESC 2014)	6
Abbildung 2:	Ernährungspyramide	11
Abbildung 3:	Systolischer Blutdruck und Alter	21
Abbildung 4:	Diastolischer Blutdruck und Alter	21
Abbildung 5:	Systolischer Blutdruck und BMI	22
Abbildung 6:	Diastolischer Blutdruck und BMI	22
Abbildung 7:	Systolischer Blutdruck und Taillenumfang	23
Abbildung 8:	Diastolischer Blutdruck und Taillenumfang	23
Abbildung 9:	Body-Mass-Index und Taillenumfang	37

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Definition und Klassifikation der Blutdrucklevel nach den Leitlinien für arterielle Hypertonie der ESH und der ESC (2013)	1
Tabelle 2:	Risikofaktoren der primären Hypertonie	4
Tabelle 3:	Therapeutischer Ansatz nach der Leitlinie für das Management der arteriellen Hypertonie der DGK und DHL von 2014	5
Tabelle 4:	Körpergewicht – Normal, Übergewicht, Adipositas und Empfehlung nach DAG e.V., DDG, DGE e.V., DGEM e.V. 2014	7
Tabelle 5:	Häufige Ernährungsformen	8
Tabelle 6:	Mittlere Verzehrmenge von ausgewählten Lebensmittelgruppen in Gramm/Tag aus dem 24h-Recall der NVS II	9
Tabelle 7:	10 Regeln der DGE	11
Tabelle 8:	Charakteristika der Studienteilnehmer aus der STRATEGY-Studie	18
Tabelle 9:	Charakteristika der Studienteilnehmer aus der DELIGHT-Studie	18
Tabelle 10:	Charakteristika der normotensiven Studienteilnehmer aus der STRATEGY- und der DELIGHT-Studie	19
Tabelle 11:	Durchschnittliche tägliche Verzehrmenge (g/d) der ausgewählten Lebensmittelgruppen aus der STRATEGY-Studie	20
Tabelle 12:	Durchschnittliche tägliche Verzehrmenge (g/d) der ausgewählten Lebensmittelgruppen aus der DELIGHT-Studie	20
Tabelle 13:	Durchschnittliche tägliche Verzehrmenge (g/d) der ausgewählten Lebensmittelgruppen aus der STRATEGY- und DELIGHT-Studie	20
Tabelle 14:	Mittelwerte des oberen und unteren Terzils der Lebensmittelgruppen	33
Tabelle 15:	Durchschnittliche Blutdruckwerte der Ernährungsmuster	34

1. Einleitung

1.1 Hypertonie

1.1.1. Definition

Ein hoher Blutdruck ist einer der Hauptrisikofaktoren für schwere kardiovaskuläre Erkrankungen und gehört damit zu den wesentlich bestimmenden Faktoren der häufigsten Todesursachen im Erwachsenenalter weltweit (van den Hoogen et al. 2000, Ezzati et al. 2002). Ein optimaler Blutdruck liegt laut der World Health Organisation (WHO) bei unter 120 mmHg systolisch und unter 80 mmHg diastolisch. Die arterielle Hypertonie ist definiert als dauerhaft und situationsunabhängig bestehender Blutdruck von systolisch höher als 140 mmHg und/oder diastolisch höher als 90 mmHg.

Tabelle 1 zeigt die Definition und Klassifikation der Blutdrucklevel nach den Leitlinien für arterielle Hypertonie der European Society of Hypertension (ESH) und European Society of Cardiology (ESC) aus dem Jahr 2013.

Tabelle 1: Definition und Klassifikation der Blutdrucklevel nach den Leitlinien für arterielle Hypertonie der ESH und der ESC (2013)

Kategorie	systolischer Blutdruck (mmHg)	und	diastolischer Blutdruck (mmHg)
Optimal	<120	und	<80
Normal	120 – 129	und/oder	80 – 84
Hoch normal	130 – 139	und/oder	85 – 89
Hypertonie Grad 1	140 – 159	und/oder	90 – 99
Hypertonie Grad 2	160 – 179	und/oder	100 – 109
Hypertonie Grad 3	≥180	und/oder	≥110
isolierte systolische Hypertonie	≥140	und	<90

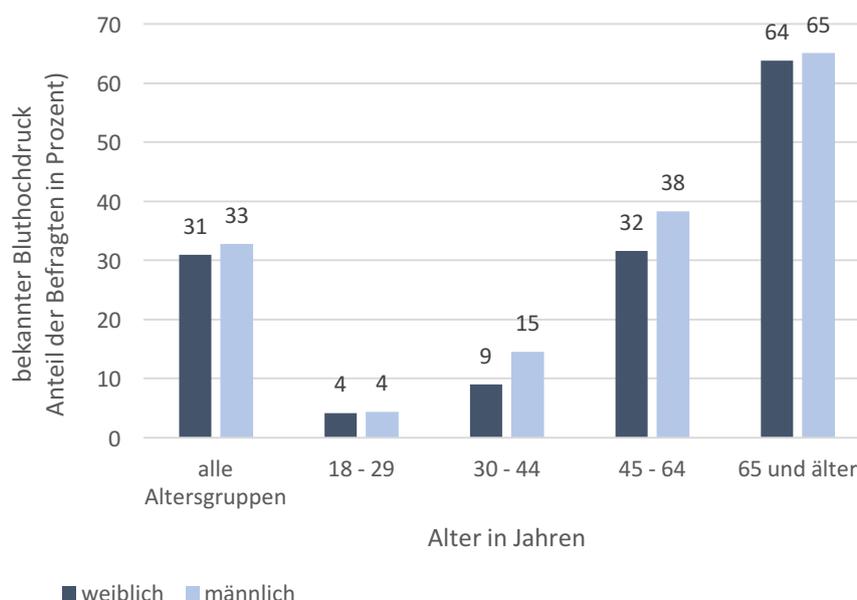
Basierend auf der Ätiologie der Hypertonie wird des Weiteren zwischen primärer (essentieller) und sekundärer Hypertonie unterschieden. Bei der primären Hypertonie, an der mehr als 90 % aller Patienten mit einem Bluthochdruck leiden, ist die Ursache nicht bekannt. Diese Form der Hypertonie entsteht aller Wahrscheinlichkeit nach aus einer Kombination von genetischen Prädispositionen

und Umweltfaktoren, wie beispielsweise die körperliche Aktivität, das Ernährungsverhalten, Übergewicht und dauerhafter Stress. Die sekundäre Hypertonie entsteht ätiologisch aus einer vorliegenden renalen oder endokrinen Grunderkrankung. Weniger als 10 % aller Hypertoniker leiden unter dieser Form der Hypertonie.

1.1.2. Epidemiologie

In den westlichen Industrieländern ist die Prävalenz der arteriellen Hypertonie hoch. Untersuchungsergebnisse von 2014/2015 haben gezeigt, dass 31,8 % der deutschen Bevölkerung (30,9 % Frauen und 32,8 % Männer) an einem ärztlich diagnostizierten Bluthochdruck leiden (Neuhauser et al. 2017). Laut der Ergebnisstudie des Robert Koch-Instituts (RKI) „Gesundheit in Deutschland aktuell“ (GEDA) von 2012 steigt die Prävalenz mit zunehmendem Alter an (RKI 2014). In einem telefonisch durchgeführten Gesundheitssurvey im Rahmen der GEDA-Studien von 2014/2015 gaben durchschnittlich über 60 % aller Befragten im Alter von 65 Jahren oder älter an, an einer Hypertonie zu leiden (siehe Diagramm 1).

Diagramm 1: 12-Monats-Prävalenz (2014/2015) der Befragten mit bekanntem Bluthochdruck in Deutschland



1.1.3. Klinik

Ein hoher Blutdruck ist meistens in der Frühphase asymptomatisch. Unspezifische Symptome wie Cephalgien, Ohrensausen, Tinnitus, Epistaxis, Dyspnoe und Abgeschlagenheit führen häufig erst spät zu einem ersten Arztkontakt. Bei stark erhöhtem Blutdruck können weitere Symptome wie Palpitationen, Sehstörungen und Nausea auftreten (Baumgartner 2018).

Eine hypertensive Entgleisung bei sehr stark erhöhten Blutdruckwerten kann mit oder ohne klinische Symptomatik auftreten. Von einer hypertensiven Krise wird bei sehr stark erhöhten Blutdruckwerten über 180/120 mmHg (Mancia et al. 2013) ohne Hinweis auf akute hypertensiv bedingte Endorganschäden gesprochen. Im Gegensatz dazu kommt es bei einem hypertensiven Notfall zu hypertensiv bedingten Schäden. Die multiplen Organschäden, wie beispielsweise Lungenödem, akute Herzinsuffizienz, Aortendissektion, retinale und intrakranielle Blutungen, bestimmen dann die Symptomatik und fordern meistens eine vorsichtige Blutdrucksenkung, beziehungsweise weitere notfallmäßige therapeutische Interventionen (Herold 2015). Eine jahrelange Einwirkung eines erhöhten Blutdrucks auf das Organsystem kann beispielsweise zu Folgeschäden am Myokard (Linksherzhypertrophie, Herzinsuffizienz), Gefäßsystem (Koronare Herzkrankheit, Myokardinfarkt, Aneurysma, vaskuläre Demenz, Karotisstenose, Schlaganfall, Retinopathie) und zu einer hypertensiven Nephropathie führen. Das Ausmaß dieser Folgen ist hoch und hat nicht selten eine notfallmäßige Hospitalisation zur Folge (Herold 2015).

1.1.4. Diagnostik

Eine Hypertonie kann im symptomlosen Frühstadium meistens nur durch Früherkennungsmaßnahmen oder zufällig diagnostiziert werden. Der diagnostische Algorithmus verläuft in mehreren Schritten. Zuerst erfolgt neben der Anamnese, unter anderem mit Eruiierung gegebenenfalls vorliegender Risikofaktoren, die körperliche Untersuchung, die auch die Blutdruckmessung zur Objektivierung und Einteilung (siehe Klassifikation in Tabelle 1) des Bluthochdrucks beinhaltet. Um Fehlerquellen in der Diagnostik, wie beispielsweise eine „Weißkittelhypertonie“, zu vermeiden, sollte bei erhöht gemessenem Blutdruckwert eine ambulante 24-stündige Langzeitmessung erfolgen (Mancia et al. 2013). Bei ebenfalls erhöhten Blutdruckwerten in der Langzeitblutdruckmessung sollte die deutlich seltenere sekundäre Hypertonie mit weiterführender Diagnostik ausgeschlossen werden.

Anschließende Laboruntersuchungen, Elektrokardiographie, Echographie und augenärztliche Untersuchungen stehen für die Detektion eventuell bereits bestehender hypertensiv assoziierter Folgeerkrankungen zur Verfügung.

1.1.5. Risikofaktoren

In Tabelle 2 sind vermeidbare sowie unvermeidbare Risikofaktoren für die Entstehung einer primären Hypertonie aufgeführt.

Tabelle 2: Risikofaktoren der primären Hypertonie

unvermeidbare Risikofaktoren	vermeidbare Risikofaktoren
genetische Prädisposition ¹	Nikotinabusus ⁴
Alter ²	Adipositas ⁵
niedriges Geburtsgewicht ³	hoher Salzkonsum ⁶
	hohe Zufuhr von gesättigten und trans-Fettsäuren ⁷
	hoher Alkoholkonsum ⁸
	niedriges Aktivitätslevel ⁹
	hoher Zuckerkonsum ¹⁰

¹ Aniket Natekar et al. 2014, Priyanga Ranasinghe et al 2015, ² Mahmood et al. 2014, Nikolaos Lionakis et al. 2012

³ Barker et al. 1989, Richard N. et al. 2009, ⁴ Virdis et al. 2012, ⁵ Abbasi et al. 2002 und K. Rexrode 1998

⁶ Sacks et al. 2001, Whelton et al. 1998, ⁷ Lu Wang et al. 2010, ⁸ Sesso 2008, Puddey und Beilin 2006

⁹ Pescatello et al. 2004, ¹⁰ DiNicolantonio und Lucan 2014

1.1.6. Therapie

Früh eingeleitete therapeutische Maßnahmen senken das Risiko von kardiovaskulären Folgeerkrankungen wie beispielsweise Schlaganfall, Myokardinfarkt und Herzinsuffizienz. Die Behandlungsstrategie ist von dem Grad der Hypertonie (siehe Klassifikation in Tabelle 1), Vorerkrankungen und bereits vorliegenden Folgeerkrankungen sowie Risikofaktoren abhängig (DGK, DHL 2014). Zur Therapiewahl stehen die Veränderung des Lebensstils und medikamentöse Therapieoptionen mit einem Ziel-Blutdruck von unter 140/90 mmHg zur Verfügung.

Tabelle 3: Therapeutischer Ansatz nach der Leitlinie für das Management der arteriellen Hypertonie der DGK und DHL von 2014

Risikofaktoren/ Erkrankungen	Hochnormaler Blutdruck	Hypertonie Grad 1	Hypertonie Grad 2	Hypertonie Grad 3
keine anderen Risikofaktoren	keine	initial Lebensstil- änderung für mehrere Monate, dann medikamentös	initial Lebensstil- änderung für mehrere Wochen, dann medikamentös	Lebensstiländerung und zusätzlich sofort medikamentös
1 – 2 Risikofaktoren	Lebensstiländerung	initial Lebensstil- änderung für mehrere Wochen, dann medikamentös	initial Lebensstil- änderung für mehrere Wochen, dann medikamentös	Lebensstiländerung und zusätzlich sofort medikamentös
≥ 3 Risikofaktoren	Lebensstiländerung	initial Lebensstil- änderung für mehrere Wochen, dann medikamentös	Lebensstiländerung zusätzlich medikamentös	Lebensstiländerung und zusätzlich sofort medikamentös
Endorganschäden, Diabetes, Nierenerkrankung Stadium 3 und höher	Lebensstiländerung	Lebensstiländerung zusätzlich medikamentös	Lebensstiländerung zusätzlich medikamentös	Lebensstiländerung und zusätzlich sofort medikamentös

1.1.6.1. Nicht medikamentöse Therapie

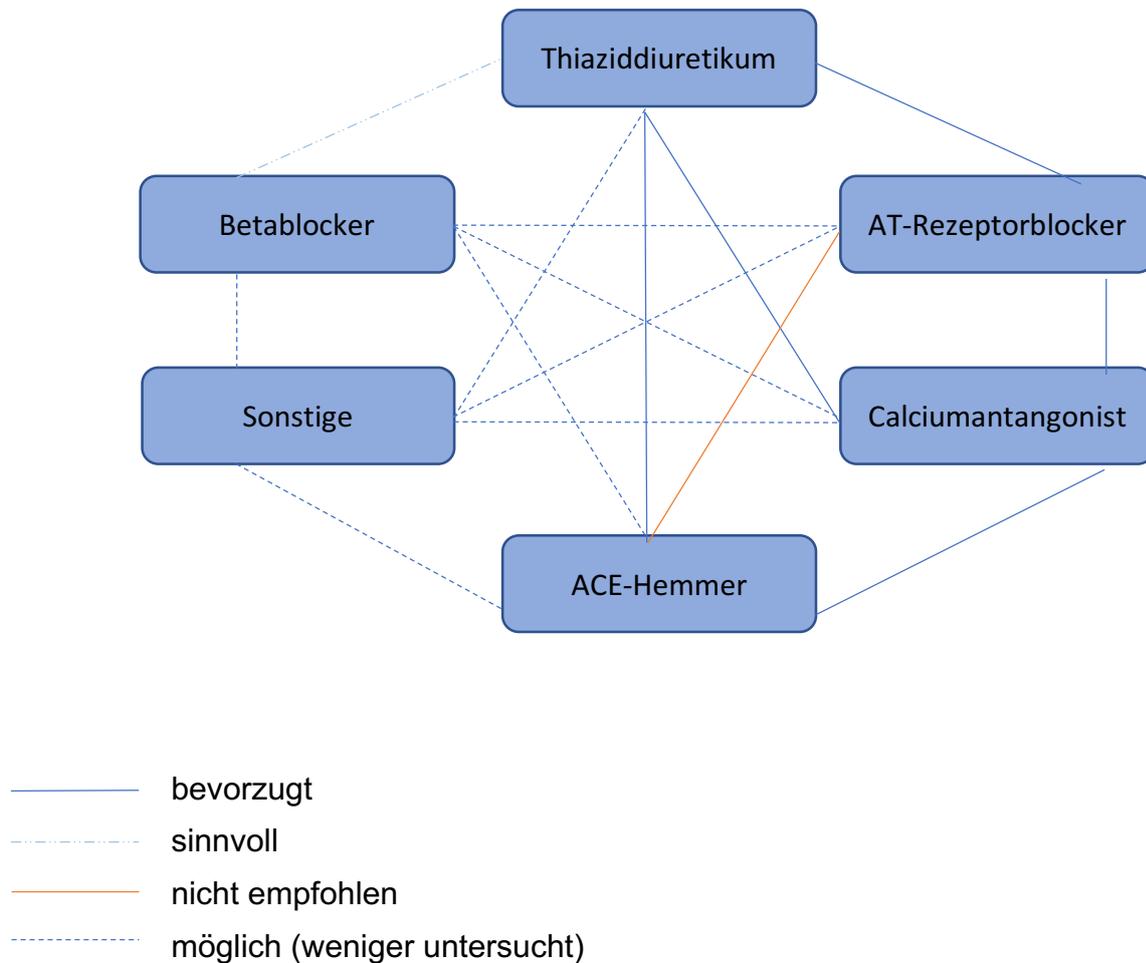
Um die Prävalenz der Hypertonie zu verringern, gibt es viele Bemühungen, den Blutdruck durch nicht pharmazeutischen Ansätzen zu reduzieren. Zur Prävention und Behandlung der Hypertonie empfehlen die nationalen Leitlinien eine Lebensstilveränderung mit einer Kontrolle des Körpergewichts, einer Reduzierung der Salz- und Alkoholaufnahme sowie einer Erhöhung der Aufnahme an Kalium (Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, Herz- und Kreislau fforschung und Deutsche Hochdruckliga e.V. 2013, Graudal et al. 2012, Roccella 1993). Diäten wie die „Influence of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH)“-Diät und eine Low-Carb-Diät wurden als protektiv in Bezug auf die Entwicklung eines Bluthochdrucks eingestuft (Saneei 2014, Moore et al. 2001, Santos 2012).

1.1.6.2. Medikamentöse Therapie

Es gibt eine Reihe an antihypertensiv wirkenden pharmazeutischen Präparaten, wobei fünf große Substanzklassen (siehe Abbildung 1) zur Initial- und Dauerbehandlung, als Mono- und Kombinationstherapie und unter Berücksichtigung

von Kontraindikationen beziehungsweise anderer spezifischer Indikationen geeignet sind (ESC 2014).

Abbildung 1: Fünf Substanzklassen der pharmazeutischen Antihypertensiva und ihre Kombinationsmöglichkeiten (ESC 2014)



1.1.7. Prävention

Primärpräventive Maßnahmen, um die Entstehung einer Bluthochdruckerkrankung hinauszuzögern oder zu vermeiden, haben hauptsächlich die Einhaltung eines gesunden Lebensstils zum Ziel. Dies beinhaltet das Bewahren eines gesunden/normalen Körpergewichts (siehe Tabelle 4), körperliche Aktivität sowie gesunde Ernährung mit geringem Salzgehalt und moderatem Alkoholgenuss. Sekundärpräventiv ist zusätzlich zu den bereits genannten präventiven Maßnahmen die Einnahme verschriebener Medikamente (siehe Therapie) indiziert.

Tabelle 4: Körpergewicht – Normal, Übergewicht, Adipositas und Empfehlung nach DAG e.V., DDG, DGE e.V., DGEM e.V. 2014

Kategorie	Body-Mass-Index (kg/m ²)	Empfehlung
Normalgewicht	18,5 – 24,9	Gewicht halten
Übergewicht	25 – 29,9	keine Gewichtserhöhung, besonders wenn der Taillenumfang hoch ist, Gewichtsreduktion bei mehreren Risikofaktoren für Herzerkrankungen
Adipositas	≥30	Gewichtsreduktion

1.2. Ernährung

1.2.1. Definition

Es existieren viele Definitionen des Begriffs „Ernährung“, die sich alle sehr ähnlich sind. J. Kühnau definiert Ernährung wie folgt: „Unter Ernährung versteht man die Summe aller Vorgänge, durch die dem lebenden Organismus in fester oder flüssiger Form diejenigen Substanzen von außen zugeführt werden, die zur Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge, also zum Aufbau und zur Regeneration ihres stofflichen Substrats sowie zur Durchführung der funktionellen Leistungen dieses Substrats erforderlich sind. Das Material für die Ernährung ist die Nahrung“ (Kühnau, J. 1980).

1.2.2. Ernährungsformen

Tabelle 5 zeigt die gängigsten Ernährungsformen, die nicht selten kombiniert werden. Des Weiteren bestehen beispielsweise beim Vegetarismus Unterformen, auf die hier nicht näher eingegangen wird.

Tabelle 5: Häufige Ernährungsformen

Ernährungsform	Verzicht auf
Omnivorismus	-
Vegetarismus	Fleisch und Fisch
Veganismus	alle tierischen Produkte
Pescetarismus	Fleisch
glutenfreie Ernährung	glutenhaltige Lebensmittel
lactosefreie Ernährung	lactosehaltige Lebensmittel

1.2.3. Ernährung in Deutschland

Tabelle 6 zeigt die mittlere Verzehrmenge von ausgewählten Lebensmittelgruppen in der deutschen Bevölkerung. Zusammenfassend konsumieren Männer im Vergleich zu Frauen doppelt so viel Mengen an Fleisch und Wurstwaren. Frauen treffen eine als gesünder angesehene Lebensmittelauswahl, weil sie mehr Obst und mehr kalorienfreie Getränke konsumieren (Max-Rubner-Institut 2013). Die Daten zum Lebensmittelverzehr der deutschen Bevölkerung stammen aus dem 24h-Recall der Nationalen Verzehrstudie II (NVS II), aus dem Daten von insgesamt 13.753 Personen im Alter von 15 bis 80 Jahren zum Ernährungsverhalten vorliegen, die zwischen November 2005 und Januar 2007 erhoben wurden.

Tabelle 6: Mittlere Verzehrmenge von ausgewählten Lebensmittelgruppen in Gramm/Tag aus dem 24h-Recall der NVS II

Lebensmittelgruppen	Männer (n=6160)	Frauen (n=7593)
Fleisch/Wurstwaren	156	85
Obst/Obsterzeugnisse	143	182
Gemüse, Pilze, Hülsenfrüchte	123	124
Milch/Milchprodukte	192	190

Des Weiteren besteht auch zwischen verschiedenen Altersgruppen ein Unterschied im Konsumverhalten. Denn sowohl bei Männern als auch bei Frauen erhöht sich die täglich verzehrte Obstmenge mit steigendem Alter, im Gegensatz dazu verringert sich die tägliche Verzehrmenge an Milch und Milchprodukten (Diagramm 2 und 3).

Diagramm 2: Mittlere Verzehrmenge ausgewählter Lebensmittelgruppen in Gramm/Tag aus dem 24h-Recall der NVS II in Altersgruppen (Frauen)

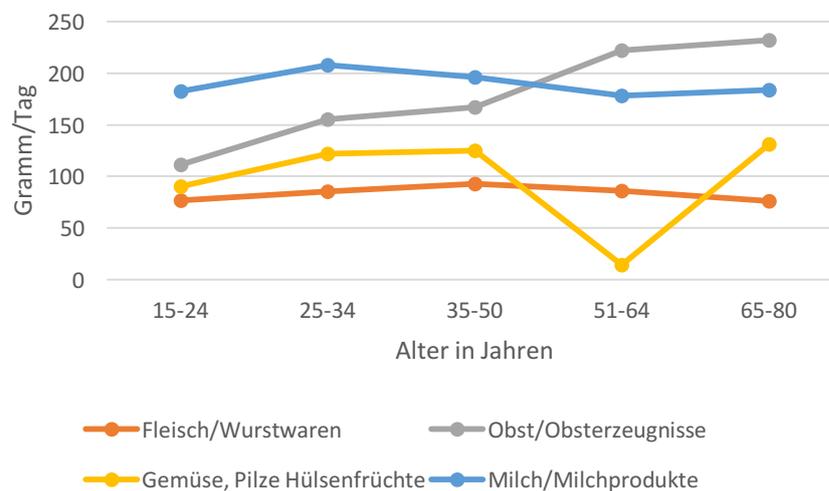
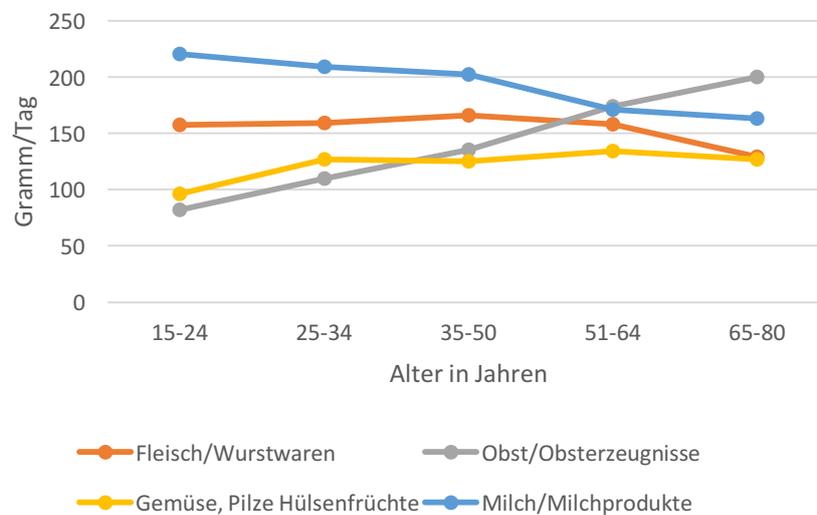


Diagramm 3: Mittlere Verzehrmenge ausgewählter Lebensmittelgruppen in Gramm/Tag aus dem 24h-Recall der NVS II in Altersgruppen (Männer)



Die Schätzung der täglichen Salzzufuhr auf Basis der Natriumausscheidung der Probanden aus der Studie des Deutschen Erwachsenen-Gesundheitssurvey (DEGS) vom Robert Koch-Institut beträgt bei Männern 10,0 Gramm/Tag (g/d) (n=3340; 9,5-10,4 g/d) und bei Frauen 8,4 g/d (n=3622; 7,4-9,2 g/d) (Gößwald et al. 2012).

1.2.4. Ernährungsempfehlungen

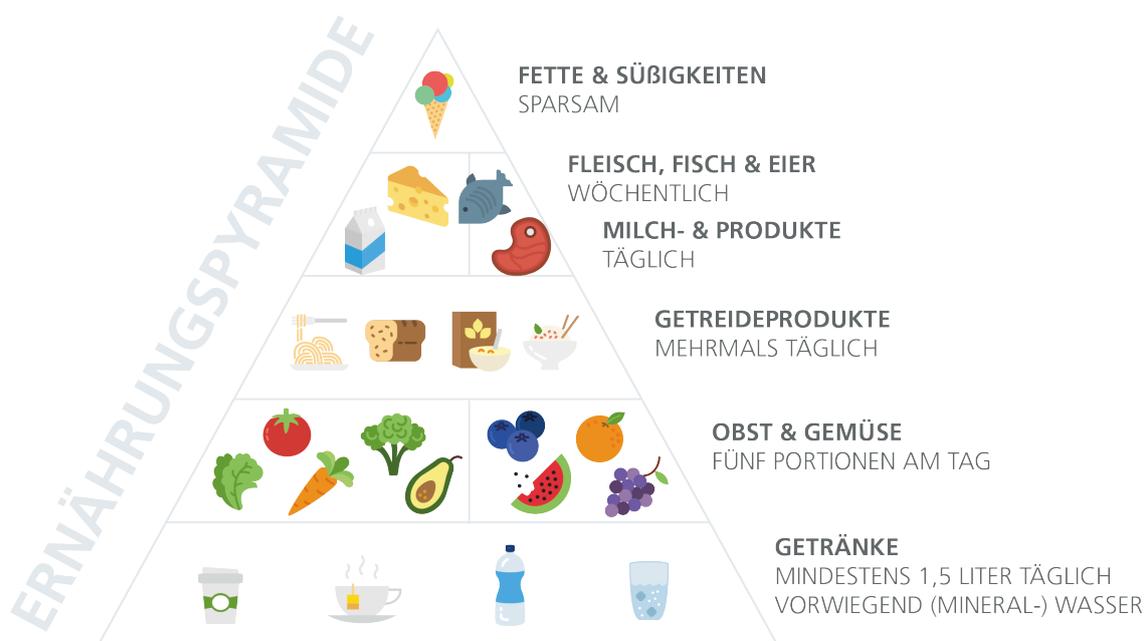
Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt eine vollwertige Ernährung nach 10 Regeln (Tabelle 7). Des Weiteren ist die Menge einzelner Lebensmittelgruppen aus einer Ernährungspyramide (Abbildung 2) abzulesen, diese bildet eine einfache Orientierungshilfe für die Umsetzung einer vollwertigen Ernährung. Die tägliche Aufnahme von Salz sollte 5 Gramm (WHO 2012) bis 6 Gramm (Strohm et al. 2016) im Erwachsenenalter nicht übersteigen.

Tabelle 7: 10 Regeln der DGE

Regel	Empfehlung
1 Lebensmittelvielfalt nutzen	abwechslungsreiche Ernährung mit überwiegend pflanzlichen Lebensmitteln
2 „5“ am Tag	täglich mindestens drei Portionen Gemüse und zwei Portionen Obst
3 Vollkorn auswählen	Brot, Nudeln, Reis und Mehl aus Vollkorn bevorzugen
4 ergänzend tierische Lebensmittel	täglich Milch und Milchprodukte, ein- bis zweimal pro Woche Fisch, Fleisch, nicht mehr als 300 – 600 Gramm wöchentlich
5 pflanzliche Fette nutzen	pflanzliche Öle nutzen, verarbeitete Lebensmittel meiden
6 Zucker und Salz reduzieren	gesüßte Lebensmittel und Getränke meiden, mit Kräutern und Gewürzen würzen
7 Wasser trinken	ca. 1,5 Liter Wasser oder ungesüßten Tee am Tag trinken
8 schonend garen	Lebensmittel so lange wie nötig und so kurz wie möglich garen
9 mit Bedacht essen	langsam essen und genießen
10 auf das Gewicht achten und aktiv bleiben	täglich 30 bis 60 Minuten moderate körperliche Aktivität

(DGE 2017)

Abbildung 2: Ernährungspyramide



(In Anlehnung an die DGE, modifiziert, Icons: Gastronomy Set designed by {Smashicons} from Flaticon)

1.3. Ernährung und Blutdruck

Viele Studien untersuchten bisher den Effekt unterschiedlicher Ernährungsformen auf den Blutdruck. So wurde unter anderem gezeigt, dass verschiedene Diäten wie eine Mineralersatz-Diät (Cantalejo Mazzaro 2014), eine Diät mit Hülsenfrüchten (Jayalath 2014), eine Soja-Protein-Diät (Yi Dong 2011), eine Natriumrestriktion (Graudal 2012), eine DASH-Diät (Saneei 2014), Low-Carb-Diät (Santos 2012), Alkoholreduzierung (Dickinson 2006) und Fisch-Öl-Supplementation (Dickinson 2006) einen senkenden Effekt auf den Blutdruck ausüben.

Vegetarier neigen im Vergleich zu Nicht-Vegetariern zu einem niedrigeren Blutdruck (Yokoyama et al. 2014). In Studien, in denen eine Ernährung mit tierischen Produkten auf eine vegetarische Diät umgestellt wurde, konnte der Blutdruck sowohl bei Hypertonikern als auch bei normotensiven Teilnehmern gesenkt werden (Rouse et al. 1987, Margetts 1986). Gründe für diese Blutdruckreduzierung werden in dem hohen Gehalt an Ballaststoffen, Kalium und Magnesium sowie dem reduzierten Fettanteil bei dieser Ernährungsform gesehen (Ascherio, et al. 1992, Harlan et al. 1984, Stamler et al. 1996, Obarzanek et al. 1996).

Allerdings zeigen die Studien, die diese Effekte untersuchten, häufig nur geringe und widersprüchliche Blutdruckveränderungen.

2. Ziele und Fragestellung

Im Rahmen dieser Dissertation soll der Einfluss von Ernährungsgruppen auf den Blutdruck normotensiver Probanden untersucht werden. Hierfür wurden Assoziationen zwischen dem Blutdruck und der Menge an konsumierten Fleisch/Wurstwaren, Obst, Gemüse sowie Milch/Milchprodukten aus den Daten von Probanden der STRATEGY-Studie (Stress, Atherosclerosis and ECG Study) und der DELIGHT-Studie (Delay of Impaired Glucose Tolerance by a Healthy Lifestyle Trial) ermittelt.

Folgende Fragestellungen wurden bearbeitet:

- Besteht eine Assoziation zwischen Blutdruck und Alter?
- Besteht eine Assoziation zwischen Blutdruck und Body-Mass-Index (BMI)?
- Besteht eine Assoziation zwischen Blutdruck und Taillenumfang?
- Besteht eine Assoziation zwischen Blutdruck und der Verzehrmenge von Fleisch und Wurstwaren?
- Besteht eine Assoziation zwischen Blutdruck und der Verzehrmenge von Obst?
- Besteht eine Assoziation zwischen Blutdruck und der Verzehrmenge von Gemüse?
- Besteht eine Assoziation zwischen Blutdruck und der Verzehrmenge von Milch und Milchprodukten?

3. Materialien und Methoden

3.1. Studienpopulation

Die Probanden und Daten dieser Dissertation wurden aus der STRATEGY-Studie (Stress, Atherosclerosis and ECG Study) und der DELIGHT-Studie (Delay of Impaired Glucose Tolerance by a Healthy Lifestyle Trial) extrahiert. Diese Studien wurden ausgewählt, da die Blutdruckmessung und die Ernährungserhebung mit den gleichen Methoden durchgeführt wurden.

3.1.1. Probanden der STRATEGY-Studie

Die Rekrutierung der Teilnehmer dieser Studie, die als Querschnittsstudie durchgeführt wurde, erfolgte zwischen September 2006 und März 2007 durch die Deutsche Angestellten-Krankenkasse in Hamburg. Die Teilnahme wurde den Versicherten angeboten, die keine Medikamente außer Hormonersatzpräparate, orale Kontrazeptiva sowie Thyroxin bei Hypothyreose, einnahmen und keine akute oder chronische Erkrankung hatten.

3.1.2. Probanden der DELIGHT-Studie

Die DELIGHT-Studie, eine Interventionsstudie, rekrutierte die Studienteilnehmer aus fünf Betrieben (Hobby Wohnwagenwerk Fockbek/Rendsburg (Wohnwagenhersteller), AOK Schleswig-Holstein Kiel-Wellsee (Krankenkasse), Flensburger Schiffbaugesellschaft FSG (Werft), Campbells Germany GmbH Lübeck (Lebensmittelhersteller), Ethicon Johnson & Johnson Medical GmbH Norderstedt (Zulieferer für medizinisches Equipment); insgesamt ca. 3.000 Angestellte). Mittels Flugblättern und Gesundheitszirkeln sowie auf Betriebsversammlungen wurde über die Auswirkungen von zentraler Adipositas und Prädiabetes als Risiko für Diabetes und das Potential einer Lifestyle-Änderung aufgeklärt. Die Angestellten wurden über die korrekte Durchführung einer Selbstmessung des Taillenumfangs mit Hilfe von Abbildungen informiert. Eingeschlossen wurden Frauen ab einem Taillenumfang von 80 cm und Männer ab einem Taillenumfang von 94 cm, die zu einer Check-up-Untersuchung eingeladen wurden. Bei Teilnehmern mit einem erhöhten Taillenumfang wurde ein oraler Glukosetoleranztest (OGTT) mit 75 Gramm Glukose durchgeführt. Betrag der Nüchternglukosewert im Blutplasma 100 mg/dl oder höher und/oder der Glukosewert im Blutplasma nach zwei Stunden im OGTT 140 mg/dl

oder höher, wurden die Teilnehmer zu einem Interventionsprogramm mit einem Follow-up von drei Jahren eingeladen. Dieser Teil der Studie ist jedoch nicht Bestandteil dieser Auswertung.

3.2. Durchführung

Die aus den beiden Studien extrahierten Daten der Probanden beinhalten den Blutdruck, Body-Mass-Index, Taillenumfang, das Lebensalter sowie die Ernährungsgewohnheiten der Teilnehmer. Die Studienprotokolle wurden von der Ethik-Kommission der Ärztekammer Hamburg genehmigt und nach den Grundsätzen der „Erklärung von Helsinki“ durchgeführt.

3.2.1. Blutdruckmessung

Der Blutdruck wurde nach der Riva-Rocci-Methode sitzend nach einer Ruhephase von mindestens fünf Minuten bestimmt (Mancia et al. 2013). Es wurden drei Blutdruckmessungen im Abstand von einer Minute durchgeführt. Der Durchschnittswert der zweiten und dritten Messung wurde für diese Analyse herangezogen (Schulze et al. 2002).

3.2.2. Taillenumfangmessung

Der Taillenumfang wurde mittig zwischen dem unteren Rippenrand und dem Beckenkamm mit einem Bandmaß in Zentimetern gemessen.

3.2.3. Anthropometrie

Das Körpergewicht wurde mit einer elektronischen Messwaage exakt auf 0,1 kg genau ermittelt. Die gemessene Körpergröße wurde auf 0,5 cm gerundet. Schließlich wurde der Body-Mass-Index ($\text{Körpergewicht}(\text{kg})/(\text{Körpergröße}(\text{m}))^2$) (Nuttall 2015) berechnet.

3.2.4. Erhebung von Ernährungsfaktoren (Food Frequency)

Mit einem validierten Fragebogen, der für die EPIC-Studie (Riboli et al. 2002) entwickelt wurde, wurden Daten über Lifestyle, Ernährung, sozioökonomische Charakteristika (Ausbildung, Beruf, Familienstand) und kardiovaskuläre Vorerkrankungen erhoben. Der von den Probanden eigenständig auszufüllende

Verzehrshäufigkeitsfragebogen (food frequency questionnaire) erhebt Daten über die Verzehrshäufigkeit und Portionsgröße von 146 Nahrungsmitteln und Getränken, die während des vorangegangenen Jahres konsumiert wurden. Die Aufnahme der Nahrung wurde in Gramm/Woche berechnet und Lebensmittelgruppen (Fleisch/Wurst, Milch/Milchprodukte, Gemüse und Obst) wurden erstellt.

3.3. Ein- und Ausschlusskriterien dieser Analyse

Für die Berechnungen wurden Teilnehmer der beiden Studien ausgeschlossen, die einen erhöhten Blutdruck von systolisch ≥ 140 mmHg und/oder diastolisch ≥ 90 mmHg aufwiesen und folglich als Hypertoniker nach der „Leitlinie für das Management der arteriellen Hypertonie“ (Mancia et al. 2013) eingestuft werden. Des Weiteren wurden Teilnehmer unter antihypertensiver Medikation und mit fehlenden Blutdruckbeziehungsweise Ernährungsdaten sowie schwangere Frauen ausgeschlossen. Alle anderen Teilnehmer wurden eingeschlossen.

3.4. Statistische Methoden

Die statischen Berechnungen, Auswertungen und graphischen Darstellungen wurden vom Autor eigenständig unter Verwendung von Microsoft Excel 2016 für Mac sowie XLSTAT Version 2016.05.35073 durchgeführt.

3.4.1. Regressionsanalyse

Um Wechselbeziehungen des Blutdrucks mit dem Alter, Body-Mass-Index, Taillenumfang und den Ernährungsparametern zu analysieren wurden die Blutdruckwerte vorerst isoliert um Lebensmittelgruppen, Alter, Body-Mass-Index sowie Taillenumfang adjustiert und mittels linearer Regressionen in Assoziation gesetzt. Dabei wurde auch das arithmetische Mittel in Excel und XLSTAT kalkuliert. Signifikanz wurde bei einem p-Wert (Signifikanzniveau) von unter 0,05 angenommen.

Die Höhe der Blutdruckänderungen wurde mit Hilfe der Modellgleichung aus der Berechnung der linearen Regression analysiert. Zum Vergleich von Assoziationen und der Signifikanz auf die abhängige Variable erfolgte in diesem Zusammenhang auch die Berechnung des standardisierten Regressionskoeffizienten.

3.4.2. Multivariat-Analyse

Um die Assoziation mehrerer Variablen auf den Blutdruck zu analysieren, wurden die Blutdruckwerte sukzessive unter Verwendung der multiplen linearen Regressionsberechnung um die jeweiligen Lebensmittelgruppen sowie das Alter, dem Body-Mass-Index oder dem Taillenumfang adjustiert.

3.4.3. Terzil-Berechnung

Die Teilnehmer wurden anhand der einzelnen Lebensmittelgruppen in Terzile aufgeteilt. Die Lebensmittelgruppen wurden in drei gleich große Gruppen nach der Konsummenge (Gramm/Tag) eingeteilt. Der Durchschnitt der jeweiligen Lebensmittelgruppe liegt in der unteren Terzile unter dem der mittleren Terzile, während der Durchschnitt der oberen Terzile über dem der mittleren Terzile liegt.

4. Ergebnisse

4.1. Studienpopulation

Die Anzahl der Teilnehmer der DELIGHT- und STRATEGY-Studie beträgt zusammengefasst 499 Teilnehmer (234 Männer, 265 Frauen). In der Tabelle 8 und 9 sind die Charakteristika der Studienteilnehmer aus den beiden für die Berechnungen herangezogenen Studien dargestellt. 336 (146 Männer, 190 Frauen) dieser Teilnehmer erfüllen die Einschlusskriterien dieser Analyse (Tabelle 10). Dementsprechend wurden 163 (32,7 %) der Teilnehmer, 88 (37,6 %) Männer und 75 (28,3 %) Frauen, auf Grund einer Hypertonie, einer Einnahme von Antihypertensiva oder von fehlenden Daten ausgeschlossen. Das Durchschnittsalter aller eingeschlossenen Teilnehmer liegt bei 44,6 Jahren. Der durchschnittliche Blutdruck beträgt systolisch 117,7 mmHg und diastolisch 74,8 mmHg. Die Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Blutdruck liegt systolisch zwischen 88,0 und 139,0 mmHg (51 mmHg) sowie diastolisch zwischen 35,0 und 89,0 mmHg (54 mmHg).

Tabelle 8: Charakteristika der Studienteilnehmer aus der STRATEGY-Studie

Teilnehmer: 214 Männer / Frauen: 107 / 107	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Alter (Jahre)	49,5	10,9	49,0	30,0	70,0
Blutdruck (systolisch/diastolisch mmHg)	123,2 / 75,9	17,3 / 10,9	122,0 / 76,0	88,0 / 53,0	191,0 / 144,0
Taillenumfang (cm)	88,8	12,3	88,0	66,0	140,5
Body-Mass-Index (kg/m²)	25,0	3,5	24,6	18,4	40,6

Tabelle 9: Charakteristika der Studienteilnehmer aus der DELIGHT-Studie

Teilnehmer: 285 Männer / Frauen: 127 / 158	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Alter (Jahre)	43,9	8,7	44,0	21,0	64,0
Blutdruck (systolisch/diastolisch mmHg)	126,9 / 81,6	15,6 / 10,0	125,0 / 80,0	95,0 / 35,0	177,5 / 107,5
Taillenumfang (cm)	94,8	12,0	94,0	68,0	129,5
Body-Mass-Index (kg/m²)	28,8	4,8	28,2	17,9	49,1

Tabelle 10: Charakteristika der normotensiven Studienteilnehmer aus der STRATEGY- und der DELIGHT-Studie

Teilnehmer: 336 Männer / Frauen: 146 / 190	Mittelwert	Standard- abweichung	Median	Minimum	Maximum
Alter (Jahre)	44,6	10,2	43,0	21,0	70,0
Blutdruck (systolisch/diastolisch mmHg)	117,7 / 74,8	10,7 / 8,2	119,0 / 75,0	88,0 / 35,0	139,0 / 89,0
Taillenumfang (cm)	89,0	11,0	88,5	66,0	125,0
Body-Mass-Index (kg/m²)	26,2	4,1	25,8	17,9	49,2

Die folgenden Analysen und Berechnungen umfassen, wenn nicht anders angegeben, alle Daten der eingeschlossenen normotensiven Teilnehmer aus der STRATEGY- und DELIGHT-Studie.

4.2. Verzehrmenge relevanter Lebensmittelgruppen

Tabelle 13 zeigt, dass Obst mit durchschnittlich 227,0 g/d die von den Teilnehmern am häufigsten konsumierte Lebensmittelgruppe ist, gefolgt von der Milch/Milchprodukt-Gruppe (192,6 g/d) und Gemüse-Gruppe (149,0 g/d). Fleisch und Wurstwaren (117,8 g/d) wurden am wenigsten verzehrt (Tabelle 13). Die Spanne zwischen minimalem und maximalem Verzehr ist in der Obst-Lebensmittelgruppe am größten (min. 2,2 g/d, max. 887,5 g/d), gefolgt von der Milch/Milchprodukt-Lebensmittelgruppe (min. 3,0 g/d, max. 856,3 g/d) (Tabelle 13).

Tabelle 11: Durchschnittliche tägliche Verzehrmenge (g/d) der ausgewählten Lebensmittelgruppen aus der STRATEGY-Studie

	Fleisch/Wurst (g/d)	Obst (g/d)	Gemüse (g/d)	Milchprodukte (g/d)
Mittelwert	113,8	223,0	111,6	257,1
Standardabweichung	72,2	145,3	35,4	153,5
Median	94,2	170,0	104,9	224,5
Minimum	10,0	20,7	46,5	34,3
Maximum	455,1	756,8	302,4	856,3

Tabelle 12: Durchschnittliche tägliche Verzehrmenge (g/d) der ausgewählten Lebensmittelgruppen aus der DELIGHT-Studie

	Fleisch/Wurst (g/d)	Obst (g/d)	Gemüse (g/d)	Milchprodukte (g/d)
Mittelwert	125,6	233,6	186,4	104,5
Standardabweichung	76,9	176,9	82,1	119,2
Median	105,6	177,7	169,7	59,4
Minimum	8,9	2,2	55,6	3,0
Maximum	391,9	1000,7	781,2	809,4

Tabelle 13: Durchschnittliche tägliche Verzehrmenge (g/d) der ausgewählten Lebensmittelgruppen aus der STRATEGY- und DELIGHT-Studie

	Fleisch/Wurst (g/d)	Obst (g/d)	Gemüse (g/d)	Milchprodukte (g/d)
Mittelwert	117,8	227,0	149,0	192,6
Standardabweichung	75,2	151,4	77,5	164,8
Median	95,8	180,6	133,6	163,3
Minimum	10,0	2,2	46,5	3,0
Maximum	455,1	887,5	781,2	856,3

4.3. Assoziation von Blutdruck und Lebensalter

Mit steigendem Lebensalter erhöht sich der systolische Blutdruck signifikant pro Lebensjahr um 0,12 mmHg ($p=0,043$, 95%CI: 0,003 bis 0,217) (Abbildung 3).

Der diastolische Blutdruck verringert sich nicht signifikant pro Lebensjahr um 0,05 mmHg ($p=0,305$, 95%CI: -0,131 bis 0,041) (Abbildung 4).

Abbildung 3: Systolischer Blutdruck und Alter

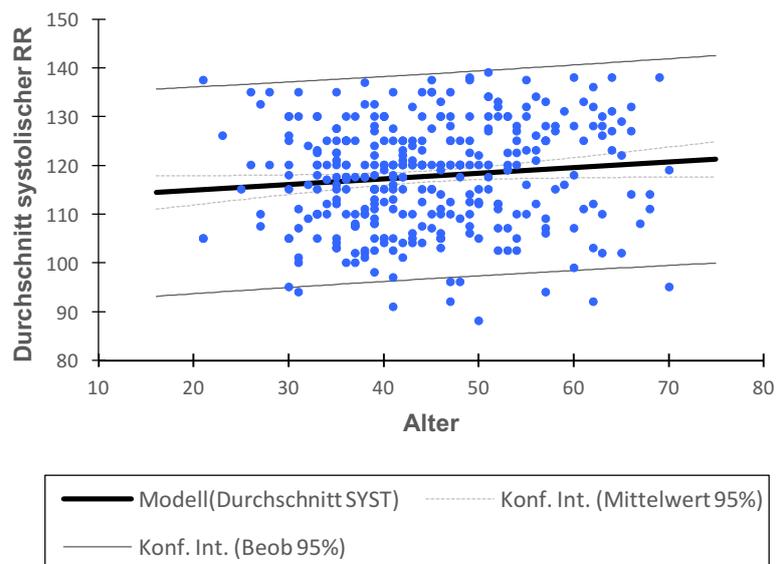
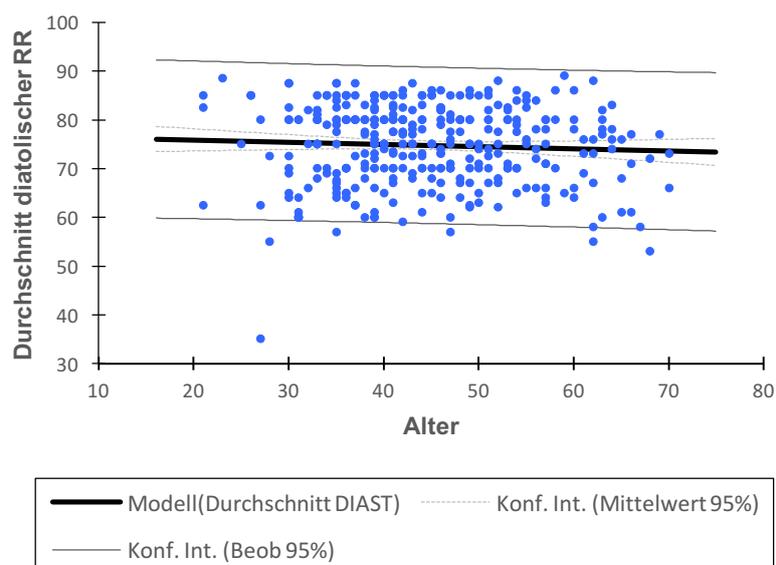


Abbildung 4: Diastolischer Blutdruck und Alter



4.4. Assoziation von Blutdruck und Body-Mass-Index

Mit steigendem Body-Mass-Index erhöht sich der systolische Blutdruck signifikant um 0,79 mmHg pro 1 kg/m² ($p < 0,0001$, 95%CI: 0,518 bis 1,058) (Abbildung 5). Der diastolische Blutdruck steigt um 0,73 mmHg pro 1 kg/m², dies ist ebenfalls signifikant ($p < 0,0001$, 95%CI: 0,525 bis 0,926) (Abbildung 6).

Abbildung 5: Systolischer Blutdruck und BMI

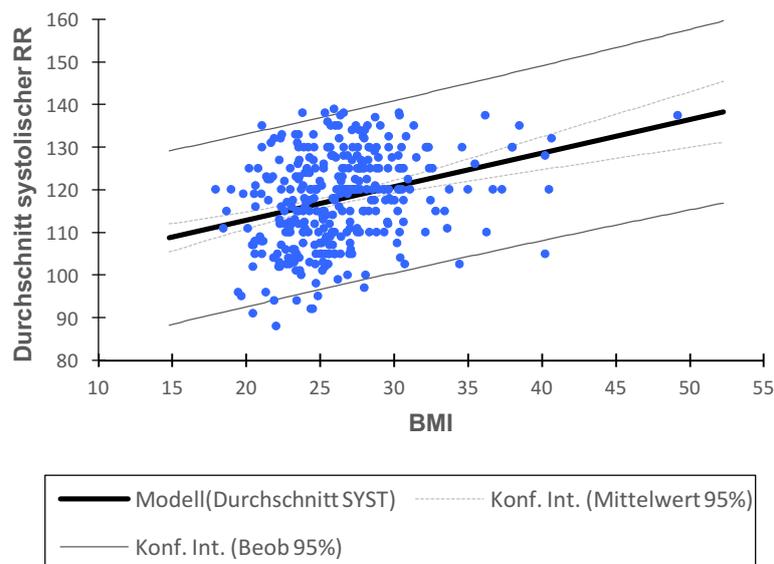
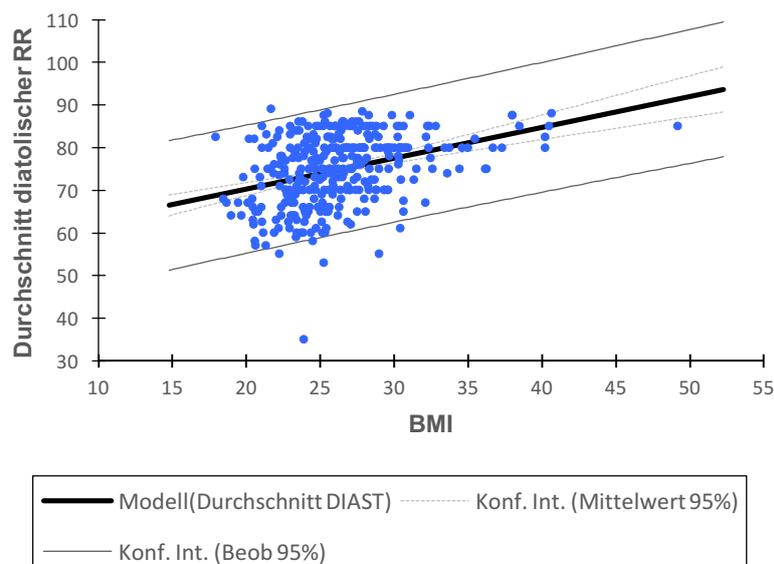


Abbildung 6: Diastolischer Blutdruck und BMI



4.5. Assoziation von Blutdruck und Taillenumfang

Mit einem höheren Taillenumfang steigt der systolische Blutdruck signifikant um 0,36 mmHg pro 1 cm Taillenumfang ($p < 0,0001$, 95%CI: 0,265 bis 0,460) (Abbildung 7).

Der diastolische Blutdruck steigt ebenfalls signifikant pro 1 cm Taillenumfang um 0,26 mmHg ($p < 0,0001$, 95%CI: 0,188 bis 0,338) (Abbildung 8).

Abbildung 7: Systolischer Blutdruck und Taillenumfang

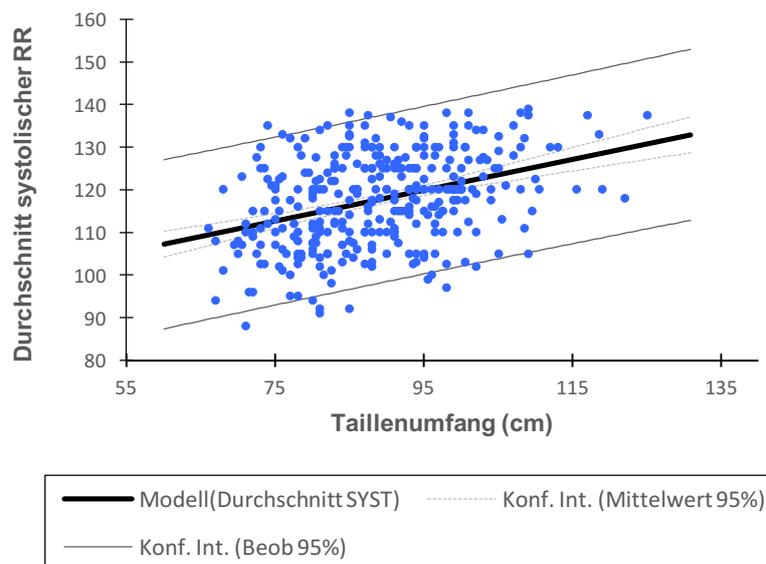
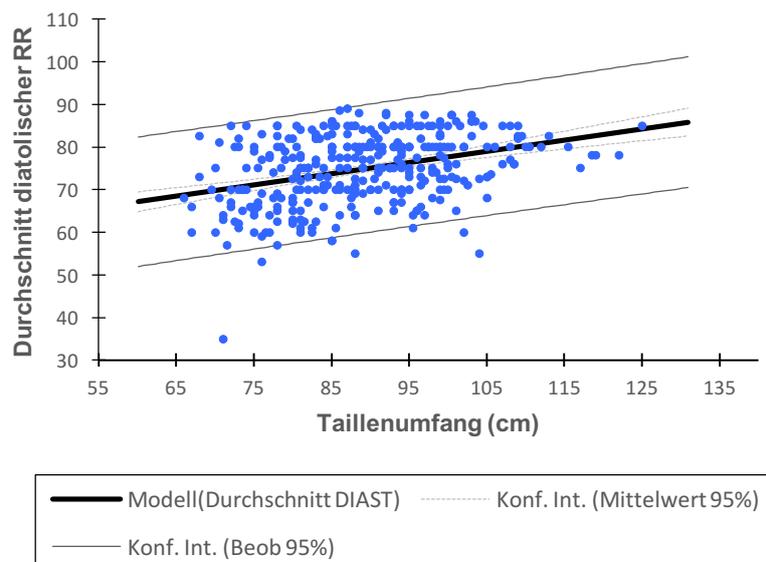


Abbildung 8: Diastolischer Blutdruck und Taillenumfang



4.6. Blutdruck adjustiert um Alter, BMI und Taillenumfang

Lebensalter, BMI und Taillenumfang sind jeweils mit einer Veränderung des systolischen und diastolischen Blutdrucks assoziiert. Alle drei Variablen erhöhen den systolischen Blutdruck. Die Assoziation der Blutdruckveränderung ist mit dem Taillenumfang (0,28 mmHg pro 1 cm, $p < 0,0001$, 95%CI: 0,155 bis 0,397) stärker als mit dem BMI (0,36 mmHg pro 1 kg/m², $p = 0,032$, 95%CI: 0,030 bis 0,679) und dem Lebensalter (0,08 mmHg pro Jahr, $p = 0,118$, 95%CI: -0,022 bis 0,190) (Diagramm 4). Ein höherer BMI (0,45 mmHg pro 1 kg/m², $p = 0,000$, 95%CI: 0,207 bis 0,696) und Taillenumfang (0,17 mmHg pro 1 cm, $p = 0,0000$, 95%CI: 0,080 bis 0,263) ist mit einer Erhöhung des diastolischen Blutdrucks assoziiert. Hingegen ist das Lebensalter (-0,06 mmHg pro Jahr, $p = 0,121$, 95%CI: -0,143 bis 0,017) mit einer nicht signifikanten Verringerung des diastolischen Blutdrucks assoziiert (Diagramm 5).

Diagramm 4: Systolischer Blutdruck und Alter, BMI und Taillenumfang

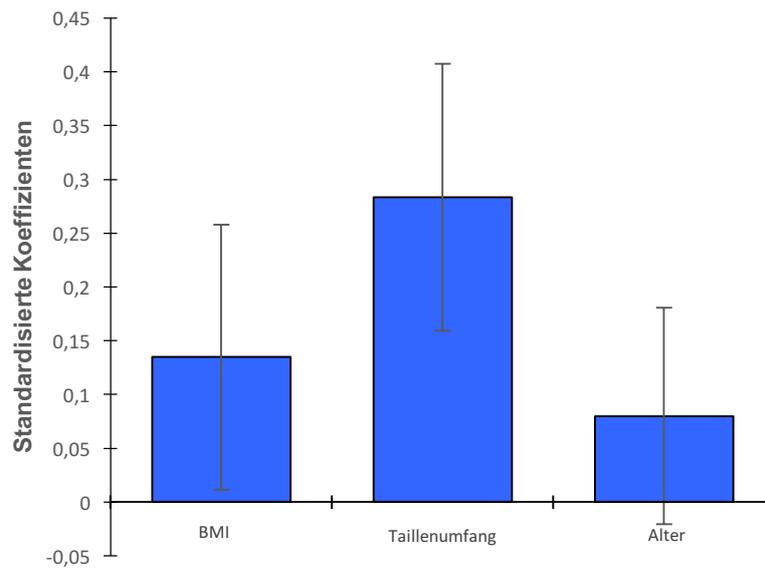
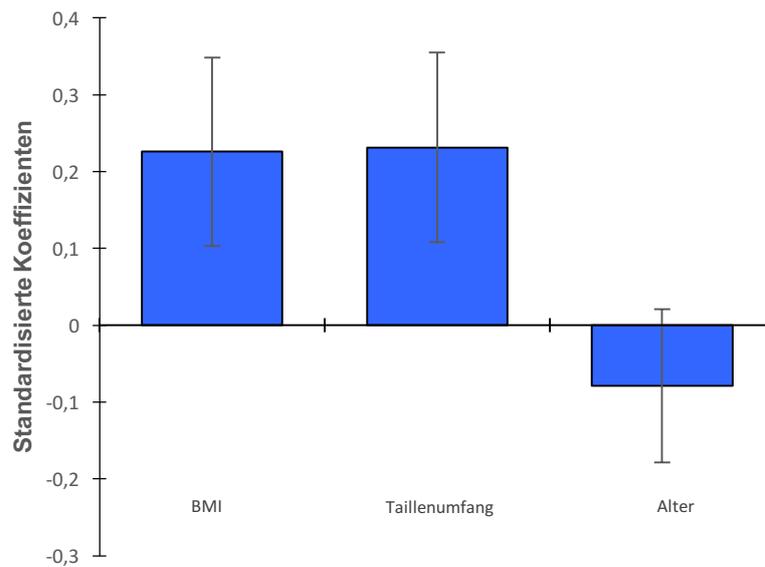


Diagramm 5: Diastolischer Blutdruck und Alter, BMI und Taillenumfang



4.7. Assoziation von Blutdruck und Fleisch-/Wurstkonsum

Eine höhere Verzehrmenge von Fleisch/Wurst um 1 g/d ist mit einer nicht signifikanten Erhöhung des systolischen Blutdrucks um 0,02 mmHg ($p=0,050$, 95%CI: 0,000 bis 0,030) und des diastolischen Blutdrucks um 0,01 mmHg ($p=0,071$, 95%CI: -0,001 bis 0,022) assoziiert.

Unter Berücksichtigung des Lebensalters, Body-Mass-Index und Taillenumfangs ist keine signifikante Assoziation der Fleisch/Wurst-Verzehrmenge auf den systolischen Blutdruck ($p=0,756$, 95%CI: -0,126 bis 0,092) (Diagramm 6) und den diastolischen Blutdruck ($p=0,661$, 95%CI: -0,132 bis 0,084) (Diagramm 7) zu erkennen.

Diagramm 6: Systolischer Blutdruck und Fleisch/Wurst-Verzehr, Alter, BMI und Taillenumfang

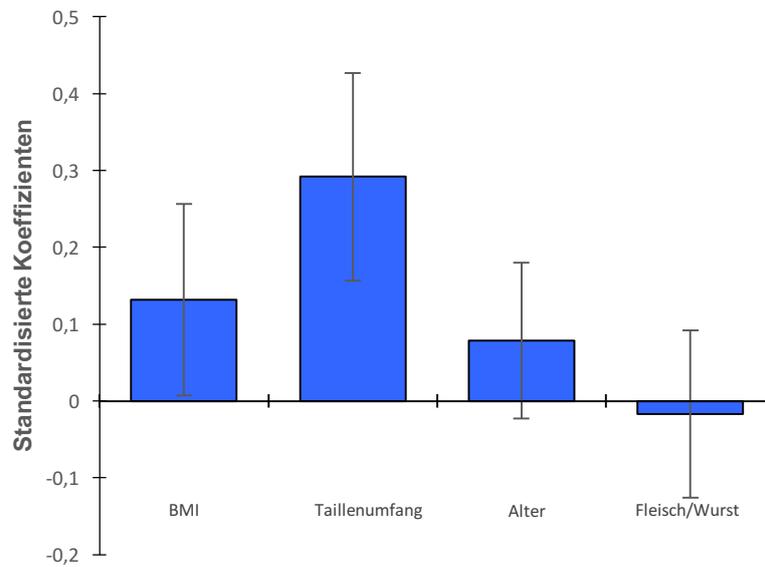
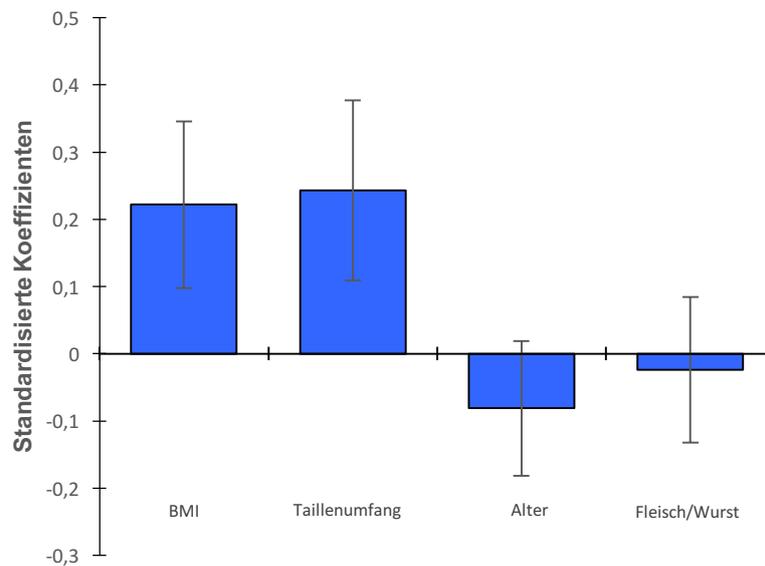


Diagramm 7: Diastolischer Blutdruck und Fleisch/Wurst-Verzehr, Alter, BMI und Taillenumfang



4.8. Assoziation von Blutdruck und Obstkonsum

Eine unterschiedliche Verzehrmenge von Früchten/Obst ist mit keiner signifikanten Veränderung des systolischen (pro 1 g/d: -0,00 mmHg ($p=0,460$, 95%CI: -0,010 bis 0,005)) und diastolischen Blutdrucks (pro 1 g/d: 0,00 mmHg ($p=0,555$, 95%CI: -0,004 bis 0,008) assoziiert.

4.9. Assoziation von Blutdruck und Gemüsekonsum

Ein höherer Verzehr von Gemüse um 1 g/d ist mit einer nicht signifikanten Erhöhung des systolischen Blutdrucks um 0,02 mmHg ($p=0,052$, 95%CI: 0,000 bis 0,029) sowie mit einer signifikanten Erhöhung des diastolischen Blutdrucks um 0,02 mmHg ($p=0,000$, 95%CI: 0,010 bis 0,032) assoziiert.

Unter Berücksichtigung des Lebensalters, Body-Mass-Index und Taillenumfangs ist ein höherer Verzehr an Gemüse mit keiner signifikanten Veränderung des systolischen Blutdrucks ($p=0,371$, 95%CI: -0,058 bis 0,155) (Diagramm 8) und diastolischen Blutdrucks ($p=0,064$, 95%CI: -0,006 bis 0,205) assoziiert (Diagramm 9).

Diagramm 8: Systolischer Blutdruck und Gemüse-Verzehr, Alter, BMI und Taillenumfang

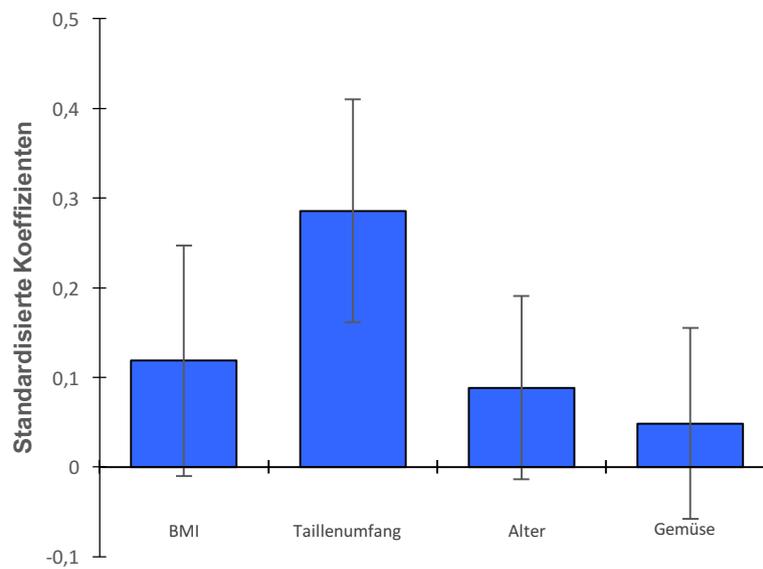
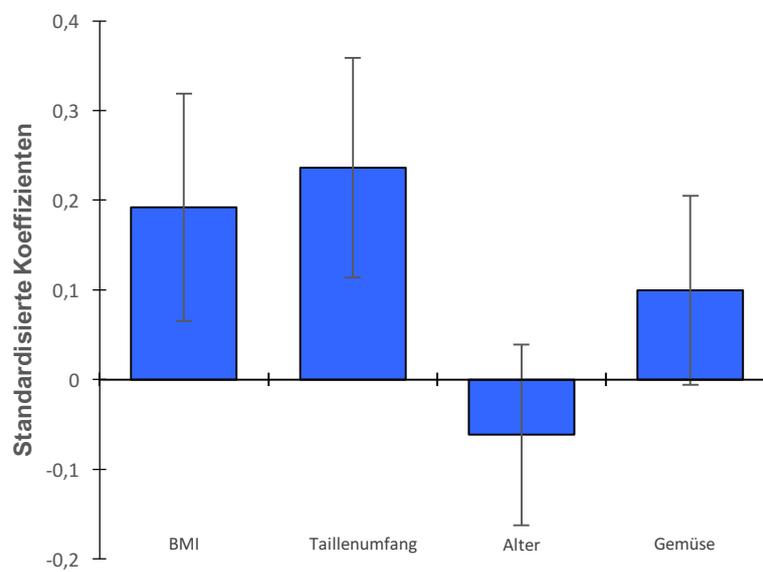


Diagramm 9: Diastolischer Blutdruck und Gemüse-Verzehr, Alter, BMI und Taillenumfang



4.10. Assoziation von Blutdruck und Konsum von Milch und Milchprodukten

Eine höhere Verzehrmenge von Milch und Milchprodukten um 1 g/d ist mit einer signifikanten Reduzierung des systolischen Blutdrucks um 0,01 mmHg ($p=0,048$, 95%CI: -0,014 bis 0,000) sowie mit einer signifikanten Verringerung des diastolischen Blutdrucks um 0,01 mmHg ($p=0,018$, 95%CI: -0,012 bis -0,001) assoziiert.

Auch unter Berücksichtigung des Lebensalters, Body-Mass-Index und Taillenumfangs ist eine höhere Verzehrmenge von Milch und Milchprodukten mit einer signifikanten Reduzierung des systolischen Blutdrucks um 0,11 mmHg pro 1 g/d ($p=0,032$, 95%CI: -0,213 bis -0,010) (Diagramm 10) und des diastolischen Blutdrucks um 0,10 mmHg ($p=0,050$, 95%CI: -0,202 bis 0,000) (Diagramm 11) assoziiert.

Diagramm 10: Systolischer Blutdruck und Milch/Milchprodukt, Alter, BMI und Taillenumfang

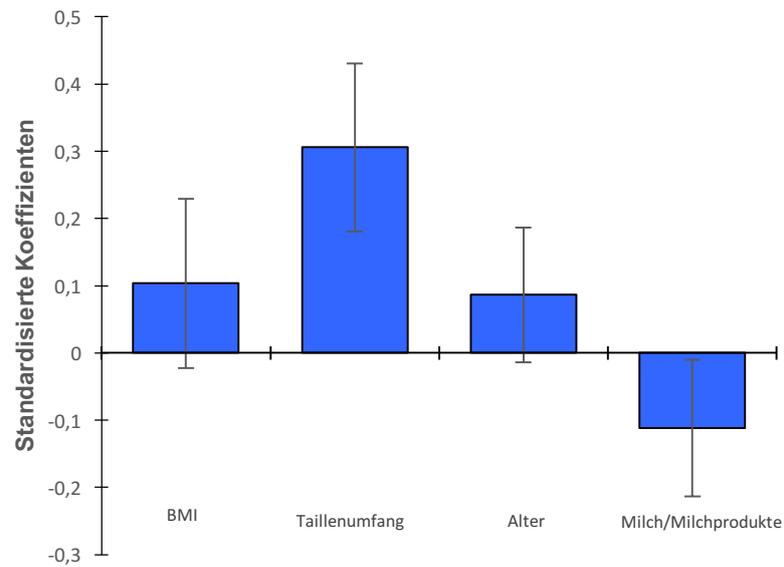
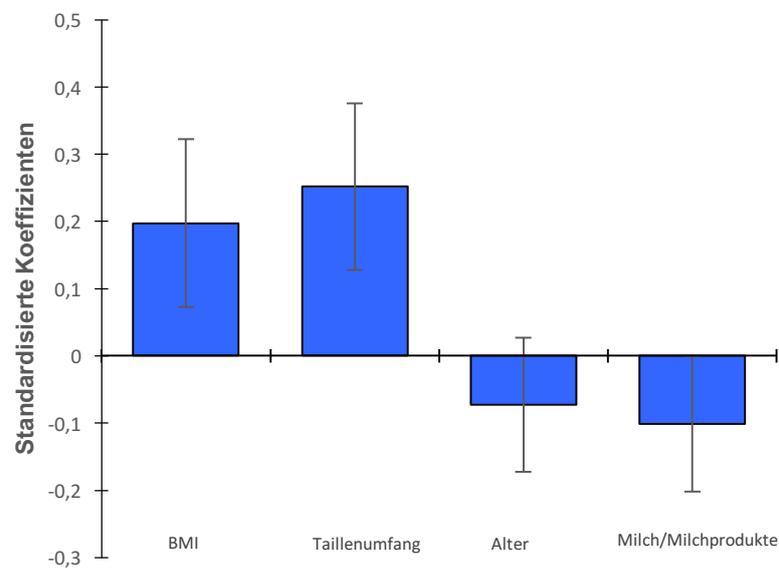


Diagramm 11: Diastolischen Blutdruck und Milch/Milchprodukt, Alter, BMI und Taillenumfang



4.11. Berechnung der Terzile

Aus den Daten der Verzehrsmengen (g/d) wurden Terzile erstellt. Tabelle 14 zeigt die Mittelwerte der Verzehrmenge der Lebensmittelgruppen, des Blutdrucks, des Lebensalters, des Body-Mass-Index und des Taillenumfangs der oberen sowie unteren Terzile der jeweiligen Lebensmittelgruppen.

4.11.1. Fleisch/Wurst-Terzile

Im oberen Terzil dieser Lebensmittelgruppe wurden 205,9 g/d an Fleisch/Wurst konsumiert, während im unteren Terzil 49,6 g/d Fleisch/Wurst verzehrt wurden. Zwischen dem oberen und unteren Terzil besteht ein mittlerer Blutdruckunterschied, wobei sich der durchschnittliche Blutdruck im oberen Terzil von 2,8/1,9 mmHg höher präsentiert als im unteren Terzil. Auch der BMI (um 1,4 kg/m²) und der Taillenumfang (um 9,2 cm) sind im oberen Terzil höher. Das Lebensalter unterscheidet sich um 0,9 Jahre und ist im unteren Terzil höher (Tabelle 14).

4.11.2. Obst-Terzile

Der Blutdruckunterschied zwischen dem oberen (400 g/d) und unteren (86,1 g/d) Terzil der Obst-Lebensmittelgruppe liegt bei 1,4/0,5 mmHg, während das untere Terzil einen durchschnittlich höheren Blutdruck aufweist als das obere Terzil. Alter und BMI unterscheiden sich zwischen beiden Terzilen unwesentlich (Alter 0,4 Jahre, BMI 0,1 kg/m²). Der Taillenumfang ist im unteren Terzil um 2 cm höher (Tabelle 14).

4.11.3. Gemüse-Terzile

Zwischen dem oberen (227,2 g/d) und unteren (88,4 g/d) Gemüse-Terzil liegt eine mittlere Blutdruckdifferenz von 2,2/3,9 mmHg. Der Blutdruck ist im oberen Gemüse-Terzil höher. Im oberen Terzil sind die Teilnehmer durchschnittlich 4,2 Jahre jünger, haben einen höheren BMI (+2,5 kg/m²) und einen um 4,5 cm größeren Taillenumfang (Tabelle 14).

4.11.4. Milch/Milchprodukte-Terzile

Im oberen Terzil wurden 368,0 g/d an Milch bzw. Milchprodukten konsumiert, wohingegen im unteren Terzil 32,9 g/d verzehrt wurden. Der Blutdruck unterscheidet sich um 3,2/3 mmHg und ist sowohl systolisch als auch diastolisch im oberen Terzil geringer. Der Taillenumfang ist in beiden Terzilen identisch. Das Lebensalter ist im

oberen im Vergleich zum unteren Terzil um 2,4 Jahre höher, der BMI ist in diesem Terzil um 2,1 kg/m² geringer (Tabelle 14).

Tabelle 14: Mittelwerte des oberen und unteren Terzils der Lebensmittelgruppen

	Fleisch/Wurst		Früchte/Obst		Gemüse		Milch/ Milchprodukte	
	oberes Terzil	unteres Terzil	oberes Terzil	unteres Terzil	oberes Terzile	unteres Terzil	oberes Terzil	unteres Terzil
n	110	116	116	109	108	113	119	104
g/d	205,9	49,6	400,0	86,1	227,2	88,4	368,0	32,9
systolischer Blutdruck (mmHg)	119,3	116,5	116,9	118,3	118,8	116,6	115,9	119,1
diastolischer Blutdruck (mmHg)	76,1	74,2	74,8	74,3	76,8	72,9	73,5	76,5
Alter	44,2	45,1	44,5	44,1	42,2	46,4	45,7	43,3
BMI (kg/m²)	26,9	25,5	26,2	26,3	27,7	25,2	25,5	27,6
Taillenumfang (cm)	94,2	85,0	88,4	90,4	91,7	87,2	89,2	89,2

4.12. Assoziation des Blutdrucks mit ausgewählten Ernährungsmustern

Auf Grundlage der verschiedenen Terzile wurden Ernährungsmuster erstellt. Da einige bereits publizierte Studien zeigen, dass sich ein erhöhter Milchkonsum senkend auf den Blutdruck auswirkt (Fekete et al. 2013 und 2016, Geleijnse et al. 2010, Engberink et al. 2009, Crichton et al. 2012, Beydoun et al. 2008) und sich im Gegensatz ein erhöhter Fleischkonsum erhöhend auf den Blutdruck auswirkt (Appleby et al. 2002, Lajous et al. 2014), wurden diese beiden Lebensmittelgruppen zu einem Ernährungsmuster kombiniert. Tabelle 15 zeigt, wie sich die Ernährungsmuster auf den Blutdruck auswirken. Gruppe 1 besteht aus den Teilnehmern, die sich sowohl im oberen Milch/Milchprodukt-Terzil als auch im unteren Fleisch/Wurst-Terzil befinden (n=33). Gruppe 2 setzt sich aus den Teilnehmern zusammen, die sich sowohl im unteren Milch/Milchprodukt-Terzil als auch im oberen Fleisch/Wurst-Terzil befinden (n=29).

Der Blutdruck ist in Gruppe 1 systolisch um 7,3 mmHg und diastolisch um 6,1 mmHg niedriger als in Gruppe 2. Auch der BMI und der Taillenumfang sind in Gruppe 1 geringer. Allerdings ist das durchschnittliche Lebensalter in der Gruppe 2 um 11,5 Jahre höher.

Eine Einbeziehung weiterer Lebensmittelgruppen in diese Ernährungsmuster würde auf Grund der geringen Teilnehmeranzahl (unter 10 Teilnehmer) keine repräsentative Aussage liefern.

Tabelle 15: Durchschnittliche Blutdruckwerte der Ernährungsmuster

	Teilnehmeranzahl	systolischer Blutdruck	diastolischer Blutdruck	BMI (kg/m ²)	Taillenumfang (cm)	Alter
Gruppe 1	33	113,3	70,6	24,5	85,3	51,8
Gruppe 2	29	120,6	76,7	26,8	92,5	40,3
Differenz	4	-7,3	-6,1	-2,3	-7,2	11,5

Gruppe 1: Oberes Milch/Milchprodukt-Terzil und unteres Fleisch/Wurst-Terzil

Gruppe 2: unteres Milch/Milchprodukt-Terzil und oberes Fleisch/Wurst-Terzil

5. Diskussion

5.1. Ziel dieser Dissertation

Es wurden bereits einige Studien bezüglich des Effekts von Nahrungsbestandteilen und speziellen Diäten, beispielsweise die DASH-Diät, auf den Blutdruck durchgeführt. Die meisten umfangreichen Studien sind mit einer sehr heterogenen Studienpopulation durchgeführt worden (Winkler 2016). Das Ziel dieser Analyse ist es, eine Erklärung zu eruieren, inwieweit herkömmliche Lebensmittelgruppen wie Fleisch/Wurst, Obst, Gemüse und Milch/Milchprodukte mit höherem oder niedrigerem Blutdruckparametern assoziiert sind.

Diese Dissertation umfasst die Berechnung, Darstellung und Erörterung von Daten einer normotensiven und gesunden Studienpopulation. Die Stärke dieser Analyse gründet sich auf die Teilnehmerauswahl. Die Teilnehmer wurden nicht aus Arztpraxen oder Krankenhäusern rekrutiert und Probanden mit Erkrankungen wurden ausgeschlossen. So führte die Auswahl des Probandenkollektivs zu einer homogenen normotensiven Teilnehmerpopulation. Durch die strengen Auswahlkriterien wurde das ursprüngliche Probandenkollektiv stark verringert, so dass diese Analyse schlussendlich mit 336 Teilnehmern durchgeführt werden konnte.

Diese Analyse kann einen Beitrag dazu leisten, durch Einhaltung oder Umstellung einfacher Ernährungsgewohnheiten eine Erhöhung des Blutdrucks hinauszuzögern oder gar zu verhindern.

5.2. Blutdruck, Alter, BMI, Taillenumfang

Ein hohes Alter ist bereits alleine ein Risikofaktor für die Entwicklung verschiedener gesundheitlicher Beschwerden, wie beispielsweise viele Malignome (U.S. cancer statistics: 1999–2009) oder kardiovaskuläre Erkrankungen (Mahmood et al. 2014). Dieser Risikofaktor ist nicht zu verhindern. Zu den (teilweise) abwendbaren Risikofaktoren kardiovaskulärer Erkrankungen werden ein hoher Blutdruck (Kokubo et al. 2008), erhöhter BMI (Abbasi et al. 2002) sowie ein Taillenumfang (K. Rexrode 1998) gezählt.

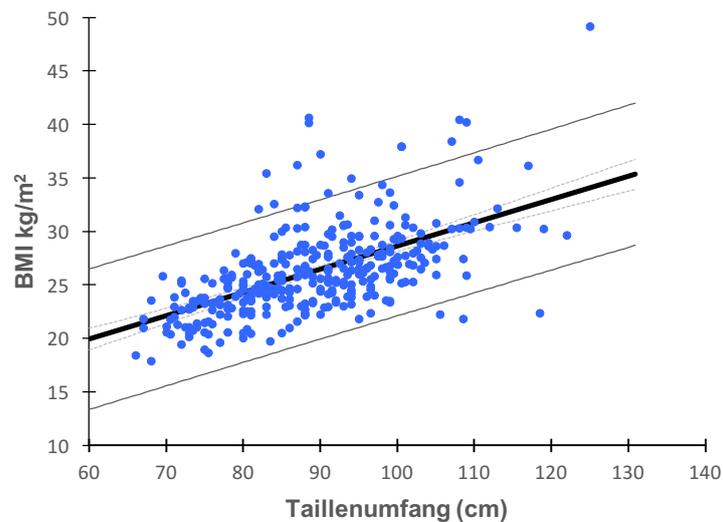
Die Berechnungen dieser Dissertation zeigen, dass ein höherer systolischer Blutdruck mit dem steigendem Alter, Body-Mass-Index und Taillenumfang signifikant assoziiert ist. Hierbei ist die Assoziation des Taillenumfangs auf den systolischen

Blutdruck am größten. Ein höherer Body-Mass-Index und Taillenumfang ist signifikant mit einer Erhöhung des diastolischen Blutdrucks assoziiert, wohingegen das steigende Alter mit dem niedrigeren diastolischen Blutdruck assoziiert ist. Dies ist allerdings nicht signifikant.

Laut dieser Berechnung assoziiert statistisch gesehen ein höherer systolischer Blutdruck um 1,2 mmHg mit jedem Lebensjahrzehnt. In vielen Studien wurde bereits über einer Erhöhung des systolischen Blutdrucks in Abhängigkeit vom Alter berichtet (Mahmood et al. 2014). Die Senkung des diastolischen Blutdrucks in Abhängigkeit von einer Erhöhung des Alters ist in dieser Analyse nicht signifikant. Rameswar Pal et al. berichten hingegen von einer Erhöhung des diastolischen Blutdrucks, die mit dem Alter korreliert (Rameswar Pal et al. 2014).

Die Berechnungen zeigen eine hochsignifikante Assoziation zwischen einer Erhöhung des Blutdrucks und der Vergrößerung des Body-Mass-Index. Die Einteilung der Gewichtsklassifikation in Untergewicht, Normalgewicht oder Übergewicht (Präadipositas, Adipositas Grad 1, 2 und 3) wird laut WHO (2010) anhand des Body-Mass-Index vorgenommen. Laut den vorliegenden Berechnungen erhöht sich der Blutdruck systolisch um 3,95 mmHg und diastolisch um 3,65 mmHg pro BMI-Erhöhung um 5 kg/m^2 . Allerdings offenbart der Body-Mass-Index, der häufig unter anderem als Risikofaktor für beispielsweise eine Entwicklung von Diabetes mellitus verwendet wird (Gray et al. 2015), Schwächen. Dieser Index unterscheidet nicht, inwieweit das Körpergewicht von der Körperfettmasse oder der Muskelmasse des Probanden abhängig ist. Dennoch ist auch hier, in der normotensiven Population, der Body-Mass-Index mit dem Taillenumfang assoziiert (Abbildung 9).

Abbildung 9: Body-Mass-Index und Taillenumfang



Eine Assoziation zwischen einem höheren Blutdruck und einem höheren Taillenumfang ist in dieser Berechnung signifikant. Statistisch gesehen ist eine Erhöhung des Taillenumfangs von 5 cm mit einer Erhöhung des Blutdrucks systolisch um 1,8 mmHg und diastolisch um 1,3 mmHg assoziiert.

5.3. Blutdruck und Ernährungsgruppen

Ein vermehrter Konsum an Fleisch und Wurstwaren ist mit keiner signifikanten Veränderung des systolischen und diastolischen Blutdrucks assoziiert. Unter Berücksichtigung des Alters, Body-Mass-Index und des Taillenumfangs zeigt die Auswertung eine geringe nicht signifikante Blutdruckreduzierung. Appleby et al. berichteten bereits über signifikant höhere Blutdruckwerte bei Probanden mit omnivorer Ernährungsform verglichen mit einer vegetarischen Ernährungsform. Ursächlich für die höheren Blutdruckwerte bei Teilnehmern mit erhöhtem Fleisch-beziehungsweise Wurstwarenkonsum könnte der Gehalt an Salz sein, welches in verarbeiteten Lebensmitteln vermehrt enthalten ist (Graudal et al. 2012).

Eine höhere Verzehrmenge von Milch und Milchprodukten ist mit einer signifikanten Reduzierung des systolischen und diastolischen Blutdrucks assoziiert. Laut dieser Analyse ist eine Erhöhung der Verzehrmenge von Milch bzw. Milchprodukten um 100 Gramm am Tag mit einer Blutdruckreduzierung von 1 mmHg systolisch und diastolisch assoziiert. Diese Beobachtungen werden von der Rotterdam-Studie (Engberink 2009) bestätigt. Nach der Adjustierung an Lebensalter, Body-Mass-Index und Taillenumfang bleibt die Blutdruckreduzierung signifikant und wird sogar noch

stärker, so dass aus einer Erhöhung der Verzehrmenge von 100 g/d an Milch beziehungsweise Milchprodukten eine Verringerung des Blutdrucks von systolisch 11 mmHg und diastolisch von 10 mmHg resultiert. Möglicherweise ist unter anderem das in der Milch enthaltene Magnesium für diese Blutdruckreduzierung verantwortlich (Beydoun et al. 2008), aber auch eine Angiotensin-Converting-Enzym-Inhibierung durch spezielle in der Milch enthaltene Peptide könnte eine Rolle spielen (Korhonen, Pihlanto 2006).

Obst wurde von den eingeschlossenen Probanden in einem Vergleich der untersuchten Lebensmittelgruppen am häufigsten verzehrt. Allerdings konnte keine Assoziation zwischen der Verzehrmenge von Obst und einer Blutdruckveränderung gefunden werden. Oude Griep et al. konnten ebenfalls mit Daten aus der INTERMAP-Studie (International Study of Macro/Micronutrients and Blood Pressure) keine signifikante Blutdruckveränderung durch die Verzehrmenge von Obst zeigen. Die Verzehrmenge von Gemüse ist nur sehr wenig mit einer Blutdruckveränderung (0,02/0,02 mmHg pro 1 g/d, beides ist signifikant) assoziiert. Die Blutdruckveränderung erhöht sich nach der Adjustierung um Alter und Body-Mass-Index, ist dann aber statistisch nicht mehr signifikant. Andere Daten der INTERMAP-Studie zeigen allerdings, dass die Aufnahmemenge von rohem und gekochtem Gemüse mit einer Blutdruckreduzierung korreliert (Chan et al. 2014).

5.4. Blutdruck und Ernährungsmuster

Durch die Bildung von Ernährungsmustern, unter anderem mit Hilfe der Terzileinteilung, konnten zwei Gruppen gebildet werden. Gruppe 1 setzt sich aus Teilnehmern zusammen, die sich im oberen Milch/Milchprodukt-Terzil sowie dem unteren Fleisch/Wurst-Terzil befinden, Gruppe 2 aus jenen Teilnehmern, die sich im unteren Milch/Milchprodukt-Terzil sowie im oberen Fleisch/Wurst-Terzil befinden. Der mittlere systolische und der diastolische Blutdruck sind im Gruppenvergleich in Gruppe 1 deutlich um 7,3 / 6,1 mmHg geringer. Auch der mittlere Body-Mass-Index (-2,3 kg/m²) und Taillenumfang (-7,2 cm) sind in Gruppe 1 niedriger. Jedoch ist das durchschnittliche Alter der Teilnehmer in Gruppe 1 um 11,5 Jahre höher. Folglich ist eine Ernährung mit durchschnittlich höherem Konsum von Milch und Milchprodukten und gleichzeitig geringerem Konsum von Fleisch und Wurstwaren mit einem niedrigeren Blutdruck, BMI und Taillenumfang assoziiert. Da BMI und Taillenumfang auch von der Ernährungsform abhängig sind und diese beiden Parameter ebenfalls

den Blutdruck beeinflussen, ist es schwierig, einzelne Parameter für die Blutdruckdifferenz der beiden Gruppen in Erfahrung zu bringen. Des Weiteren ist die Anzahl der Teilnehmer dieser beiden Gruppen (Gruppe 1 mit 33 und Gruppe 2 mit 29 Teilnehmern) sehr gering.

6. Schlussfolgerung und Zusammenfassung

Die Bevölkerung in Deutschland wird durchschnittlich immer älter (Statistisches Bundesamt 2019). Aus diesem Grund besteht vor allem an Erkrankungen, deren Prävalenz besonders in der älteren Bevölkerung erhöht ist, ein sozioökonomisches Interesse. Des Weiteren kann durch mehr krankheitsfreie Jahre im Alter eine höhere Lebensqualität auf Grund von weniger Beschwerden und Medikamenteneinnahmen erzielt werden. Die Hypertonie gehört in die Gruppe dieser Erkrankungen (Mahmood et al. 2014, Lionakis et al. 2012). Aus diesem Grund ist es wichtig, Einflussgrößen zu eruieren, die eine Hypertonie bereits in jüngeren Jahren verhindern oder so weit wie möglich hinauszögern. Denn in einer Population mittleren Alters resultiert aus jeder Differenz des systolischen Blutdrucks um 20 mmHg eine mehr als zweifache Risikoerhöhung, an einem Schlaganfall, und ein zweifach höheres Risiko, an einer kardiovaskulären Erkrankung zu versterben (Lewington et al. 2002).

Einige Risikofaktoren wie das Geschlecht oder Lebensalter sind nicht zu beeinflussen, jedoch stellen sie nicht die einzigen Risikofaktoren für die Entwicklung eines Bluthochdrucks dar. Die körperliche Aktivität (Pescatello et al. 2004) und das Ernährungsverhalten (Sacks et al. 2001, Whelton et al. 1998, Lu Wang et al. 2010, Sesso 2008, Puddey und Beilin 2006, DiNicolantonio und Lucan 2014) spielen ebenfalls eine große Rolle und diese Faktoren sind beeinflussbar.

Diese Analyse von auf den Blutdruck wirkenden Parametern in einer normotensiven Studienpopulation zeigt eine signifikante Assoziation zwischen höheren Blutdruckwerten und dem Lebensalter, Body-Mass-Index und Taillenumfang. Keine signifikante Assoziation mit einer Blutdruckveränderung zeigen die Berechnungen mit der Verzehrmenge von Fleisch/Wurstwaren und Gemüse. Hingegen ist eine höhere Verzehrmenge von Milch und Milchprodukten mit niedrigeren Blutdruckwerten assoziiert.

6. Conclusion and Summary

The population in Germany is getting older and older on average (Statistisches Bundesamt 2019). For this reason, there is a particular socio-economic interest in diseases whose prevalence is notably high in the older population. Furthermore, more disease-free years in old age can lead to a higher quality of life due to fewer complaints and lower medication intake. Hypertension is one of such disease (Mahmood et al. 2014; Lionakis et al. 2012). For this reason, it is important to identify influencing factors that prevent hypertension at an early age or delay it as much as possible. In a middle-aged population, every 20 mmHg difference in systolic blood pressure results in more than a twofold increase in the risk of stroke and a twofold increase in the risk of cardiovascular disease-related death (Lewington et al. 2002). Some risk factors such as sex or age cannot be influenced, but they are not the only risk factors associated with the development of hypertension. Physical activity (Pescatello et al. 2004) and dietary behavior (Sacks et al. 2001; Whelton et al. 1998; Lu Wang et al. 2010; Sesso 2008; Puddey and Beilin 2006; DiNicolantonio and Lucan 2014) also play an important role and these factors can indeed be influenced. This analysis of blood pressure-influencing factors in a normotensive study population shows a significant association between higher blood pressure and age, body mass index and waist circumference. No significant association with a change in blood pressure is shown by the calculations concerning the consumption of meat/sausage products and vegetables. On the other hand, though, a higher consumption of milk and milk products is associated with lower blood pressure values.

7. Literaturverzeichnis

Abbasi, Brown, Lamendola, Mc Laughlin, Reaven (2002): Relationship between obesity, insulin resistance, and coronary heart disease risk. *Journal of the American College of Cardiology*, Vol. 40(5), 937-943

Aniket Natekar, Randi Olds, Meghann Lau, Kathleen Min, Karra Imoto, and Thomas Slavin (2014): Elevated blood pressure: Our family's fault? The genetics of essential hypertension. *World J Cardiol*; 6(5): 327-337

Appleby, Davey, Key (2002): Hypertension and blood pressure among meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans in EPIC–Oxford. *Public Health Nutr.* 5(5): 645-54

Ascherio, Rimm, Giovannucci, Colditz, Rosner, Willett, Sacks, Stampfer (1992): A prospective study of nutritional factors and hypertension among US men. *Circulation* 86(5): 1475-84

Barker, Osmond, Golding, Kuh, Wadsworth (1989): Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from cardiovascular disease. *BMJ.* 298(6673): 564-7

Baumgartner (2018): Psychrembel Online-Suche „Arterielle Hypertonie“, <https://www.psychrembel.de/Arterielle%20Hypertonie/K0ACE>, aufgerufen am 08.09.2018 um 12 Uhr

Beydoun, Gary, Caballero, Lawrence, Cheskin, Wang (2008): Ethnic differences in dairy and related nutrient consumption among US adults and their association with obesity, central obesity, and the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr.* 87(6): 1914-25

Chan, Stamler, Brown, Daviglius, Van Horn, Dyer, Oude Griep, Miura, Ueshima, Zhao, Nicholson, Holmes & P Elliott (2014): Relation of raw and cooked vegetable consumption to blood pressure: the INTERMAP Study, *Journal of Human Hypertension* Volume 28, 353-359

Cantalejo Mazzaro, Klostermann, Flávia, Erban, Olandoski, Schio, Amboni, Guarita-Souza, César, Marcia, Faria-Neto, José Rocha, Baena, Cristina Pellegrino (2014): Dietary Interventions and Blood Pressure in Latin America – Systematic Review & Meta-Analysis; *Arquivos brasileiros de cardiologia*, Vol. 102(4), 345-54

Crichton, Elias, Dore, Abhayaratna, Robbins (2012): Relations Between Dairy Food Intake and Arterial Stiffness, Pulse Wave Velocity and Pulse Pressure. *Hypertension*; 59(5): 1044-51

Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (2016): Wissenschaftliche Stellungnahme der DGE „Speisesalzzufuhr in Deutschland, gesundheitliche Folgen und resultierende Handlungsempfehlung“, https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/faq/Speisesalz_FAQs.pdf PDF, aufgerufen am 10.03.2018 um 14 Uhr

Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., Bonn (2017): 10 Regeln der DGE, Art.-Nr. 122402, 10. Auflage 2017

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (DGK), Deutsche Hochdruckliga (DHL) (2014): Leitlinien für das Management der arteriellen Hypertonie

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V., Deutsche Hochdruckliga e.V., Deutsche Gesellschaft für Hypertonie und Prävention, European Society of Hypertension: Leitlinien für das Management der arteriellen Hypertonie, 2013

DiNicolantonio and Lucan (2014): The wrong white crystals: not salt but sugar as aetiological in hypertension and cardiometabolic disease. *Open Heart* Vol. 1(1)

Ezzati, Lopez, Rodgers, Vander Hoorn, Murray (2002): Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet*; 360: 1347–1360

Engberink, Hendriksen, Schouten, Evert G., Van Rooij, Hofman, Witteman, Geleijnse (2009): Inverse association between dairy intake and hypertension: the Rotterdam Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 89(6), 1877(7)

Fekete, Givens, Lovegrove (2016): Can milk proteins be a useful tool in the management of cardiometabolic health? An updated review of human intervention trials. *Proc Nutr Soc.* 75(3): 328-41

Fekete, Givens, Lovegrove (2013): The impact of milk proteins and peptides on blood pressure and vascular function: a review of evidence from human intervention studies. *Nutr Res Rev.* 26(2): 177-90

Geleijnse, Engberink (2010): Lactopeptides and human blood pressure. *Curr Opin Lipidol*; 21(1): 58-63

Gößwald, Lange, Kamtsiuris, Kurth (2012): DEGS: Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland. Bundesweite Quer- und Längsschnittstudie im Rahmen des Gesundheitsmonitorings des Robert Koch-Instituts, RKI

Graudal, Hubeck–Graudal, Jürgens (2012) Effects of Low-Sodium Diet vs. High-Sodium Diet on Blood Pressure, Renin, Aldosterone, Catecholamines, Cholesterol, and Triglyceride; *American Journal of Hypertension*, Vol. 25(1), 1-15

Gray, Picone, Sloan, Yashkin (2015): Relation between BMI and diabetes mellitus and its complications among US older adults. *South Med J.*; 108(1): 29-36

Harlan, Hull, Sch mouder, Landis, Thompson, Larkin (1984): Blood pressure and nutrition in adults: the National Health and Nutrition Examination survey. *Am J Epidemiol* 120: 17-28

Heather O Dickinson, Mason, James, Nicolson, Donald, Campbell, Fiona, Beyer, Fiona, Cook, Julia, Williams, Bryan, Ford, Gary (2006): Lifestyle interventions to reduce raised blood pressure: a systematic review of randomized controlled trials; *Journal of hypertension*, Vol. 24(2), 215-33

Herold, G: Herold 2015, Innere Medizin, Abschnitt „Arterielle Hypertonie“, 312-315

Jayalath, De Souza, Sievenpiper, Ha, Chiavaroli, Mirrahimi, Di Buono, Bernstein, Leiter, Kris-Etherton, Vuksan, Beyene, Kendall, Jenkins (2014): Effect of Dietary Pulses on Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis of Controlled Feeding Trials, *American Journal of Hypertension*, Volume 27, Issue 1, Pages 56–64

Jia-Yi Dong, Tong, Xing, Wu, Zhi-Wei, Xun, Peng-Cheng, He, Ka, Qin, Li-Qiang (2011): Effect of soya protein on blood pressure: a meta-analysis of randomised controlled trials; *The British journal of nutrition*, Vol. 106(3), 317-26

Kokubo, Kamide, Okamura, Watanabe, Higashiyama, Kawanishi, Okayama, Kawano (2008): Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease in a Japanese urban cohort: the Suita study. *Hypertension*. 52(4): 652-9. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.108.118273. Epub 2008 Aug 25

Kühnau (1980): Grundlagen der Ernährung. Cremer, H.D. et al. (Hrsg.): Ernährungslehre und Diätetik. Thieme, Stuttgart, Teil 1, 1

Korhonen, Pihlanto (2006): Bioactive peptides: Production and functionality, *International Dairy Journal*, Vol.16(9), 945-960

Lajous, Bijon, Fagherazzi, Rossignol, Boutron-Ruault, Clavel-Chapelon (2014): Processed and unprocessed red meat consumption and hypertension in women. *Am J Clin Nutr.*;100(3): 948-52

Lewington, Clarke, Qizilbash, Peto, Collins; Prospective Studies Collaboration (2002): Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies; *Lancet*. 14; 360(9349): 1903-13

Oude Griep, Stamler, Chan, Van Horn, Steffen, Miura, Ueshima, Okuda, Zhao, Davi, Elliott (2013): Association of raw fruit and fruit juice consumption with blood pressure: the INTERMAP Study, *Am J Clin Nutr.*; 97(5): 1083-1091

Lu Wang, JoAnn Manson, Forman, Gaziano, Buring, Howard, Sesso (2010): Dietary Fatty Acids and the Risk of Hypertension in Middle-Aged and Older Women *Hypertension*; 56(4): 598-604

Mahmood, Levy, Vasan, Wang (2014): The Framingham Heart Study and the epidemiology of cardiovascular disease: a historical perspective. *The Lancet*, Vol. 383(9921), 999-1008

Mancia, Bombelli, Brambilla, Facchetti, Sega, Toso, Grassi (2013): Long-term prognostic value of white coat hypertension: an insight from diagnostic use of both ambulatory and home blood pressure measurements. *Hypertension* 62(1): 168-74

Mancia, Fagard, Narkiewicz, Redón, Zanchetti, Böhm, Christiaens, Cifkova, De Backer, Dominiczak, Galderisi, Grobbee, Jaarsma, Kirchhof, Kjeldsen, Laurent, Manolis, Nilsson, Ruilope, Schmieder, Sirnes, Sleight, Viigimaa, Waeber, Zannad, Redón, Dominiczak, Narkiewicz, Nilsson, Burnier, Viigimaa, Ambrosioni, Caulfield, Coca, Olsen, Schmieder, Tsioufis, van de Borne, Zamorano, Achenbach, Baumgartner, Bax, Bueno, Dean, Deaton, Erol, Fagard, Ferrari, Hasdai, Hoes, Kirchhof, Knuuti, Kolh, Lancellotti, Linhart, Nihoyannopoulos, Piepoli, Ponikowski, Sirnes, Tamargo, Tendera, Torbicki, Wijns, Windecker (2013): ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J Hypertens.* 31(7): 1281-357

Margetts, Beilin, Vandongen, Armstrong (1986): Vegetarian diet in mild hypertension: a randomised controlled trial. *Br Med J (Clin Res Ed).* 6; 293(6560): 1468-71

Max Rubner-Institut, Krems, Walter, Heuer, Hoffmann (2013): Nationale Verzehrsstudie II, Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr auf Basis von 24h-Recalls

Moore; Conlin, Ard, Svetkey (2001): DASH Diet Is Effective Treatment for Stage 1 Isolated Systolic Hypertension; *Hypertension (Dallas Tex.: 1979), Vol. 38(2), 155-8*

May Beydoun, Tiffany Gary, Benjamin Caballero, Robert Lawrence, Lawrence Cheskin, Youfa Wang (2008): Ethnic differences in dairy and related nutrient consumption among US adults and their association with obesity, central obesity, and the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr.;* 87(6): 1914-1925

Neuhauser, Kuhnert, Born (2017): 12-Monats-Prävalenz von Bluthochdruck in Deutschland. *Journal of Health Monitoring* 2(1): 57-63

Nikolaos Lionakis, Dimitrios Mendrinos, Elias Sanidas, Georgios Favatas, and Maria Georgopoulou (2012): Hypertension in the elderly. *World J Cardiol;* 4(5): 135-147

Nuttall (2015): Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today* 50(3): 117-128

Obarzanek, Velletri, Cutler (1996): Dietary protein and blood pressure. *JAMA;* 275: 1598-603

Pescatello, Franklin, Fagard, Farquhar, Kelley, Ray (2004): American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc;* 36(3): 533-53

Puddey and Beilin (2006): Alcohol is bad for blood pressure. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, Vol. 33(9), 847-852*

Priyanga Ranasinghe, Dilini Cooray, Ranil Jayawardena, Prasad Katulanda (2015): The influence of family history of Hypertension on disease prevalence and associated metabolic risk factors among Sri Lankan adults, *BMC Public Health* 15: 576

Rameswar Pal, Som Nath Singh, Abhirup Chatterjee, and Mantu Saha (2014): Age-related changes in cardiovascular system, autonomic functions, and levels of BDNF of healthy active males: role of yogic practice. *Age (Dordr)*. 36(4): 9683

Rexrode, Carey, Hennekens, Walters, Colditz, Stampfer, Willett, Manson (1998): Abdominal adiposity and coronary heart disease in women. *JAMA*. 280(21): 1843-8

Riboli, Hunt, Slimani, Ferrari, Norat, Fahey, Charrondière, Hémon, Casagrande, Vignat, Overva, Tjønneland, Clavel-Chapelon, Thiébaud, Wahrendorf, Boeing, Trichopoulos, Trichopoulou, Vineis, Palli, Bueno-De-Mesquit, Peeters, Lund, Engeset D, González, Barricarte, Berglund, Hallmans, Day, Key, Kaaks, Saracci (2002): European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC): study populations and data collection. *Public Health Nutr*, 5(6B): 1113-24

Richard (2009): Obesity-Related Hypertension, *Ochsner J*. Fall; 9(3): 13—136

Robert Koch-Institut (2014): Bluthochdruck. Faktenblatt zu Gesundheit in Deutschland aktuell GEDA 2012: Ergebnisse der Studie »Gesundheit in Deutschland aktuell 2012«.

Robert Koch-Institut, Gesundheit in Deutschland aktuell (GEDA) – Telefonischer Gesundheitssurvey (2014/2015), Stichwortsuche: Hypertonie 2014/2015 auf <http://www.gbe-bund.de/>, Bluthochdruck (2014/2015)

Roccella (1993): Working Group on Primary Prevention of Hypertension. National High Blood Pressure Education Program Working Group report on primary prevention of hypertension. *Arch Intern Med*; 153: 186-208

Rouse, Beilin, Armstrong, Vandongen (1983): Blood-pressure-lowering effect of a vegetarian diet: controlled trial in normotensive subjects. *Lancet*. 1;1(8314-5): 5-10

Sacks, Svetkey, William, Appel, Lawrence, Bray, George, David, Obarzanek, Conlin, Miller, Simons-Morton, Karanja, Njeri, Pao-Hwa, Mikel, Most-Windhauser, Moore, Proschan, Cutler, Jeffrey (2001): Effects on Blood Pressure of Reduced Dietary Sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Diet. *The New England Journal of Medicine*, Vol. 344(1), 3-10

Saneei, Salehi-Abargoue, Esmailzadeh, Azadbakht (2014): Influence of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet on blood pressure: A systematic review and metaanalysis on randomized controlled trials; *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, Vol. 24(12), 1253-1261

Santos, Esteves, Costa, Da, Yancy (2012): Systematic review and meta-analysis of clinical trials of the effects of low carbohydrate diets on cardiovascular risk *Obesity Reviews*, Vol. 13(11), 1048(19)

Schulze, Kroke, Saracci, Boeing (2002): The effect of differences in measurement procedure on the comparability of blood pressure estimates in multi-centre studies. *Blood Pressure Monitoring*, Vol. 7(2), 95-104

Sesso, Howard, Cook, Nancy, Buring, Julie, Manson, Joann, Gaziano, Michael (2008): Alcohol consumption and the risk of hypertension in women and men Hypertension, Vol. 51(4, Part 2 Suppl), 1080-1087

Stamler, Elliott P, Kesteloo, Nichols, Claeys, Dyer (1996): Inverse relation of dietary protein markers with blood pressure: findings for 10 020 men and women in the INTERSALT study. Circulation 94: 1629-34

Statistisches Bundesamt (Destatis), Genesis-Online, Abrufdatum 12.01.2019; Datenlizenz by-2-0

U.S. Cancer Statistics Working Group. U.S. cancer statistics: 1999–2009 incidence and mortality web-based report. USDHHS, CDC, Atlanta GA; 2013
www.cdc.gov/uscs

Van den Hoogen, Feskens, Nagelkerke, Menotti, Nissinen, Kromhout (2000): The relation between blood pressure and mortality due to coronary heart disease among men in different parts of the world. New Engl J Med; 342: 1-8

Viridis, Giannarelli, Fritsch Neves, Taddei, Ghiadoni (2010): Cigarette Smoking and Hypertension. Current Pharmaceutical Design, Vol. 16, 2518-2525

Whelton, Appel, Espeland, Applegate, Ettinger, Kostis, Kumanyika, Lacy, Johnson, Folmar, Cutler (1998): Sodium Reduction and Weight Loss in the Treatment of Hypertension in Older Persons: A Randomized Controlled Trial of Nonpharmacologic Interventions in the Elderly. JAMA, Vol. 279(11), 839-846

Winkler, Zyriax, Windler (2016): Studienarbeit: Einfluss verschiedener Ernährungsformen auf den Blutdruck

World Health Organisation (2012): Guideline: Sodium intake for adults and children ISBN: 978 92 4 150483 6, Seite 18

World Health Organisation (2000): Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Technical Report Series 894, Genf

Yokoyama, Nishimura, Barnard, Takegami, Watanabe, Sekikawa, Okamura, Miyamoto (2014): Vegetarian diets and blood pressure: a meta-analysis. JAMA Intern Med.;174(4): 577-87

8. Danksagung

Schlussendlich möchte ich Danke sagen. Einen herzlichen Dank an meinen Doktorvater Herrn Prof. Dr. Windler und meine Betreuerin Frau PD Dr. Zyriax für die Bereitstellung der Daten, die sehr freundliche und entspannte Zusammenarbeit sowie die Betreuung. Danke an meine Frau Lisa-Marie Winkler, die mich grafisch unterstützte und mich täglich motivierte.

Vielen Dank an alle Teilnehmer der STRATEGY- und DELIGHT-Studie, ohne die meine Dissertation nicht hätte erstellt werden können.

9. Lebenslauf

Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

10. Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift: 