

Aufbau einer deutschen Datenbank für
bioaktive Pflanzenstoffe und Erweiterung des
nutriRECIPE-Algorithmus um bioaktive
Pflanzenstoffe sowie Bewertung von Mahlzeiten
in der Gemeinschaftsverpflegung und
Lebensmitteln im Lebensmitteleinzelhandel

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Ernährungswissenschaften (Dr. troph.)



MARTIN-LUTHER
UNIVERSITÄT
HALLE-WITTENBERG

Naturwissenschaftliche Fakultät III

Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften

vorgelegt von Frank Forner
geboren am 08.07.1983 in Halle (Saale)

verteidigt am 15.01.2024

1. Gutachterin: Frau Prof. Dr. Gabriele Stangl
2. Gutachterin: Frau Prof. Dr. Sarah Egert

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis:	i
Tabellenverzeichnis:	vii
Abkürzungsverzeichnis:	x
Abstract	1
Zusammenfassung	2
1. Einleitung und Zielstellung	3
1.1 Grundlegendes zu bioaktiven Pflanzenstoffen	5
1.2 Hauptklasse der Carotinoide.....	6
1.2.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Carotinoiden	6
1.2.2 Bioverfügbarkeit von Carotinoiden.....	7
1.2.3 Wirkungen von Carotinoiden auf die menschliche Gesundheit	7
1.3 Hauptklasse der Phenolsäuren	9
1.3.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Phenolsäuren.....	9
1.3.2 Bioverfügbarkeit von Phenolsäuren	9
1.3.3 Wirkungen von Phenolsäuren auf die menschliche Gesundheit	10
1.4 Hauptklasse der Polyphenole	11
1.4.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Polyphenolen	11
1.4.2 Bioverfügbarkeit und Verstoffwechslung von Polyphenolen.....	12
1.4.3 Wirkungen von Polyphenolen auf die menschliche Gesundheit.....	12
1.5 Hauptklasse der Glucosinolate	14
1.5.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Glucosinolaten	14
1.5.2 Bioverfügbarkeit und Verstoffwechslung von Glucosinolaten.....	14
1.5.3 Wirkungen von Glucosinolaten auf die menschliche Gesundheit.....	15
1.6 Hauptklasse der Phytosterole	16
1.6.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Phytosterolen.....	16
1.6.2 Bioverfügbarkeit und Verstoffwechslung von Phytosterolen	17
1.6.3 Wirkungen von Phytosterolen auf die menschliche Gesundheit.....	17
2. Material und Methoden	18
2.1 Auswertung der eBASIS-Datenbank	18
2.2 Berechnung des Einflusses verschiedener Gartechniken	20
2.3 Zufuhrschätzung anhand der DGE-Empfehlungen zum Obst- und Gemüseverzehr	21
2.4 Rezeptdaten und Daten der Einzellebensmittel.....	21
2.4.1 Rezeptdaten der Mittag Mahlzeiten	21

2.4.2 Nährstoffinformationen und Zutatenlisten der Einzellebensmittel.....	22
2.5 Zuordnung (Mapping) von Rezeptdaten und Zutatenlisten zu BLS-Einträgen ...	22
2.5.1 Rezeptdaten von Gemeinschaftsküchen und Caterern.....	22
2.5.2 Zutatenlisten von Produkten im Lebensmitteleinzelhandel (LEH)	23
2.6 Algorithmen und Modelle	23
2.6.1 nutriRECIPE-Index – Basisversion mit Makro- und Mikronährstoffen	23
2.6.2 Algorithmus für die Berechnung der Zutatenanteile	26
2.7 Aufbau einer MS Access™-Datenbank zur Rezeptfassung	28
2.7.1 Integration des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS)	28
2.7.2 Integration der aus eBASIS extrahierten BPS-Daten.....	29
3. Ergebnisse.....	29
3.1 BPS-Gehalte von rohem Obst und Gemüse sowie Schalenobst und Ölsaaten ..	30
3.1.1 Carotinoide.....	30
3.1.2 Phenolsäuren	31
3.1.3 Polyphenole	32
3.1.4 Glucosinolate	33
3.1.5 Phytosterole	34
3.2 BPS-Gehalte von verarbeitetem Obst und Gemüse sowie Schalenobst und Ölsaaten	35
3.2.1 Carotinoide.....	36
3.2.2 Phenolsäuren	37
3.2.3 Polyphenole	38
3.2.4 Glucosinolate	39
3.2.5 Phytosterole	40
3.3 nutriRECIPE-Algorithmus zur Bewertung von Speisen in der Gemeinschaftsverpflegung und Einzellebensmitteln	42
3.3.1 nutriRECIPE-Index – Erweiterung um bioaktive Pflanzenstoffe	42
3.3.2 nutriRECIPE-Index – geschlechtsspezifische Bewertung	44
3.4 Auswertung von Mahlzeiten der Gemeinschaftsverpflegung mit dem nutriRECIPE-Index	46
3.4.1 Auswertung und Vergleich der Rezepte vom Studentenwerk Chemnitz/Zwickau mit und ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS).....	46
3.5 Bewertung von Einzellebensmitteln des LEH mit dem nutriRECIPE-Index.....	48
3.5.1 vergleichende Bewertung von Einzellebensmitteln des LEH – Welchen Effekt hat die Integration bioaktiver Pflanzenstoffe?	49
3.5.2 vergleichende Bewertung von Einzellebensmitteln des LEH – Welchen Effekt hat die Berücksichtigung geschlechtsspezifischer Referenzwerte und Zufuhrdaten für Frauen und Männer?.....	59

4. Diskussion	72
4.1 Genauigkeit der Schätzung der BPS-Gehalte von Obst und Gemüse	72
4.1.1 Daten aus der eBASIS-Datenbank	72
4.1.2 Abschätzung der Erhaltungsfaktoren für BPS	74
4.2 Genauigkeit der Schätzung der Zutatenanteile	76
4.3 Stärken und Limitationen nutriRECIPE-Index	79
4.3.1 nutriRECIPE-Index mit integrierten BPS	80
4.3.2 geschlechtsspezifischer nutriRECIPE-Index	81
5. Zusammenfassung und Ausblick	83
6. Literaturverzeichnis	85
Anhang A – Arbeitsaufteilung nutriRECIPE-Index	A
Anhang B – Datenbank bioaktiver Pflanzenstoffe in Lebensmitteln	C
Anhang C – nutriRECIPE-Index BPS versus ohne BPS	V
Anhang D – nutriRECIPE-Index Männer versus Frauen	KK

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1: Übersicht der im Rahmen dieser Arbeit betrachteten bioaktiven Pflanzenstoffe	5
Abb. 2: Lykopen, ein sauerstofffreies Carotin in Tomate, Grapefruit und Wassermelone (CC-BY-SA-3.0)	6
Abb. 3: Lutein, ein sauerstoffhaltiges Xanthophyll in grünem Blattgemüse (CC-BY-SA-3.0).....	6
Abb. 4: Unterteilung der Phenolsäuren und deren häufigste Vertreter in pflanzlichen Lebensmitteln (entnommen aus Watzl und Rechkemmer, 2001c)	9
Abb. 5: Grundgerüst der Flavonoide und daraus abgeleiteter Strukturen der Untergruppen R ₁ , R ₂ , R ₃ sind mögliche Substituenten von spezifischen Substanzen, meist –H, –OH oder –OCH ₃ . Mit Pfeilen markierte Positionen werden bevorzugt von O- bzw. C- verknüpften Glykosiden besetzt. (modifiziert nach del Rio et al., 2013)	11
Abb. 6: Abspaltung Glucose von Glucosinolaten durch Myrosinase unter Bildung von Isothiocyanaten, Nitrilen, Thiocyanaten und Sulfaten (entnommen aus Watzl und Rechkemmer, 2001b).....	14
Abb. 7: Grundstruktur und Seitenketten (Buchstabe R) einiger Phytosterole (entnommen aus Watzl und Rechkemmer, 2001a).....	16
Abb. 8: Einflussfaktoren von thermischen Prozessen beim Kochen auf den BPS-Gehalt	20
Abb. 9: Funktionsgraphen der nutriRECIPE-Gleichungen für erwünschte Makro- und Mikronährstoffe (blau) sowie unerwünschten Inhaltsstoffen (rot)	24
Abb. 10 Schritt-für-Schritt-Darstellung des Algorithmus für die Berechnung der Zutatenverteilung von Produkten aus dem Lebensmitteleinzelhandel (übernommen aus Bohn et al., 2022).....	27
Abb. 11: Übersicht der im Rahmen dieser Arbeit betrachteten bioaktiven Pflanzenstoffe, Tabellen und Variablenverknüpfungen in der MS Access™ Datenbank	28
Abb. 12: Boxplots des nutriRECIPE-Index für Standardrezepturen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	47
Abb. 13: Boxplots des nutriRECIPE-Index für mensaVital®-Rezepturen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	47
Abb. 14: Boxplots des nutriRECIPE-Index für alle 4000 Produkte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	49
Abb. 15: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 4000 Produkten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS).....	49
Abb. 16: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 194 Fleischerzeugnisse – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	50
Abb. 17: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 194 Fleischerzeugnissen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	51

Abb. 18: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 150 Süßwaren – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	52
Abb. 19: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 150 Süßwaren – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS).....	52
Abb. 20: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 150 Frühstückscerealien – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	54
Abb. 21: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 150 Frühstückscerealien – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS).....	54
Abb. 22: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 294 verzehrfertige Salate – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	56
Abb. 23: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 294 verzehrfertigen Salaten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS).....	56
Abb. 24: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 232 Obst- und Gemüsesäfte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	58
Abb. 25: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 232 Obst- und Gemüsesäften – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	58
Abb. 26: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für alle 4000 Produkte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	60
Abb. 27: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für alle 4000 Produkte – Vergleich Männer versus Frauen	60
Abb. 28: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 199 herzhafte Konserven – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	62
Abb. 29: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 199 herzhafte Konserven – Vergleich Männer versus Frauen.....	62
Abb. 30: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 220 Fischprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	64
Abb. 31: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 220 Fischprodukte – Vergleich Männer versus Frauen	64
Abb. 32: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 153 Dips, Senf und Saucen – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	66
Abb. 33: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 153 Dips, Senf und Saucen – Vergleich Männer versus Frauen.....	66

Abb. 34: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 180 Pastaprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	68
Abb. 35: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 180 Pastaprodukte – Vergleich Männer versus Frauen	68
Abb. 36: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 301 TK-Fertigprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	70
Abb. 37: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 301 TK-Fertiggerichte – Vergleich Männer versus Frauen	70
Abb. 38: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 200 Snackprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	V
Abb. 39: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 200 Snackprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	V
Abb. 40: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 72 TK-Kartoffelprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	W
Abb. 41: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 72 TK-Kartoffelprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	W
Abb. 42: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 199 herz hafte Konserven – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	X
Abb. 43: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 199 herzhaften Konserven – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	X
Abb. 44: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 109 TK-Gemüseprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	Y
Abb. 45: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 109 TK-Gemüseprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	Y
Abb. 46: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 40 TK-Pizzen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	Z
Abb. 47: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 40 TK-Pizzen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	Z
Abb. 48: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 257 Milchprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	AA
Abb. 49: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 257 Milchprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	AA

Abb. 50: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 185 Käseprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	BB
Abb. 51: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 185 Käseprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	BB
Abb. 52: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 220 Fischprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	CC
Abb. 53: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 220 Fischprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	CC
Abb. 54: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 259 Energie- und Proteinriegel – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	DD
Abb. 55: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 259 Energie- und Proteinriegeln – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	DD
Abb. 56: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 153 Dips, Senf & Saucen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	EE
Abb. 57: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 153 Dips, Senf & Saucen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	EE
Abb. 58: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 264 vegetarische Aufstriche – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	FF
Abb. 59: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 264 vegetarischen Aufstrichen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	FF
Abb. 60: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 180 Pastaprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	GG
Abb. 61: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 180 Pastaprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	GG
Abb. 62: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 285 Brotbackwaren – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	HH
Abb. 63: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 285 Brotbackwaren – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	HH
Abb. 64: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 256 Frosta- und Igloprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	II
Abb. 65: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 256 Frosta- und Igloprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	II

Abb. 66: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 301 TK-Fertigprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	JJ
Abb. 67: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 301 TK-Fertigprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	JJ
Abb. 68: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 200 Snackprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	KK
Abb. 69: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 200 Snackprodukte – Vergleich Männer versus Frauen	KK
Abb. 70: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 72 TK-Kartoffelprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	LL
Abb. 71: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 72 TK-Kartoffelprodukte – Vergleich Männer versus Frauen.....	LL
Abb. 72: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 194 Fleischerzeugnisse – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	MM
Abb. 73: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 194 Fleischerzeugnisse – Vergleich Männer versus Frauen.....	MM
Abb. 74: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 150 Süßwaren – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	NN
Abb. 75: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 150 Süßwaren – Vergleich Männer versus Frauen	NN
Abb. 76: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 150 Frühstückscerealien – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	OO
Abb. 77: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 150 Frühstückscerealien – Vergleich Männer versus Frauen.....	OO
Abb. 78: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 109 TK-Gemüse – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	PP
Abb. 79: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 109 TK-Gemüse – Vergleich Männer versus Frauen	PP
Abb. 80: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 40 TK-Pizzen – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	QQ
Abb. 81: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 40 TK-Pizzen – Vergleich Männer versus Frauen	QQ

Abb. 82: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 257 Milchprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	RR
Abb. 83: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 257 Milchprodukte – Vergleich Männer versus Frauen	RR
Abb. 84: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 185 Käseprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	SS
Abb. 85: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 185 Käseprodukte – Vergleich Männer versus Frauen	SS
Abb. 86: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 259 Energie- und Proteinriegel – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	TT
Abb. 87: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 259 Energie- und Proteinriegel – Vergleich Männer versus Frauen.....	TT
Abb. 88: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 294 verzehrfertige Salate – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	UU
Abb. 89: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 294 verzehrfertige Salate – Vergleich Männer versus Frauen.....	UU
Abb. 90: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 264 vegetarische Aufstriche – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	VV
Abb. 91: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 264 vegetarische Aufstriche – Vergleich Männer versus Frauen.....	VV
Abb. 92: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 232 Obst- und Gemüsesäfte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	WW
Abb. 93: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 232 Obst- und Gemüsesäfte – Vergleich Männer versus Frauen.....	WW
Abb. 94: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 285 Brotbackwaren – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	XX
Abb. 95: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 285 Brotbackwaren – Vergleich Männer versus Frauen	XX
Abb. 96: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 256 Frosta- und Igloprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile	YY
Abb. 97: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 256 Frosta- und Igloprodukte – Vergleich Männer versus Frauen.....	YY

Tabellenverzeichnis:

Tab. 1: Basiskomponenten im nutriRECIPE-Index - aktualisierte Zielwerte entsprechend den DGE-Referenzwerten und Zufuhrdaten für Makro- und Mikronährstoffe	26
Tab. 2: Top 15 Liste der carotinoidreichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank	30
Tab. 3: Top 15 Liste der phenolsäurereichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank.....	31
Tab. 4: Top 15 Liste der polyphenolreichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank (Alle Glykosidverbindungen wurden auf Aglykone umgerechnet und aufsummiert.)	32
Tab. 5: Top 15 Liste der glucosinolatreichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank.....	33
Tab. 6: Top 15 Liste der phytosterolreichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank	34
Tab. 7: Auswahl carotinoidreicher gekochter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Carotinoide von Palermo et al. (2014).....	37
Tab. 8 Auswahl phenolsäurereicher gekochter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Phenolsäuren von Palermo et al. (2014).....	37
Tab. 9: Auswahl polyphenolreicher gekochter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Polyphenole von Palermo et al. (2014).....	39
Tab. 10: Auswahl glucosinolatreicher gekochter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Glucosinolate von Palermo et al. (2014).....	40
Tab. 11: Auswahl phytosterolreicher gerösteter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Phytosterole nach Thanh et al. (2005).....	41
Tab. 12: berechnete Zufuhrdaten auf der Basis der aus eBASIS extrahierten Daten für bioaktive Pflanzenstoffe und drei DGE-Wochenspeiseplänen (DGExpert Software Version 1.7.5, 2015).....	43
Tab. 13: geschlechtsspezifische Bewertung im nutriRECIPE-Index – angepasste Zielwerte entsprechend den DGE-Referenzwerten für Frauen und Männer	44
Tab. 14: geschlechtsspezifische Bewertung im nutriRECIPE-Index – angepasste Zufuhrdaten gemäß NVS II und DEGS1 für Makro- und Mikronährstoffe.....	45
Tab. 15: Kenngrößen der vergleichenden nutriRECIPE-Index Berechnung für die Studentenwerksrezepturen mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)	46
Tab. 16: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für alle 4000 Produkte.....	49
Tab. 17: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert Boxplots für 194 Fleischerzeugnisse	50
Tab. 18: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert Boxplots für 150 Süßwaren	52
Tab. 19: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert Boxplots für 150 Frühstückscerealien	54
Tab. 20: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert Boxplots für 294 verzehrfertige Salate.....	56

Tab. 21: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert Boxplots für 232 Obst- und Gemüsesäfte.....	58
Tab. 22: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für alle 4000 Produkte.....	60
Tab. 23: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 199 herzhafte Konserven.....	62
Tab. 24: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 220 Fischprodukte	64
Tab. 25: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 153 Dips, Senf und Saucen.....	66
Tab. 26: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 180 Pastaprodukte	68
Tab. 27: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 301 TK-Fertigprodukte	70
Tab. 28: Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstaben A bis B	C
Tab. 29: zugeordnete Referenzen der Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank in Tabelle 28	M
Tab. 30: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 200 Snackprodukte....	V
Tab. 31: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 72 TK-Kartoffelprodukte	W
Tab. 32: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 199 herzhafte Konserven.....	X
Tab. 33: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 109 TK-Gemüseprodukte.....	Y
Tab. 34: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 40 TK-Pizzen.....	Z
Tab. 35: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 257 Milchprodukte ...	AA
Tab. 36: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 185 Käseprodukte ...	BB
Tab. 37: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 220 Fischprodukte ..	CC
Tab. 38: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 259 Energie- und Proteinriegel.....	DD
Tab. 39: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 153 Dips, Senf & Saucen.....	EE
Tab. 40: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 264 vegetarische Aufstriche	FF
Tab. 41: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 180 Pastaprodukte..	GG
Tab. 42: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 285 Brotbackwaren..	HH
Tab. 43: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 256 Frosta- und Igloprodukte	II
Tab. 44: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert- Boxplots für 301 TK-Fertigprodukte	JJ
Tab. 45: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 200 Snackprodukte...	KK
Tab. 46: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 72 TK-Kartoffelprodukte	LL
Tab. 47: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 194 Fleischerzeugnisse	MM
Tab. 48: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 150 Süßwaren	NN
Tab. 49: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 150 Frühstückscerealien	OO
Tab. 50: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 109 TK-Gemüse	PP
Tab. 51: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 40 TK-Pizzen.....	QQ

Tab. 52: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 257 Milchprodukte ...	RR
Tab. 53: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 185 Käseprodukte	SS
Tab. 54: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 259 Energie- und Proteinriegel	TT
Tab. 55: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 294 verzehrfertige Salate	UU
Tab. 56: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 264 vegetarische Aufstriche	VV
Tab. 57: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 232 Obst- und Gemüsesäfte	WW
Tab. 58: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 285 Brotbackwaren...	XX
Tab. 59: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 256 Frosta- und Isgloprodukte	YY

Abkürzungsverzeichnis:

Big7	<i>gesetzlich vorgeschriebene Nährstoffangaben auf der Lebensmittelverpackung – Energie/ Fett/ gesättigtes Fett/ Kohlenhydrate/ Zucker/ Eiweiß/ Salz</i>
Big8	<i>gesetzlich vorgeschriebene Nährstoffangaben auf der Lebensmittelverpackung – Energie/ Fett/ gesättigtes Fett/ Kohlenhydrate/ Zucker/ Eiweiß/ Salz + freiwillige Angabe der Ballaststoffe</i>
BLS	<i>Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02</i>
BPS	<i>bioaktive Pflanzenstoffe</i>
Dips, Senf und Saucen	DSS
eBASIS-Datenbank	BioActive Substances in Food Information System
EuroFIR	European Food Information Resource
LEH	<i>Lebensmitteleinzelhandel</i>
LM	Lebensmittel
Mio.	Millionen
MUFA	<i>monounsaturated fatty acids</i> einfach ungesättigte Fettsäuren
PUFA	<i>polyunsaturated fatty acids</i> mehrfach ungesättigte Fettsäuren
RCT	randomisierte placebokontrollierte Doppelblindstudie
SFA	<i>saturated fatty acids</i> gesättigte Fettsäuren
WHO	World Health Organization

Abstract

Worldwide and in Germany, the insufficient consumption of fruits and vegetables, as well as legumes and nuts, is a problem that causes many preventable deaths. At the same time, knowledge about the positive health effects of a predominantly plant-based diet is increasing. Particularly in the area of bioactive plant compounds, knowledge has increased significantly in recent decades.

In order to make this knowledge available to a broader public, the present work initially aimed to create a database for bioactive plant compounds. This, in conjunction with an established nutrient database such as the Federal Food Key, is well suited to link the benefits of a needs-based micronutrient supply with the additional benefits of bioactive plant compounds in foods.

In order for all relevant factors to be adequately considered in their complex interplay, a sophisticated system for the assessment of nutrients in foods is needed. The basic version of the nutriRECIPE index already meets this requirement for macro- and micronutrients. Therefore, it has been extended by five additional categories for bioactive plant compounds, so that the contents of carotenoids, phenolic acids, polyphenols, glucosinolates and phytosterols in foods can now also be evaluated.

Many people are particularly motivated to improve their diet when they receive individual recommendations on this. Therefore, as a first step in this direction, a version of the nutriRECIPE index adapted for women and men was developed and tested. This can additionally be combined with the extended version for bioactive plant substances.

Direct feedback with concrete recommendations for action has the best chance of bringing about a change in behavior. Therefore, the combined nutriRECIPE-Index will be used in the future with the smartphone app "Ecoviant" at the point-of-sale in the supermarket. Thus, consumers can be supported in the implementation of a healthy and ecologically sustainable diet.

Zusammenfassung

Weltweit und in Deutschland ist der zu geringe Verzehr von Obst und Gemüse, sowie Hülsenfrüchten und Nüssen, ein Problem was viele vermeidbare Todesfälle verursacht. Gleichzeitig nimmt das Wissen zu den positiven gesundheitlichen Auswirkungen einer vorwiegend pflanzenbasierten Ernährung immer mehr zu. Insbesondere im Bereich der bioaktiven Pflanzenstoffe ist das Wissen in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen.

Um dieses Wissen einer breiteren Öffentlichkeit verfügbar zu machen, wurde in der vorliegenden Arbeit zunächst die Erstellung einer Datenbank für bioaktive Pflanzenstoffe angestrebt. Diese ist in Verbindung mit einer etablierten Nährstoffdatenbank wie dem Bundeslebensmittelschlüssel gut geeignet, um die Vorteile einer bedarfsgerechten Mikronährstoffversorgung mit den zusätzlichen Vorteilen bioaktiver Pflanzenstoffe in Lebensmitteln zu verknüpfen.

Damit alle relevanten Faktoren in ihrem komplexen Zusammenspiel angemessen berücksichtigt werden können, wird ein ausgeklügeltes System für die Bewertung von Nährstoffen in Lebensmitteln benötigt. Der nutriRECIPE-Index in der Basisversion erfüllt diese Anforderung bereits für Makro- und Mikronährstoffe. Deshalb wurde er um fünf zusätzliche Kategorien für bioaktive Pflanzenstoffe erweitert, so dass nun auch die Gehalte von Carotinoiden, Phenolsäuren, Polyphenolen, Glucosinolaten und Phyto-sterolen in Lebensmitteln bewertet werden können.

Viele Menschen sind besonders motiviert ihre Ernährung zu verbessern, wenn sie individuelle Empfehlungen hierzu erhalten. Deshalb wurde als erster Schritt in diese Richtung eine für Frauen und Männer angepasste Version des nutriRECIPE-Indexes entwickelt und getestet. Diese kann zusätzlich mit der um bioaktive Pflanzenstoffe erweiterten Version kombiniert werden.

Direktes Feedback mit konkreten Handlungsempfehlungen hat die besten Chancen eine Verhaltensänderung zu bewirken. Deshalb soll der kombinierte nutriRECIPE-Index zukünftig mit der Smartphone-App „Ecoviant“ direkt im Supermarkt zum Einsatz kommen. Somit können VerbraucherInnen bei der Umsetzung einer gesunden und ökologisch nachhaltigen Ernährung unterstützt werden.

1. Einleitung und Zielstellung

Im Weltgesundheitsurvey von 2002 stellte die World Health Organization (WHO) fest, dass 78 % der befragten Bevölkerung die angestrebten fünf Portionen (400 g) Obst und Gemüse pro Tag nicht erreichen (WHO, 2002). Separate Surveys in den nicht befragten Ländern bestätigten diese Ergebnisse. So waren es in den USA 75,3 % (Blanck et al., 2008), in England (UK) 76 % (Blake et al., 2004), in Australien 86 % (ABS, 2006) und in Deutschland 89 % (RKI, 2013) der Frauen und Männer, die unter den Empfehlungen bleiben (Hall et al., 2009). Weltweite Bemühungen zur Steigerung des Obst- und Gemüseverzehrs, wie die WHO PROFAV Initiative seit 2003, sind bisher ohne Erfolg geblieben. So gab es im Jahr 2019 laut der Global Burden of Disease Studie (GBD, 2020) einen neuen Höchstwert von 7,94 Millionen (Mio.) vermeidbaren Todesfällen (2002: 6,36 Mio.), welche auf falsche Ernährung zurückgeführt werden können. Davon sind 1,05 Mio. (2002: 0,94 Mio.) auf zu wenig Obst, 0,53 Mio. (2002: 0,45 Mio.) auf zu wenig Gemüse, 1,12 Mio. (2002: 0,90 Mio.) auf zu wenig Hülsenfrüchte und 0,58 Mio. (2002: 0,49 Mio.) auf zu wenig Nüsse und Samen zurückzuführen. Man kann sagen: Es sterben weltweit jährlich 3,28 Mio. Menschen aufgrund einer suboptimalen Zufuhr von Vitaminen, Mineralstoffen und bioaktiven Pflanzenstoffen. In Deutschland sind das 54.947 (2002: 61792) vermeidbare bzw. 5,8 % (2002: 7,3 %) aller Todesfälle des Jahres 2019 (Statista, 2022). Weltweit lässt sich ein positiver und für Deutschland ein leicht negativer Trend konstatieren. Um diese Entwicklung in Deutschland zu unterstützen (und darauf aufbauend in der Welt), sollte sowohl die Wissensgrundlage für bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) verbessert, als auch eine verlässliche Datenbasis für die BPS-Gehalte in Nutzpflanzen geschaffen werden.

Momentan existiert weltweit keine veröffentlichte Datenbank zur Zusammensetzung von Lebensmitteln (LM), welche einen annähernd vollständigen Überblick zu BPS in LM ermöglicht. Es gibt Teildatenbanken wie den Phenol-Explorer für Polyphenole in Frankreich sowie Daten zu Carotinoiden und Polyphenolen in der Nährstoffdatenbank des *U.S. Department of Agriculture* (USDA). Eine umfangreiche, aber nicht öffentlich zugängliche, Datenbank ist das *BioActive Substances in Food Information System* (eBASIS-Datenbank) der *European Food Information Resource* (EuroFIR) (s. Kapitel 2.1). Eine Extraktion und Migration dieser Daten in eine für Deutschland spezifische Datenbank, idealerweise mit Verknüpfung zur deutschen Nährstoffdatenbank Bundeslebensmittelschlüssel (BLS), ist eine notwendige Bedingung, um BPS-Gehalte in LM systematisch bewerten zu können. Weiterhin wird ein Bewertungsmodell benötigt, welches flexibel genug ist, um BPS in die Bewertung integrieren zu können. Aktuell oft

verwendete, lebensmittelgruppenbasierte Modelle sind dafür nicht geeignet, weil ihnen die Grundlagen zur Berechnung von BPS-Gehalten fehlen. Manche Bewertungssysteme vergeben Bonuspunkte für Obst, Gemüse, Hülsenfrüchte und Nüsse, berücksichtigen BPS also bereits indirekt. Die explizite Berücksichtigung einzelner BPS bzw. von BPS-Klassen ermöglicht jedoch einen viel detaillierteren Einblick in die LM und die Möglichkeit der gezielten Prophylaxe spezifischer Krankheitsbilder. So sind Polyphenole besonders für die Vorbeugung von Herz-Kreislaufkrankungen und Glucosinolate besonders zur Prophylaxe von Krebserkrankungen geeignet (s. Kapitel 1.4 und 1.5). Zusätzlich kann die breitgefächerte Zufuhr verschiedener BPS als unabhängiger Marker für eine abwechslungsreiche Ernährung dienen, welche seit Jahrzehnten unisono von allen ErnährungsexpertInnen gefordert wird, aber nicht klar definiert ist. Wie sich noch zeigen wird, ist es unmöglich alle wichtigen BPS-Klassen (s. Kapitel 1.1) aufzunehmen ohne sich vielfältig mit pflanzenbasierter Kost zu ernähren. Wichtig zu betonen ist dabei ebenfalls, dass mit explizierter BPS-Integration nicht nur Obst und Gemüse, sondern auch Hülsenfrüchte, Ölsaaten, Nüsse und pflanzliche Öle miteinbezogen werden.

Einen geeigneten nährstoffbasierten und energieadjustierten Modellalgorithmus stellt der nutriRECIPE-Index (Volkhardt 2021) dar, welcher in der Basisversion 16 erwünschte Nährstoffe und drei unerwünschte Inhaltsstoffe enthält (s. Kapitel 2.6.1). In welchem Umfang und auf welche Art und Weise BPS in den nutriRECIPE-Index integriert werden können, soll im zweiten Themenkomplex dieser Arbeit elaboriert werden.

Personalisierte Ernährung und Ernährungs-Apps sind zwei Themengebiete, welche in der Gesellschaft auf immer breiteres Interesse stoßen. Grundsätzlich sind leicht zugängliche Smartphone-Apps für personalisierte Ernährungsempfehlungen geeignet, weil alle NutzerInnen ein persönliches Profil hinterlegen können. Eine Annäherung an personalisierte Ernährung kann zunächst die separate Betrachtung von Frauen und Männern darstellen. Hierfür können die sich unterscheidenden Nährstoff-Referenzwerte für Frauen und Männer im nutriRECIPE-Index zugrunde gelegt werden (DGE-ÖGE-SGE, 2018). Welche Bewertungsunterschiede sich aus der Verwendung der geschlechtsspezifischen Referenzwerte im nutriRECIPE-Index ergeben, soll im dritten Themenkomplex untersucht werden.

Mit der Bearbeitung dieser drei Themenkomplexe sollen in der vorliegenden Arbeit die drei folgenden Ziele erreicht werden:

1. Erstellung einer deutschen Datenbank für bioaktive Pflanzenstoffe
2. Erweiterung des nutriRECIPE-Modells um bioaktive Pflanzenstoffe
3. Entwicklung eines geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Modells

1.1 Grundlegendes zu bioaktiven Pflanzenstoffen

Unter bioaktiven Pflanzenstoffen fasst man Ballaststoffe, sekundäre Pflanzenstoffe und Substanzen aus fermentierten pflanzlichen Lebensmitteln zusammen (Watzl; Leitzmann, 2005). Im Rahmen dieser Arbeit werden nur die sekundären Pflanzenstoffe betrachtet. Diese werden von der Pflanze ausschließlich im Sekundärstoffwechsel gebildet und werden funktionell in Phytoanticipine und Phytoalexine unterteilt. Phytoanticipine werden von der Pflanze konstitutionell gebildet, wohingegen Phytoalexine lediglich lokal als Reaktion auf eine Infektion oder Verletzung produziert werden. Chemisch betrachtet handelt sich um eine sehr heterogene Gruppe von Verbindungen, welche in viele verschiedene Hauptklassen unterteilt werden können: Carotinoide, Polyphenole, Phytosterine, Saponine, Glucosinolate, Phytoöstrogene, Protease-Inhibitoren, Sulfide und Monoterpene (Watzl und Leitzmann, 2005). Abb. 1 zeigt eine Übersicht der im Rahmen dieser Arbeit betrachteten bioaktiven Pflanzenstoffe.

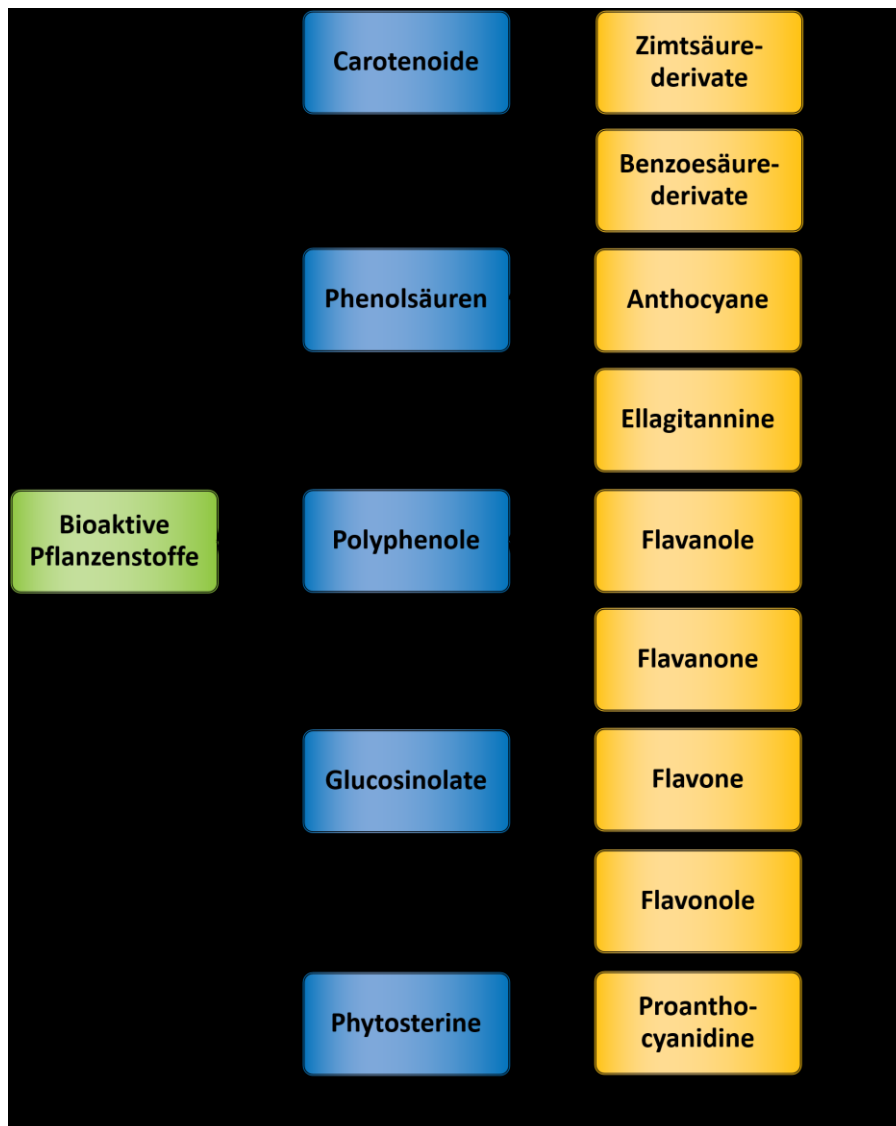


Abb. 1: Übersicht der im Rahmen dieser Arbeit betrachteten bioaktiven Pflanzenstoffe

Im Rahmen dieser Arbeit sollen Phenolsäuren, welche nur einen einzelnen Phenolring besitzen, nicht als Untergruppe der Polyphenole, sondern separat betrachtet werden. Für die in Abb. 1 dargestellten Hauptklassen der bioaktiven Pflanzenstoffe (BPS) ist die Datenbasis zum Vorkommen in Nutzpflanzen am umfangreichsten, weshalb sie in der vorliegenden Arbeit prioritär betrachtet werden sollen.

1.2 Hauptklasse der Carotinoide

1.2.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Carotinoiden

Carotinoide sind eine Gruppe von fettlöslichen Farbstoffen, welche in der Pflanzenwelt sehr weit verbreitet sind. Sie lassen sich in die sauerstofffreien Carotine (α -Carotin, β -Carotin, Lykopen) und die sauerstoffhaltigen Xanthophylle (Lutein, β -Cryptoxanthin, Zeaxanthin) unterteilen (Westphal und Böhm, 2015).

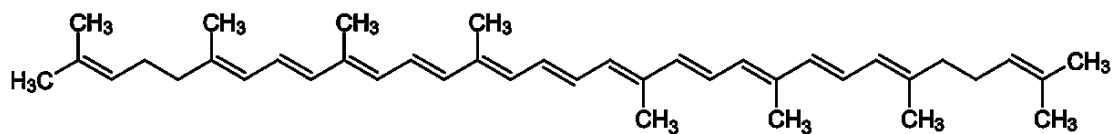


Abb. 2: Lykopen, ein sauerstofffreies Carotin in Tomate, Grapefruit und Wassermelone (CC-BY-SA-3.0)

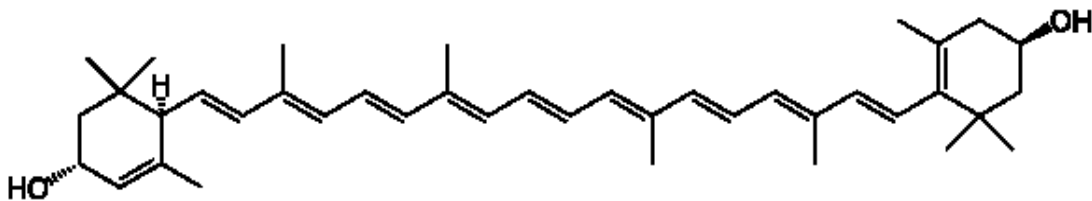


Abb. 3: Lutein, ein sauerstoffhaltiges Xanthophyll in grünem Blattgemüse (CC-BY-SA-3.0)

Charakteristisch für alle Carotinoide ist eine Kohlenwasserstoffkette aus insgesamt acht Isopreneinheiten mit konjugierten Doppelbindungen, welche sowohl für die Farbgebung von gelb über orange bis rot verantwortlich sind als auch für die antioxidative Wirkung der Carotinoide sorgen (Biesalski und Grimm, 2020). Freie Radikale (z.B. reaktive Sauerstoffspezies) können leicht ein Elektron oder Wasserstoffatom aus der Polyenkette herauslösen, und werden so neutralisiert. Das entstehende Carotinoidradikal ist relativ stabil, weil die lange Kette konjugierter Doppelbindungen das ungepaarte Elektron delokalisieren kann (Fiedor und Burda, 2014).

1.2.2 Bioverfügbarkeit von Carotinoiden

Die Bioverfügbarkeit von Carotinoiden ist hauptsächlich von der Freisetzung aus der Lebensmittelmatrix abhängig. Die Zellwände von Pflanzen sind relativ stabil und müssen zunächst aufgebrochen werden, was mechanisch durch Kauen oder bei der Zubereitung über Hitzeeinwirkung geschehen kann. Für die Bindung innerhalb der Zelle gibt es drei Varianten: die Bindung an Proteine im Blattgemüse, als semikristalline Struktur in Tomaten oder in Lipidtröpfchen gelöst bei Papaya (Canene-Adams et al., 2009). Durch Zerkleinerung und thermische Prozessierung wird die Bioverfügbarkeit im Allgemeinen verbessert. Zusätzlich Vorteile ergeben sich durch die Zugabe von Öl, weil Carotinoide gut fettlöslich sind. Die Carotinoideaufnahme aus verarbeiteten Tomatenprodukten ist somit deutlich höher als aus rohen Tomaten. Temperaturen oberhalb von 100 °C führen allerdings wieder zum Abbau und Isomerisierung von Carotinoiden (Maiani et al., 2009).

1.2.3 Wirkungen von Carotinoiden auf die menschliche Gesundheit

Das kürzlich erschienene Umbrella Review von Blumfield et al. (2022) zeigt eindrucksvoll wie umfangreich und vielfältig die mittlerweile bekannten Wirkungen von Carotinoiden auf die menschliche Gesundheit sind. Unzureichende Serumspiegel an Carotinoiden erhöhen laut der Meta-Analyse von Yao et al. (2021) das Risiko für Übergewicht und Adipositas. Interventionsstudien mit Carotinoidsupplementen führten zu signifikanter Reduktion von Risikofaktoren wie Körpergewicht (-2,34 kg), BMI (-0,95 kg/ m²), Hüftumfang (-1,84 cm) und Gesamtcholesterin (-2,10 mg/ dL) bei gleichzeitig erhöhtem HDL-Cholesterin (+0,76 mg/ dL). In Kohortenstudien hatten Probanden mit der höchsten Carotinoideaufnahme ein um 15 % reduziertes Risiko für Herzinfarkt (Law et al., 1998) und leicht verbesserte kognitive Funktionen (Davinelli et al., 2021).

Bei Differenzierung in einzelne Carotinoide konnte für β -Cryptoxanthin in Kohortenstudien ein um 28 % reduziertes Risiko für osteoporosebedingte Hüftfrakturen (Kim et al., 2021) und ein um 27 % reduziertes Gesamtmortalitätsrisiko (Jayedi et al., 2018) gefunden werden. Weiterhin konnte ein Zusammenhang von β -Cryptoxanthin mit reduziertem Risiko für verschiedene Krebsarten beobachtet werden: -69 % für Kehlkopfkrebs, -64 % für Mundhöhlen- und Rachenkrebs (Leoncini et al., 2015); -42 % für Blasenkrebs (Wu et al., 2020) und -20 % für Lungenkrebs (Gallicchio et al., 2008), jeweils beim Vergleich der höchsten mit der niedrigsten Aufnahme von β -Cryptoxanthin. Bekanntester Vertreter der Carotinoide und gleichzeitig Provitamin A ist β -Carotin. Wofür ebenfalls mannigfaltige Risikoreduktionen für verschiedene Krebsarten beobachtet

werden konnten: -32 % Gebärmutterhalskrebs (Myung et al., 2011), -26 % Magenkrebs (Zhou et al., 2016), -57 % Kehlkopfkrebs (Leoncini et al., 2015), -20 % non-Hodgkin Lymphome (Chen et al., 2017), -46 % Mundhöhlenkrebs (Leoncini et al., 2015), -16 % Eierstockkrebs (Huncharek et al., 2001) und -22 % Pankreaskrebs (Huang et al., 2016), jeweils im Vergleich des höchsten mit dem niedrigsten Zufuhrniveau von β -Carotin. Weitere bedeutsame Risikosenkungen bei der höchsten β -Carotinzufuhr waren eine um 18 % reduzierte Gesamtmortalität (Jayedi et al., 2018) und eine um 32 % reduzierte Mortalität bei Herz-Kreislauf-erkrankungen (Jayedi et al., 2019), sowie 27 % weniger koronare Herzerkrankungen (Mente et al., 2009). Weiterhin war das Risiko für Knochenbrüche um 37 % (Charkos et al., 2020) und das Risiko für Hüftfrakturen um 28 % gesenkt (Xu et al., 2017).

Ein weiterer Vertreter der Carotinoide, für welchen Assoziationen mit der Risikoreduktion bei verschiedenen Krebsarten gefunden werden konnten, ist Lycopin. So konnte für das höchste im Vergleich zum niedrigsten Zufuhrlevel eine Risikoreduktion von 46 % für Gebärmutterhalskrebs (Myung et al., 2011), von 50 % für Kehlkopfkrebs (Leoncini et al., 2015), von 29 % für Lungenkrebs (Gallicchio et al., 2008), von 26 % für Mundhöhlen- und Rachenkrebs (Leoncini et al., 2015) und von 12 % für Prostatakrebs (Rowles et al., 2017). Die höchste Lycopinversorgung war ebenso assoziiert mit der Verbesserung von kardiovaskulärer Gesundheit: 13 % verringertes Risiko für koronare Herzkrankheit (Song et al., 2017), 14 % reduziertes Risiko für Herz-Kreislauf-erkrankungen allgemein und um 26 % reduziertes Schlaganfallrisiko (Cheng et al., 2019). Weiterhin ergab sich ein 15 % reduziertes Risiko an Diabetes Typ 2 (Jiang et al., 2021) zu erkranken und insgesamt ein um 37 % reduziertes Risiko an Herz-Kreislauf-erkrankungen zu sterben (Cheng et al., 2019). Die Gesamtmortalität war bei der höchsten Lycopinzufuhrkategorie im Vergleich zur niedrigsten um 28 % reduziert (Jayedi et al., 2018).

Lutein und Zeaxanthin wurden sowohl separat als auch gemeinsam untersucht. Leermakers et al. (2016) fanden beim Vergleich der höchsten mit der niedrigsten Luteinzufuhr ein um 18 % reduziertes Risiko für Schlaganfall und ein um 35 % reduziertes Risiko an Diabetes Typ 2 zu erkranken. Zeaxanthin hatte einzeln keinen Effekt auf Gesundheitsoutcomes. Gemeinsam mit Lutein konnte jedoch ein um 18 % reduziertes Risiko für non-Hodgkin Lymphome und ein um 47 % reduziertes Risiko für Blasenkrebs gefunden werden. Die Gesamtmortalität war beim Vergleich des höchsten Zufuhrniveaus von Lutein und Zeaxanthin um 15 % reduziert

1.3 Hauptklasse der Phenolsäuren

1.3.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Phenolsäuren

Phenolsäuren sind eine Gruppe wenig wasserlöslicher Carbonsäuren mit einem Phenolring als Hauptstrukturelement. Sie werden unterteilt in Hydroxyzimtsäuren und Hydroxybenzoesäuren, deren wichtigste Vertreter in Abb. 4 dargestellt sind.

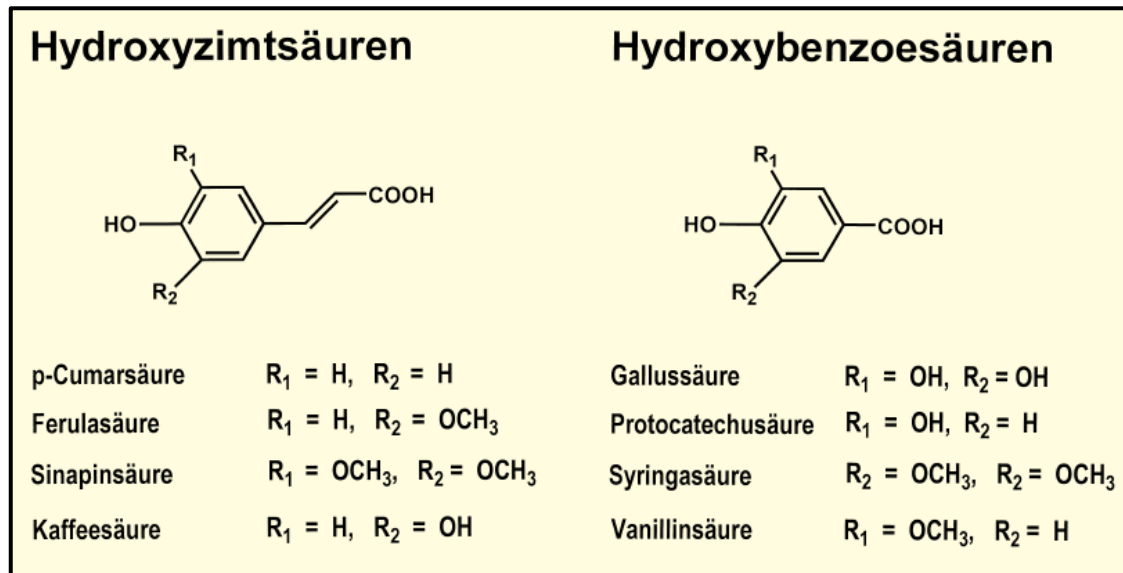


Abb. 4: Unterteilung der Phenolsäuren und deren häufigste Vertreter in pflanzlichen Lebensmitteln (entnommen aus Watzl und Rechkemmer, 2001c)

Häufig sind Phenolsäuren mit weiteren organischen Säuren oder mit Zuckern verestert. Chlorogensäure ist ein Ester aus Kaffeesäure und Chinasäure, welche vor allem über Kaffee aufgenommen wird. Phenolsäuren sind besonders in den Randschichten von Pflanzen enthalten, z. B. Ferulasäure in Getreide und Chlorogensäure in Kartoffeln. Eine aus zwei Gallussäuremolekülen bestehende Phenolsäure ist Ellagsäure, welche in hohem Maße in Walnüssen, Pecannüssen, Himbeeren und Brombeeren vorkommt (Watzl und Rechkemmer, 2001c).

1.3.2 Bioverfügbarkeit von Phenolsäuren

Entscheidend für die Bioverfügbarkeit von Phenolsäuren ist, ob sie als freie Säuren oder als Ester vorliegen. So können freie Phenolsäuren im Dünn- und Dickdarm resorbiert werden, während eine Verstoffwechslung der Ester nur über die Enzyme der Mikroflora im Dickdarm erfolgen kann (Watzl und Rechkemmer, 2001c). Beim Garen von Getreide wird die Bioverfügbarkeit verbessert, weil die Phenolsäuren aus ihren Estern freigesetzt werden. Beim Kochen von Gemüse überwiegen jedoch die Kochwasserverluste und die thermische Degradation, was die Bioverfügbarkeit verringert (Palermo et al., 2014).

1.3.3 Wirkungen von Phenolsäuren auf die menschliche Gesundheit

Die Studienlage für Phenolsäuren ist weniger umfangreich und nicht so eindeutig wie für Carotinoide. Das liegt unter anderem auch daran, dass die Trennung der Phenolsäuren von den Polyphenolen nicht immer erfolgt, und oftmals beide zusammengefasst werden. Dass beide Gruppen oft gemeinsam in LM vorkommen, macht die Trennung schwierig. Eine gute Möglichkeit ist Kaffee, welcher viel Chlorogensäure bzw. Kaffeesäure enthält oder alternativ isolierte Phenolsäuren als Supplement. Mehrere klinische Studien aus Japan konnten einen dosisabhängigen blutdrucksenkenden Effekt von Chlorogensäure zeigen. Kozuma et al. (2005) setzten dafür einen Extrakt aus grünen Kaffeebohnen ein und fanden für die beiden höchsten Dosen von 50 mg und 100 mg Chlorogensäure einen blutdrucksenkenden Effekt von systolisch -3,2 mmHg und -4,7 mmHg sowie diastolisch -3,2 mmHg und -3,9 mmHg. Yamaguchi et al. (2008) verwendeten speziellen Hydroxy-Hydroquinone freien Kaffee mit 0 mg, 82 mg, 172 mg und 299 mg Chlorogensäure und normalen Kaffee als Kontrolle. Sie beobachteten eine blutdrucksenkende Wirkung von durchschnittlich systolisch 2,9 mmHg und diastolisch 2,6 mmHg, wobei sie einen sigmoidalen Fit für die Dosis-Wirkungskurve verwendeten und feststellten, dass die Sättigung wahrscheinlich bereits bei ca. 100 mg Chlorogensäure eintritt. In einer prospektiven Kohortenstudie von Godos et al. (2017) wurde ebenfalls ein blutdrucksenkender Effekt beim Vergleich der Quartile mit der höchsten und niedrigsten Zufuhr an Phenolsäuren beobachtet.

Einen weiteren interessanten Effekt, welcher sehr wahrscheinlich auf Chlorogensäure zurückzuführen ist, beobachtete Thom (2007). In einer randomisierten placebo-kontrollierten Doppelblindstudie (RCT) in Norwegen verglich er Standardkaffee mit chlorogensäureangereichertem Kaffee in der Wirkung auf 30 übergewichtige Probanden. Sowohl das Körpergewicht als auch der Körperfettanteil der Probanden die den chlorogensäurehaltigeren Kaffee tranken war gegenüber der Standardkaffee Gruppe nach 12 Wochen signifikant reduziert. Grosso et al. (2016) konnten dies in einer prospektiven Kohortenstudie bestätigen, worin sie die inverse Korrelation des metabolischen Syndroms mit der Zufuhr von Phenolsäuren zeigen konnten.

Bezüglich des Einflusses auf Darmkrebs fanden Zamora-Ros et al. (2018) einen widersprüchlichen Effekt in der EPIC-Kohorte. So war die Fallhäufigkeit bei Dickdarmkrebs für Männer leicht reduziert [Hazard Ratio: 0,91; KI 95% (0,85 – 0,97); $p = 0,015$], jedoch die Fallhäufigkeit bei Enddarmkrebs für Frauen leicht erhöht [Hazard Ratio: 1,10; KI 95% (1,02 – 1,19); $p = 0,03$], jeweils beim Vergleich des ersten und letzten Quintils. Beide Ergebnisse erreichten aber nicht das Signifikanzniveau ($p = 0,002$), was nach Bonferroni-Korrektur für multiples Testen erforderlich gewesen wäre.

1.4 Hauptklasse der Polyphenole

1.4.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Polyphenolen

Die Polyphenole sind die größte und heterogenste Gruppe der bioaktiven Pflanzenstoffe. Innerhalb der Polyphenole sind die Flavonoide am häufigsten in LM zu finden. Sie werden weiter unterteilt in Anthocyane, Flavanole, Flavanone, Flavone, Flavonole, und Isoflavonoide, wobei letztere im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet werden sollen. Grundsätzlich bestehen Sie aus drei Kohlenstoffringen, wovon die beiden äußeren aromatisch (A und B) und der mittlere O-heterozyklisch (C) ist (s. Abb. 5). Die strukturellen Unterschiede am O-heterozyklischen Ring sind die Grundlage für die Einteilung der Untergruppen (Watzl und Leitzmann, 2005). Abb. 5 zeigt eine Übersicht der Untergruppen der Flavonoide.

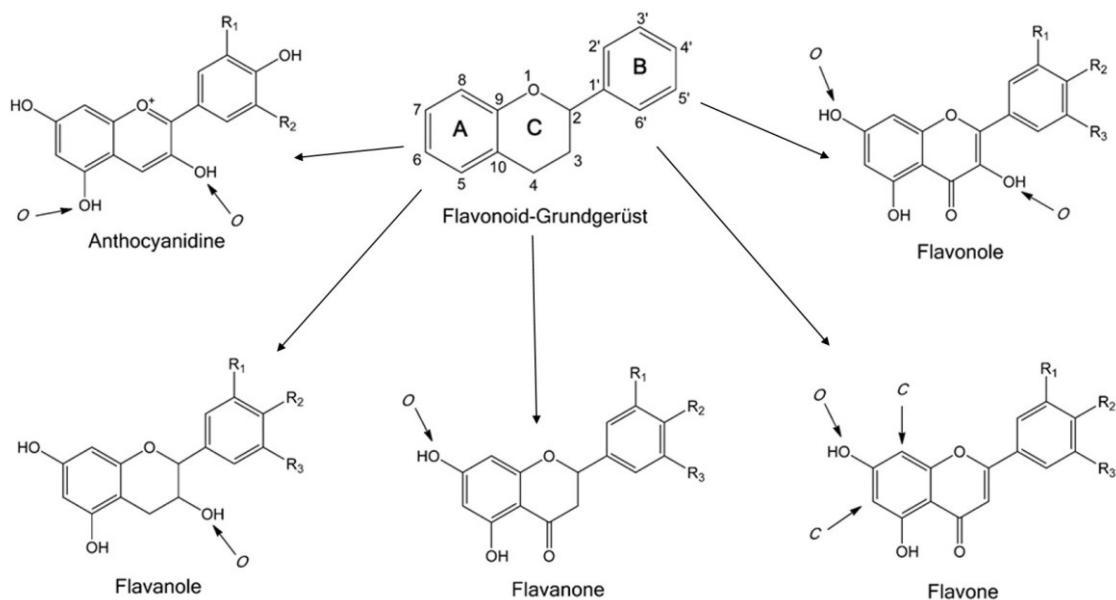


Abb. 5: Grundgerüst der Flavonoide und daraus abgeleiteter Strukturen der Untergruppen
R₁, R₂, R₃ sind mögliche Substituenten von spezifischen Substanzen, meist –H, –OH oder –OCH₃.
Mit Pfeilen markierte Positionen werden bevorzugt von O- bzw. C- verknüpften Glykosiden besetzt.
(modifiziert nach del Rio et al., 2013)

Eine sehr große strukturelle Vielfalt ergibt sich durch Modifikationen am Grundgerüst der jeweiligen Untergruppen, wobei die Verknüpfung mit verschiedenen Zuckerresten die häufigste Form ist. Die Kombination aus Position, Zuckerart und Zuckerrestanzahl führt zu tausenden möglicher glykosidischer Verbindungen. Korrespondierend zu den jeweiligen Glykosiden existiert immer ein Aglykon als Grundstruktur, worauf alle Berechnungen im Rahmen dieser Arbeit standardisiert wurden. Eine weitere Variante zur Erhöhung der Strukturvielfalt ist die Kondensation mehrerer Grundstrukturen zu Polymeren, wie z. B. den Proanthocyanidinen und Ellagitanninen.

1.4.2 Bioverfügbarkeit und Verstoffwechslung von Polyphenolen

Ähnlich komplex wie die Strukturvielfalt sind auch die Resorptionsmöglichkeiten von Polyphenolen im Verdauungstrakt. Als gesichert gilt, dass Voraussetzung für die Resorption im Dünndarm die Abspaltung der Zuckerreste mit Hilfe der Laktase-Phloridzin-Hydrolase ist. Glykoside bei denen das nicht möglich ist, werden im Dickdarm von der Mikroflora metabolisiert, und dann deren Spaltprodukte teilweise aufgenommen. Resorptionsstudien werden durch Sulfatierung, Glucuronidierung und Methylierung der aufgenommenen Aglykone erschwert. Bei Messungen von Metaboliten im 24 h Urin werden zwischen <0,1 % (Anthocyanidine) und 30 % (Flavan-3-ole) der zugeführten Polyphenole wiedergefunden (del Rio et al., 2013). Aufgrund der größtenteils hitze- und oxidationsempfindlichen Flavonoide kann deren Bioverfügbarkeit durch Kochen nicht gesteigert werden, sondern sinkt unterschiedlich stark, in Abhängigkeit von der verwendeten Garmethode und den spezifischen Eigenschaften der jeweiligen Substanz (vgl. Kapitel 3.2).

1.4.3 Wirkungen von Polyphenolen auf die menschliche Gesundheit

Die Studienlage zu Polyphenolen ist sehr umfangreich und ermöglicht eine differenzierte Betrachtung einzelner Untergruppen, kann aber aus Platzgründen nur auszugweise betrachtet werden.

Für Anthocyanidine konnten in Kohortenstudien, jeweils im Vergleich der höchsten und niedrigsten Zufuhr, folgende Effekte beobachtet werden: eine 11%ige Senkung der Gesamtmortalität sowie der mit kardiovaskulären Erkrankungen assoziierten Mortalität (Grosso et al., 2016), eine Reduktion des Darmkrebsrisikos um 32 % (Woo et al., 2013), und ein um 14 % reduziertes Risiko für Diabetes Typ 2 (Rienks et al., 2018). Weiterhin war die Anthocyaninaufnahme mit Risikosenkungen von -18 % für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Micek et al., 2021), -10 % für koronare Herzkrankheit (Fan et al., 2022), -8 % für Bluthochdruck (Godos et al., 2019), und -40 % für Speiseröhrenkrebs (Ciu et al., 2016).

Für flavanolreiche Schokolade und andere Kakaoprodukte zeigte eine systematisches Cochrane Review von 20 RCTs einen kleinen aber signifikanten Effekt für die systolische und diastolische Blutdrucksenkung um 2,8 mmHg respektive 2,2 mmHg (Ried et al., 2012).

Die Klasse der Flavone wurde vielfach in Meta-Analysen von Daten aus Kohortenstudien untersucht, wobei beim Vergleich der höchsten und niedrigsten Zufuhr folgende Effekte gefunden wurden: -14 % Risiko für Gesamtmortalität sowie 15%ige Reduktion der mit kardiovaskulären Erkrankungen assoziierten Mortalität (Grosso et al., 2016), 6 % reduziertes Risiko für koronare Herzkrankheit (Fan et al., 2022), -19 % Brustkrebsrisiko (Hui et al., 2013), -51 % Leberkrebsrisiko (Grosso et al., 2017) und ein um 22 % reduziertes Risiko für Speiseröhrenkrebs (Cui et al., 2016).

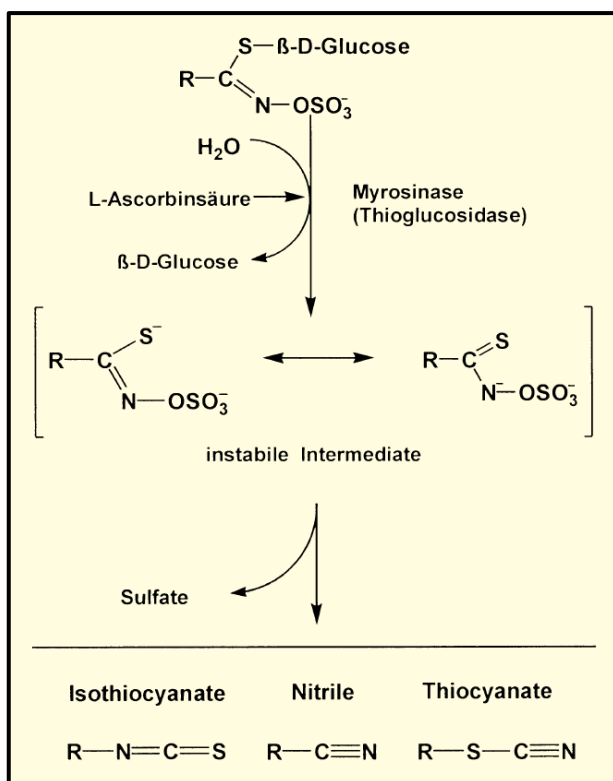
Die aus Kohortenstudien stammenden Daten für Flavonole vergleichen abermals das höchste mit dem niedrigsten Zufuhrniveau. Folgende kardiovaskuläre Risikoreduktionen konnten aufgedeckt werden: -14 % für Schlaganfälle (Wang et al., 2014), -15 % für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Micek et al., 2021), -12 % für koronare Herzkrankheit (Fan et al., 2022), -21 % Todesfälle durch kardiovaskuläre Erkrankungen (Grosso et al., 2016) und -20 % Todesfälle durch koronare Herzkrankheit (Huxley und Neil, 2003). Weiterhin wurde ein um 8 % reduziertes Risiko für Diabetes Typ 2 (Rienks et al., 2018) und reduzierte Risiken für folgende Krebsarten gefunden: -12 % Brustkrebs (Hui et al., 2013), -29 % Darmkrebs (Woo et al., 2013), -20 % Magenkrebs (Xie et al., 2016) und -32 % Eierstockkrebs (Grosso et al., 2017).

Für Proanthocyanidine konnte in Kohortenstudien ein um 11 % reduziertes Mortalitätsrisiko als Folge von Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Grosso et al., 2016), ein um 17 % reduziertes Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen (Micek et al., 2021), sowie 22 % weniger Risiko für koronare Herzkrankheit (Fan et al., 2022) und ein um 28 % reduziertes Darmkrebsrisiko (Woo et al., 2013) mit der höchsten Aufnahme von Proanthocyanidinen im Vergleich zur geringsten Aufnahme assoziiert werden. In RCTs konnte bei Supplementierung mit 100 – 400 mg Proanthocyanidinen für 5 - 16 Wochen eine systolische Blutdrucksenkung um 4,6 mmHg, eine diastolische Blutdrucksenkung um 2,8 mmHg und eine mittlere arterielle Blutdrucksenkung um 3,4 mmHg gemessen werden (Ren et al., 2021).

1.5 Hauptklasse der Glucosinolate

1.5.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Glucosinolaten

Glucosinolate, auch Senfölglykoside genannt, sind schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen, welche im Sekundärstoffwechsel der Pflanzen aus Aminosäuren gebildet werden. Sie sind ausschließlich in den Pflanzenfamilien der Kreuzblütler (Kohlgemüse, Senf, Meerrettich, Kresse) und Kreuzblüterartigen (Kapernstrauch) zu finden, von denen aktuell 88 bis 137 verschiedene Verbindungen bekannt sind (Blazevic et al., 2019). Ihre Grundstruktur ist relativ einfach, und besteht aus einer Glukoseeinheit, einer Thiogruppe, einer Sulfatgruppe und einem Aglykonrest, welcher Alkyl, Alkenyl, Aryl oder Indolylstruktur aufweist. Diese Struktur verursacht die geschmacklichen und physiologischen



Eigenschaften glucosinolathaltiger LM. Die Abspaltung des Aglykonrests erfolgt mit Hilfe des Enzyms Myrosinase, welches nur bei Verletzung der Pflanzenzelle freigesetzt wird. Abb. 6 zeigt den Reaktionsmechanismus über den die wirksamen Verbindungen der Isothiocyanate, Thiocyanate und Nitrile entstehen (Watzl und Rechkemmer, 2001b).

Glucosinolate sind hitzeempfindlich und gut wasserlöslich, weshalb sie beim Kochen abgebaut und leicht ins Kochwasser ausgewaschen werden können (s. Kapitel 3.2).

Abb. 6: Abspaltung Glucose von Glucosinolaten durch Myrosinase unter Bildung von Isothiocyanaten, Nitrilen, Thiocyanaten und Sulfaten (entnommen aus Watzl und Rechkemmer, 2001b)

1.5.2 Bioverfügbarkeit und Verstoffwechslung von Glucosinolaten

Isothiocyanate und Thiocyanate sind gut fettlöslich und können deshalb gut im Darm über passiven Transport aufgenommen werden. Im Blut werden sie dann mit Glutathion konjugiert, in Mercaptursäuren verstoffwechselt und über den Urin ausgeschieden. Unversehrte Glucosinolate können im Dickdarm von bakteriellen Myrosinasen gespalten und anschließend resorbiert werden (Watzl und Rechkemmer, 2001b).

1.5.3 Wirkungen von Glucosinolaten auf die menschliche Gesundheit

Das am besten erforschte Glucosinolat ist Glucoraphanin aus Brokkoli und sein korrespondierendes Isothiocyanat Sulforaphan. Seit den frühen 1990er Jahren, als seine chemoprotektive Wirkung gegen Krebs entdeckt wurde, sind mehr als 3000 Studien in Zellkultur und Tiermodellen, aber nur 50 klinische Studien mit Menschen durchgeführt wurden (Yagishita et al., 2019). Meta-Analysen von Interventions- und Kohortenstudien sind dementsprechend seltener und teilweise widersprüchlich (Connolly et al., 2021). So fanden Chen et al. (2018) in ihrer Meta-Analyse von 11 prospektiven Kohortenstudien mit mehr 750.000 Probanden aus Europa und Asien eine 13%ige Risikoreduktion für Diabetes Typ 2 bei hohem Konsum von Kohlgemüse, wohingegen in einer großen nordamerikanischen Kohorte mit mehr als 200.000 Probanden eine 16%ige Risikohöherung für Diabetes Typ 2 gefunden wurde (Ma et al., 2018). In einem aktuellen RCT mit 92 Diabetespatienten konnten Thorup et al. (2021) zeigen das 500 g Kohlgemüsekonsum pro Tag über 12 Wochen den Nüchternblutzuckerspiegel, Gesamtcholesterin, Körperfettmasse und Blutdruck signifikant senken kann. Armah et al. (2015) konnten in ähnlicher Weise in einem RCT mit 130 gesunden Erwachsenen einen LDL-Cholesterinsenkenenden Effekt von 400 g Brokkoli pro Tag für 12 Wochen nachweisen.

In einer australischen Kohorte mit 1226 Frauen über 70 konnten Blekkenhorst et al. (2017a) zeigen, dass die höchste Aufnahme von Kohlgemüse (>44 g pro Tag) mit einem 20 % reduziertem Risiko an arteriosklerosebedingten kardiovaskulären Ereignissen zu versterben, und einem um 28 % reduzierten Risiko für Knochenbrüche (Bleckenhorst et al. 2017b) einhergeht. Passend dazu konnten Luo et al. (2021) in vitro zeigen, wie Sulforaphan aus Brokkoli vor Knochenabbau durch Osteoklasten schützen kann.

Das am häufigsten untersuchte Gesundheitsoutcome für Kohlgemüsekonsum, also indirekt Glucosinolate und ihre Abbauprodukte, ist der Einfluss auf diverse Krebsarten. Meta-Analysen von Kohorten-, Interventions-, und Fallkontrollstudien konstatieren im Durchschnitt ca. 15 % Risikoreduktion. Wu et al. (2013a) analysierten 16 Fall-Kontroll-Studien und sechs Interventionsstudien und berechneten eine 19%ige Risikosenkung für Magenkrebs bei hohem Kohlgemüsekonsum. Für Darmkrebs wurden 24 Fall-Kontroll-Studien und 11 Interventionsstudien in die Analyse einbezogen und eine durchschnittliche Risikoreduktion von 18 % kalkuliert (Wu et al., 2013b). Liu et al. (2012) fanden für Prostatakrebs eine 10%ige Risikosenkung aus sieben Kohorten- und sechs Fall-Kontroll-Studien. Han et al. (2014) untersuchten den Einfluss von Kohlgemüsekonsum auf Eierstockkrebs, und werteten dafür sechs Fall-Kontroll-Studien und fünf Kohortenstudien aus. In den Fall-Kontrollstudien wurde eine 16%ige Risikosenkung

beobachtet, aber in den Kohortenstudien konnte kein Zusammenhang gefunden werden. Liu und Lv (2013) analysierten 11 Fall-Kontroll-Studien und zwei Kohortenstudien zum Zusammenhang von Kohlgemüse und Brustkrebs mit dem Ergebnis einer 15%igen Risikoreduktion. Zum Blasenkrebs wurden von Yao et al. (2014) sechs Fall-Kontroll-Studien und fünf Kohortenstudien ausgewertet und eine insgesamt 16%ige Senkung des Risikos berechnet, allerdings offenbarte eine Subgruppenanalyse nach Ländern, dass für die USA eine 20%ige Risikoreduktion, aber es für Europa keinen Zusammenhang gab. Fast alle der Autoren stellten fest, dass der Zusammenhang zwischen Kohlgemüsekonsum und der jeweiligen Krebsart in Kohortenstudien schwächer ausgeprägt war als in Interventions- und Fall-Kontroll-Studien und weitere Anstrengungen unternommen werden sollten, um die Ergebnisse zu untermauern.

1.6 Hauptklasse der Phytosterole

1.6.1 Chemische Eigenschaften und Vorkommen von Phytosterolen

Phytosterole sind fettlösliche Verbindungen, die dem menschlichen Cholesterin sehr ähnlich sind. Sie unterscheiden sich lediglich in einer Seitenkette (s. Abb. 7) und sind wichtiger Bestandteil von pflanzlichen Zellmembranen (Watzl und Rechkemmer, 2001a).

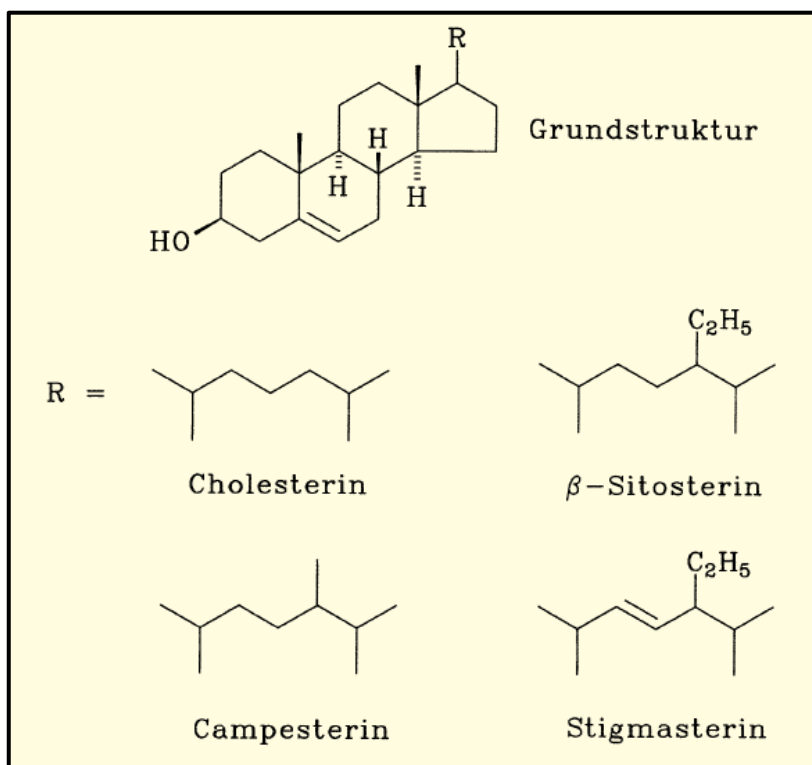


Abb. 7: Grundstruktur und Seitenketten (Buchstabe R) einiger Phytosterole (entnommen aus Watzl und Rechkemmer, 2001a)

Bisher wurden über 250 verschiedene Phytosterole identifiziert, wobei vor allem drei verschiedene in der menschlichen Ernährung zu finden sind: β -Sitosterin (65 %), Campesterin (30 %) und Stigmasterin (5 %) (Moreau et al., 2018). Aufgrund ihrer Fettlöslichkeit sind sie vor allem in fetthaltigen Pflanzenbestandteilen, wie Samen und Nüssen, und den daraus gewonnenen Ölen enthalten. Bei der Raffination von Ölen gehen viele Phytosterole verloren, und der Gehalt sinkt um ca. 70 % (Watzl und Rechkemmer, 2001a). Beim Kochen hingegen werden viele Phytosterole aus ihren Estern freigesetzt, insbesondere bei Gemüse und Hülsenfrüchten mit relativ geringen Basisgehalten (Kaloustian et al., 2007).

1.6.2 Bioverfügbarkeit und Verstoffwechslung von Phytosterolen

Phytosterole werden wie Cholesterin im Dünndarm in Mizellen eingelagert und über den Niemann Pick C1 Like 1 Transporter resorbiert (Davis und Altmann, 2009), allerdings in wesentlich geringerem Umfang als Cholesterin, und zwar invers abhängig von der Seitenkettenlänge (Heinemann et al., 1993). Zusätzlich werden Phytosterole von den Darmepithelzellen aktiv über den ATP-binding-cassette Transporter wieder zurück ins Darmlumen sezerniert (Ostlund, 2004). Ein Teil der Phytosterole wird jedoch auch im Enterozyten verestert und ins Blut abgegeben (Trautwein et al., 2003). Die Plasmalevel von Phytosterolen erreichen aber nur 0,5 % von Cholesterin (Marangoni & Poli, 2010).

1.6.3 Wirkungen von Phytosterolen auf die menschliche Gesundheit

Der cholesterinsenkende Effekt von Phytosterolen ist gut bekannt und seit 2009 auch von der EFSA unterstützt. So kann eine tägliche Aufnahme von 1,6 bis 2 g Phytosterolen die Cholesterinabsorption um ca. 30 % hemmen und somit die Plasmaspiegel von LDL-Cholesterin um 8 bis 10 % senken. Dieser Effekt ist sogar additiv zu Statinen wirksam (Marangoni & Poli, 2010). Neuere Studien (32) in Tiermodellen deuten darauf hin, dass Phytosterole auch in der Krebsprävention und Therapie von Brust- und Darmkrebs eine wichtige Rolle spielen könnten. Mehrere Marker und Transkriptionsfaktoren mit Bedeutung für Tumorwachstum, Gefäßneubildung, Metastasenbildung und Resistenz gegen Apoptose konnten konsistent in allen Tiermodellen mit Phytosterolen reduziert werden. Die Autoren der Übersichtsarbeit schlussfolgern, dass Phytosterole in klinischen Studien am Menschen getestet werden sollten, weil sie eine sichere und günstige Ergänzung zur Krebsbehandlung sein könnten (Cioccoloni et al., 2020)

2. Material und Methoden

2.1 Auswertung der eBASIS-Datenbank

Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen (BPS) sind bisher nicht oder nur vereinzelt in Nährstoffdatenbanken, wie z.B. der USDA (USDA, 2022) vorhanden. Deshalb war es notwendig zunächst Daten zu BPS zusammenzutragen. Neben der USDA gab es, zum Entscheidungszeitpunkt im Januar 2016, noch den Phenol-Explorer (Neveu et al., 2010) vom INRA (*Institut national de la recherche agronomique*) aus Frankreich und die eBASIS-Datenbank der EuroFIR AISBL (*European Food Information Resource*). Da sich die USDA und der Phenol-Explorer auf Polyphenole beschränken, wurde eBASIS ausgewählt, denn hier werden grundsätzlich alle bekannten BPS erfasst (Plumb et al., 2017). Die Datenbank eBASIS wird von der gemeinnützigen Organisation EuroFIR AISBL (Sitz Brüssel) betrieben und in gemeinsamer Arbeit mit dem Quadram Institute Bioscience (Sitz Norwich) regelmäßig aktualisiert. eBASIS enthält Informationen über BPS in Obst, Gemüse, Kräutern, Schalenobst und Getreide. Daten zu Getränken wie Kaffee, grüner Tee, schwarzer Tee und Kräutertees sind ebenfalls verfügbar. Insgesamt enthält eBASIS 44.667 Datenpunkte aus über 1.000 Publikationen und betrachtet hierbei ein Spektrum von 277 verschiedenen Nutzpflanzenarten (Stand 28.10.2022). Da die Daten aus Publikationen mit sehr verschiedenen Hintergründen stammen, aber es in eBASIS explizit um Lebensmittel geht, war umfangreiche Standardisierung der erfassten Daten unvermeidlich. Zu jeder BPS-Mengenangabe wurden Daten in 65 Spalten erfasst (Id, Reference no, Author, Title, Journal, Volume, Year, Pages, Publisher, Reference information, Plant Food Supplement, Plant name, Scientific name, Part, Sub-species/Cultivar, Maturity, Country of origin, Region, Season, Growing condition, EuroFIR classification, Generic food name, GMO, Diseased plant, Plant description, Shape, state or form, Heat treatment, Cooking method, Treatment applied, Preservation method, Sample year, Primary sample unit size, Primary sample units, Analytical sample size, Analytical portion size, Analytical portions, Portion replicates, Sample plan, Sample handling, Compound class, Compound, Analytical std. source, Analytical method name, Analytical method, Average level, Minimum level, Maximum level, Standard deviation, Mean standard error, Unit, Aim of the method, Purpose of the method, Extraction and preparation, Identification, Activity, Compositional comments, Plant/Food description, Processing defined, Sampling plan, Sample handling2, Compound identification, Analytical method3, Analytical performance, Quality code, Quality comments). Es sind jedoch fast nie in allen Spalten Informationen erfasst, sondern nur soweit diese auch in

der jeweiligen Publikation verfügbar waren. Im Rahmen dieser Arbeit wurden diese Daten aus eBASIS exportiert und mit Hilfe von Microsoft Excel™ systematisch ausgewertet. Dabei wurde zu allererst die grundlegende Plausibilität geprüft, also z.B. ob in Zahlenfeldern Zahlen stehen und in Textfeldern Text. Anschließend folgte die Tiefenprüfung auf Datenkonsistenz, wobei sich leider herausstellte das relevante Informationen nicht konsistent in der gleichen Spalte erfasst waren. Bspw. gehört die Einordnung der Sorte „Blutorange“ in das Feld „Subspecies/Cultivar“. Diese Information konnte aber auch in der Spalte „Generic Food Name“ oder „Plant Description“ stehen. Daten von Blutorangen dürfen im Sinne einer bestmöglichen Datenqualität nicht mit Daten normaler Orangen vermischt werden. Aufgrund der partiell fehlerbehafteten Zuordnung von Daten wurde das Filtern und Zusammenstellen des Datenmaterials substanziell erschwert. Weiterhin mussten die Einheiten der Konzentrationsangaben harmonisiert werden. Als Standard wurde hier „mg pro kg Frischgewicht“ gewählt, so dass Angaben in „µg“ und „µmol“ sowie die Angaben in Trockenmasse auf den Standard umgerechnet werden mussten. Zur Umrechnung der Trockenmassegehalte wurde der für die jeweilige Frucht angegebene Wassergehalt des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) Version 3.02 verwendet. Die so entstandene Exceltabelle aller Daten aus eBASIS wurde mit Excel-Tools gefiltert, sortiert, und zur besseren Übersicht nach Nutzpflanzenarten aufgeteilt. Alle für den europäischen Markt relevanten Nutzpflanzen sind alphabetisch sortiert und in separaten Tabellenblättern abgelegt. Ausgewertet wurden jedoch nur Daten von Studien, welche bei der eBASIS-internen Qualitätseinstufung eine der beiden obersten Stufen erreicht haben („Acceptable“ und „some limitations“). Die Ermittlung der arithmetischen Mittelwerte und Mediane erfolgte dann für alle Einzelverbindungen, welche anschließend in BPS-Subklassen aggregiert und für die Darstellung in den Hauptklassen (Carotinoide, Phenolsäuren, Polyphenole, Glucosinolate, Phytosterole) summiert wurden. Für die Ermittlung der Polyphenolgehalte wurde von allen Glykosidverbindungen (Anthocyane, Flavane, Flavanone, Flavone, Flavonole) auf das korrespondierende Aglykon umgerechnet. Dieser zusätzliche Schritt war für die Vergleichbarkeit der Daten notwendig, weil es eine Vielzahl an Zuckerresten mit sich stark unterscheidenden molaren Massen gab.

2.2 Berechnung des Einflusses verschiedener Gartechniken

Grundsätzlich kann der Einfluss von thermischen Prozessen auf den Gehalt von BPS in Lebensmitteln positiv oder negativ sein. Er kann direkt erfolgen, wenn bspw. unter Hitzeeinwirkung Oxidation oder Spaltung von BPS begünstigt wird. Oder indirekt, wenn die Lebensmittelmatrix (Zellwandstrukturen aus Cellulose und Lignin) von Obst und Gemüse beim Kochen erweicht, was dann in der Folge Nährstoffe aus dem Zellinneren freisetzen kann. Dies kann zu verbesserter Bioverfügbarkeit dieser Stoffe beitragen, aber auch zum Auswaschen ins Kochwasser führen. Einige Substanzen bilden unter geeigneten Bedingungen irreversible Komplexe, wie z. B. Phenolsäuren mit Proteinen und Tanninen (Palermo et al., 2014). Die grundlegenden chemischen Eigenschaften der BPS wie Hydro- oder Lipophilie entscheiden dann darüber welche Gartechnik (Kochen, Dämpfen, Braten, Frittieren) welchen Einfluss hat. So ist die Auslaugung ins Kochwasser von wasserlöslichen Glucosinolaten hoch, aber von fettlöslichen Carotinoiden gering. Abb. 8 zeigt die wichtigsten Einflussfaktoren von Garprozessen auf den BPS-Gehalt von rohen Lebensmitteln.

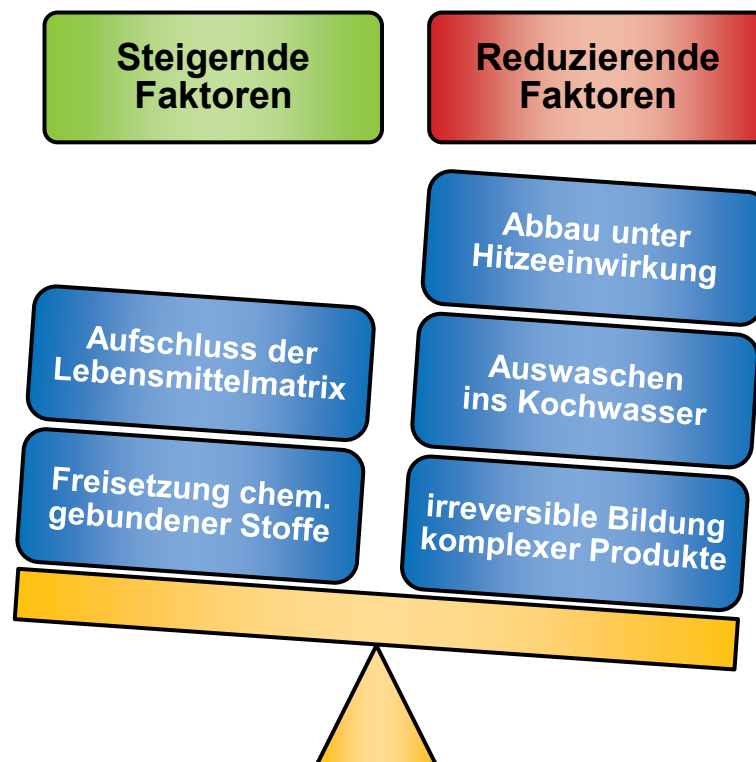


Abb. 8: Einflussfaktoren von thermischen Prozessen beim Kochen auf den BPS-Gehalt

Die Erhaltungsfaktoren für die jeweiligen BPS-Hauptklassen (Carotinoide, Polyphenole, Phenolsäuren, Glucosinolate) wurden aus dem Review von Palermo et al. (2014) und weiteren Publikationen abgeleitet, wobei analog der üblichen Praxis für Datenlücken in Nährstoffdatenbanken (Greenfield & Southgate, 2003), fehlende Daten durch Daten von ähnlichen Lebensmitteln ergänzt wurden. Die Erhaltungsfaktoren für Phytosterole wurden mit Daten aus den Arbeiten von Kaloustian et al. (2007) und Thanh et al. (2005) berechnet. Daten für Getreide und Backwaren wurden direkt aus Normen et al. (2002) übernommen.

2.3 Zufuhrschätzung anhand der DGE-Empfehlungen zum Obst- und Gemüseverzehr

Für eine Abschätzung der Zufuhr von BPS konnte leider nicht auf Daten aus der NVS II zurückgegriffen werden, weil dort keine explizite Erfassung von Obst und Gemüse erfolgt ist. Deshalb wurde ein anderer Ansatz gewählt, um die Zielwerte für das nutriRECIPE-Modell festzulegen. Exemplarische Wochenspeisepläne für Vollwertkost der DGE für einen Tagesbedarf von 1600 kcal, 2000 kcal und 2400 kcal (DGExpert Software Version 1.7.5, 2015) wurden analysiert und ausgewertet. Für alle aufgelisteten Lebensmittel wurde geprüft, ob Daten bezüglich BPS-Gehalt in eBASIS verfügbar sind. Gegarte Lebensmittel wurden nach der im Kapitel 2.2 beschriebenen Vorgehensweise berechnet. Zusätzlich wurden für Brot und Backwaren die Phytosteroldaten aus der Publikation von Normen et al. (2002) übernommen. Die Summenwerte der betrachteten fünf BPS-Hauptklassen sind in Tab. 12 dargestellt, und dienen, wie in Kapitel 3.3.1 beschrieben, als Zielwerte für das nutriRECIPE-Modell, welches um BPS erweitert werden soll.

2.4 Rezeptdaten und Daten der Einzellebensmittel

2.4.1 Rezeptdaten der Mittagsmahlzeiten

Für die Auswertung von Mittagsmahlzeiten der Gemeinschaftsverpflegung wurde ein sechswöchiger Speiseplan des Studentenwerkes Chemnitz/Zwickau ausgewertet, welcher insgesamt 93 klassische Rezepte und 13 Rezepte aus der nährstoffoptimierten mensaVital®-Menülinie enthielt.

2.4.2 Nährstoffinformationen und Zutatenlisten der Einzellebensmittel

Im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten wurden Daten von 4000 Produkten des Lebensmitteleinzelhandels (LEH) mit allen gesetzlich vorgeschriebenen und freiwillig angegebenen Informationen der Hersteller auf der Verpackung erfasst. Für die Berechnung des nutriRECIPE-Indexwertes waren lediglich die Nährstoffinformation (Big7) und Zutatenlisten erforderlich, aus denen wie in Kapitel 2.6.4 beschrieben, die Zutatenzusammensetzung und daraus wiederum alle noch fehlenden Nährstoffe berechnet werden konnten.

2.5 Zuordnung (Mapping) von Rezeptdaten und Zutatenlisten zu BLS-Einträgen

2.5.1 Rezeptdaten von Gemeinschaftsküchen und Caterern

Gemeinschaftsküchen und Caterer erfassen die Daten ihrer Rezepte häufig in einer allgemein verständlichen Form, die aber nicht konkret genug ist, um die Daten ernährungsphysiologisch auswerten zu können. Nicht selten sind einzelne Einträge aus mehreren Zutaten zusammengesetzte Lebensmittel, was unter anderem daran liegt, dass zunehmend mehr Convenienceprodukte verwendet werden. Die Herausforderung ist die möglichst genaue Zuordnung des Rezepteintrages zu einem oder mehreren BLS-Einträgen. Hierfür wurden die zusammengesetzten Lebensmittel nach Herstellerangaben in Einzelkomponenten zerlegt. Eine weitere systematische Ungenauigkeit ergab sich dadurch, dass der Wareneinsatz als Rohgewicht der Lebensmittel angegeben wurde. Für die Berechnung des Nährstoffgehaltes der resultierenden Speisen sind die Garverluste bei Mineralstoffen, Vitaminen und bioaktiven Pflanzenstoffen jedoch von entscheidender Bedeutung. Im BLS existieren Einträge für gegarte Lebensmittel, wo diese Verluste mittels der von Bognar et al. (2002) ermittelten Erhaltungsfaktoren berücksichtigt sind. Ebenso muss bei der Verwendung der BLS-Einträge der Wasserverlust während der Zubereitung mit einbezogen werden. Zu diesem Zweck wurden bei allen relevanten Lebensmitteln, wie z. B. Fleisch und stärkehaltige Beilagen, die Rohgewichte mit den Faktoren für die Wasserabgabe oder –aufnahme im Garprozess multipliziert. Hierbei war es ebenfalls von Bedeutung zu erfassen welche Garmethode (Braten, Kochen, Dämpfen) verwendet wurde.

2.5.2 Zutatenlisten von Produkten im Lebensmitteleinzelhandel (LEH)

Zutatenlisten von Produkten des LEH müssen gezielt vorbereitet und standardisiert werden, wenn diese automatisiert durch einen Algorithmus (s. Kapitel 2.6.4) ausgewertet werden sollen. Aufgrund der sprachlichen Vielfalt existiert eine große Varianz bei der Beschreibung der Produktzutaten, so dass 50 verschiedene Beschreibungen für ein und denselben BLS-Eintrag keine Seltenheit waren. Weiterhin gibt es bedingt durch Globalisierung und Produktinnovationen immer wieder Zutaten für die noch kein Eintrag im BLS vorhanden ist. Hier musste über Recherche der Nährwerte und in anderen Nährstoffdatenbanken, wie beispielsweise der USDA, entweder der bestmögliche BLS-Eintrag verknüpft werden, oder ein komplett neuer Eintrag erzeugt werden. So wurden im Rahmen des Back-to-the-Root-Projektes (DBU, 2021) insgesamt 20 neue Einträge zum verwendeten BLS Version 3.02 ergänzt.

2.6 Algorithmen und Modelle

2.6.1 nutriRECIPE-Index – Basisversion mit Makro- und Mikronährstoffen

Die Basisversion des nutriRECIPE-Modells wurde gemeinsam mit Frau Volkhardt, wie bereits in Ihrer Dissertation beschrieben, entwickelt (s. Arbeitsaufteilung im Anhang A). Nachfolgend sollen die wichtigsten Eckpunkte der Basisversion erläutert werden und anschließend auf Anpassungen aufgrund geänderter Referenzwerte, aktueller Versorgungslage und Praxiserfahrungen in der Anwendung des nutriRECIPE-Modells eingegangen werden.

Beim nutriRECIPE-Modell in seiner Ursprungsversion handelt es sich um einen nährstoffbasierten und energieadjustierten Ansatz zur Bewertung von Mahlzeiten in der Gemeinschaftsverpflegung. Wie bereits von Frau Ina Volkhardt (Dissertation, 2021) und in der Publikation Forner et al., 2021 beschrieben bietet dieser Ansatz viele Vorteile gegenüber den Lebensmittel- und Lebensmittelgruppen basierten Ansätzen anderer Modelle. Bei der Auswahl der Nährstoffe wurden neben den „Big8“ (Energiegehalt, Eiweiß, Kohlenhydrate, davon Zucker, Fett, davon gesättigte Fettsäuren, Ballaststoffe, Kochsalz) auch Vitamine und Mineralstoffe betrachtet, welche ebenfalls in den DGE-Qualitätsstandards für die Betriebsverpflegung (DGE, 2018) verwendet wurden. Zudem sind die insgesamt 19 Nährstoffe (vgl. Tab. 1) in 16 erwünschte und drei unerwünschte Inhaltsstoffe aufgeteilt. Die Zielwerte für die erwünschten Nährstoffe entsprechen den DGE-Referenzwerten, und bei den unerwünschten Inhaltsstoffen den

Empfehlungen der DGE für eine angemessene Zufuhr (DGE-ÖGE-SGE, 2018) der selbigen. Um die Inhaltsstoffe in ihrer populationsspezifischen Relevanz differenzieren zu können, wurden Gewichtungsfaktoren, aus den Quotienten der Zielwerte und dem Versorgungsgrad der Bevölkerung gemäß NVS II, berechnet. Eingebettet in eine auf dem natürlichen Logarithmus basierende Funktionsgleichung resultiert eine ausbalancierte Bewertung, welche nicht nur die Bedarfsdeckung honoriert, sondern auch Bonus (erwünschte Nährstoffe) und Malus (unerwünschte Inhaltsstoffe) nach dem Prinzip des abnehmenden Grenznutzens integriert. Eine graphische Darstellung des Funktionsverlaufs zeigt die folgende Abb. 9.

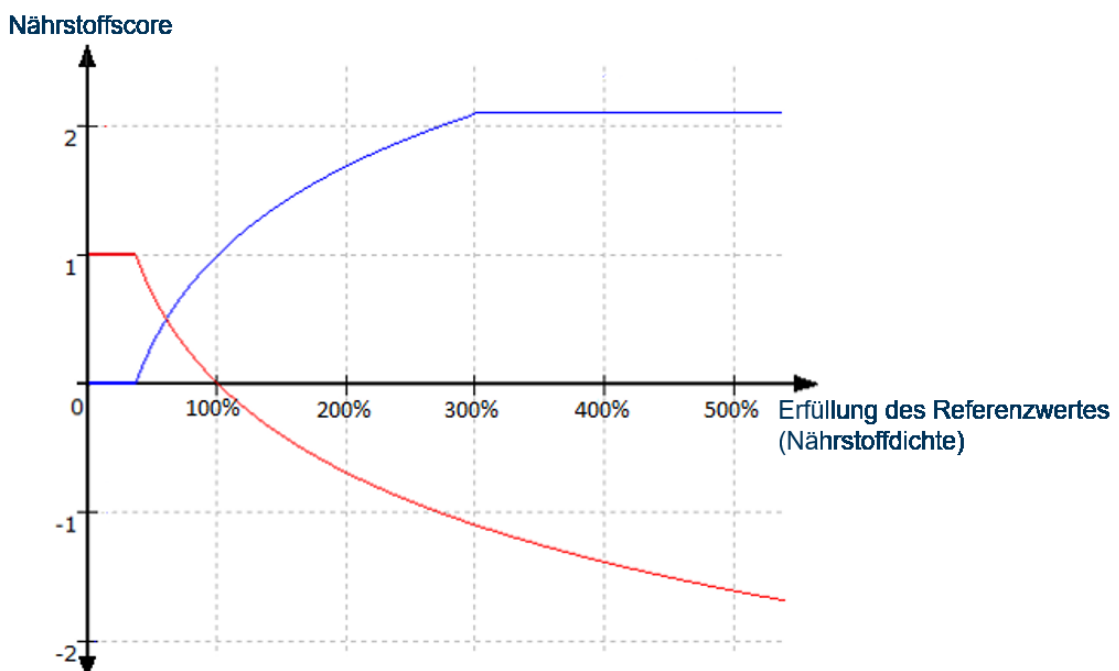


Abb. 9: Funktionsgraphen der nutriRECIPE-Gleichungen für erwünschte Makro- und Mikronährstoffe (blau) sowie unerwünschten Inhaltsstoffen (rot)

Folgende Formeln liegen den Berechnungen für erwünschte Nährstoffe (Y_1) und unerwünschte Inhaltsstoffe (Y_2) zugrunde:

$$Y_1 = \left(\ln \left(\frac{N_{LM}}{N_{Ziel}} \times \frac{E_{Ziel}}{E_{LM}} \right) + 1 \right) \times \frac{N_{Zu}}{N_{Ziel}}$$

$$Y_2 = -\ln \left(\frac{N_{LM}}{N_{Ziel}} \times \frac{E_{Ziel}}{E_{LM}} \right) \times \frac{N_{Zu}}{N_{Ziel}}$$

N_{LM} – Nährstoffgehalt des Lebensmittels

N_{Ziel} – Nährstoffzielwert bzw. angemessene Tageszufuhr für die Zielgruppe

E_{Ziel} – empfohlene Energiezufuhr pro Tag bzw. Tagesenergiebedarf

E_{LM} – Energiegehalt des Lebensmittels

N_{Zu} – Nährstoffzufuhr in der Zielgruppe

Tab. 1 zeigt die aktuellen Zielwerte für alle Makro- und Mikronährstoffe, welche in die Berechnung des nutriRECIPE-Indexes einfließen. Im Vergleich zur nutriRECIPE-Modellversion, welche in der Dissertation von Frau Ina Volkhardt zur Anwendung kam, wurden folgende Anpassungen vorgenommen:

1. Der Vitamin D Zielwert wurde von 20 µg auf den vormaligen DGE-Referenzwert von 5 µg zurückgesetzt. Zum einen kann man in der betrachteten Zielgruppe der gesunden Erwachsenen im Alter von 25-51 Jahren bei der Mehrheit von einer ausreichenden Sonnenexposition für die Eigensynthese in der Haut ausgehen. Und zum anderen führte der hohe Zielwert im Vergleich zu den natürlich vorkommenden Gehalten in Lebensmitteln dazu, dass der Vitamin D Gehalt bei der Bewertung kaum eine Rolle gespielt hat. Insbesondere konnten Lebensmittel mit geringen und moderaten Vitamin D Gehalten diesbezüglich nicht differenziert bewertet werden. Wie in Abb. 9 am Verlauf der blauen Linie zu sehen ist, muss mindestens eine Nährstoffdichte von 35 % erreicht werden, um eine positive Bewertung zu erhalten. Das heißt, wenn der Zielwert zu weit weg von real in LM vorkommenden Gehalten ist, kann das nutriRECIPE-Modell nicht differenzieren.
2. Der Zielwert für Vitamin B6 wurde auf den korrekten Wert 1,6 mg geändert.
3. Der Referenzwert für Vitamin B12 von 3 µg wurde seitens der DGE auf einen Schätzwert von 4 µg geändert (DGE, 2019a).
4. Bei Zink wird nun bei der DGE die Phytataufnahme bei der Zufuhrempfehlung berücksichtigt. Im nutriRECIPE-Index wird der Wert von 10 mg auf 14 mg Zink, entsprechend einer moderaten Phytataufnahme, angepasst (DGE, 2019b).
5. Der Versorgungsgrad der Bevölkerung bei Salz und Iod wird nicht mehr aus den Schätzungen der NVS II, welche kein Jodsalz berücksichtigt hatten, abgeleitet, sondern aus Analysewerten im Spontanurin im Rahmen der DEGS1-Studie. (RKI, 2015)
6. Für die Zuckierzufuhrschätzung wird jetzt der Zuckerverbrauch pro Kopf von 34,6 kg pro Jahr der Jahre 2018/19 (Statista, 2021) verwendet.
7. Im nutriRECIPE-Index sind nun auch negative Bewertungen möglich. Diese Anpassung war notwendig, weil Einzellebensmittel im Gegensatz zu Komplettgerichten teilweise sehr einseitig sind. Um beispielsweise Süßwaren mit hohem Zuckergehalt differenziert bewerten zu können, ist eine Erweiterung des Wertebereichs um negative reelle Zahlen erforderlich.

Tab. 1: Basiskomponenten im nutriRECIPE-Index - aktualisierte Zielwerte entsprechend den DGE-Referenzwerten und Zufuhrdaten für Makro- und Mikronährstoffe

Kategorie	Nährstoff	Zielwert	aktuelle Zufuhr
Energie	Energiegehalt	2000 kcal	
<i>erwünschte Inhaltsstoffe</i>			
Kohlenhydrate	Ballaststoffe	30 g	25,7 g
Proteine	Protein	84 g	78,75 g
Fette	MUFA* + PUFA**	20 % der Energie	
Vitamine	Vitamin D	5,0 µg	3,35 µg
	Vitamin E	14 mg	14,7 mg
	Thiamin	1,2 mg	1,55 mg
	Riboflavin	1,4 mg	1,95 mg
	Vitamin B6	1,6 mg	2,3 mg
	Folat	300 µg	314 µg
	Vitamin B12	4,0 µg	5,4 µg
	Vitamin C	110 mg	152 mg
Mineralstoffe	Calcium	1000 mg	1081 mg
	Magnesium	350 mg	412,5 mg
	Eisen	15 mg	13,75 mg
	Zink	14 mg	10,9 mg
	Iod	200 µg	125,6 µg
<i>unerwünschte Inhaltsstoffe</i>			
Kohlenhydrate	Zucker	50 g	95 g
Fette	gesättigte Fettsäuren	10 % der Energie	
Mineralstoffe	Kochsalz (NaCl)	6 g	9,2 g

* MUFA ... einfach ungesättigte Fettsäuren; ** PUFA ... mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Da weitere Veränderungen der DGE-Referenzwerte, der Versorgungsdaten (NVS III ist in Arbeit) oder der BPS-Daten wahrscheinlich sind, wurde der nutriRECIPE-Index so konzipiert, dass neue Parameter sehr leicht in den Index integriert werden können.

2.6.2 Algorithmus für die Berechnung der Zutatenanteile

Die Berechnung der Zutatenverteilung von Produkten aus dem LEH war die Zielstellung des Back-to-the-Root-Projektes (BTTR), welches die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) gemeinsam mit der Technischen Universität Ilmenau (TU) durchgeführt hat. In einem stetigen gemeinsamen Iterationsprozess konnte Wissen zu lebensmittelrechtlichen Vorgaben, der Struktur von Nährstoffdaten-banken wie dem BLS, spezifische Kenntnisse von LM und ihrer Verarbeitung, und Spezialwissen zur ernährungsphysiologischen Bewertung von LM (nutriRECIPE-Index) mit mathematischen Verfahren und IT-Kenntnissen verknüpft werden. Das folgende Schaubild (Abb. 6) veranschaulicht die herausgearbeitete Lösungsstrategie für dieses Problem.

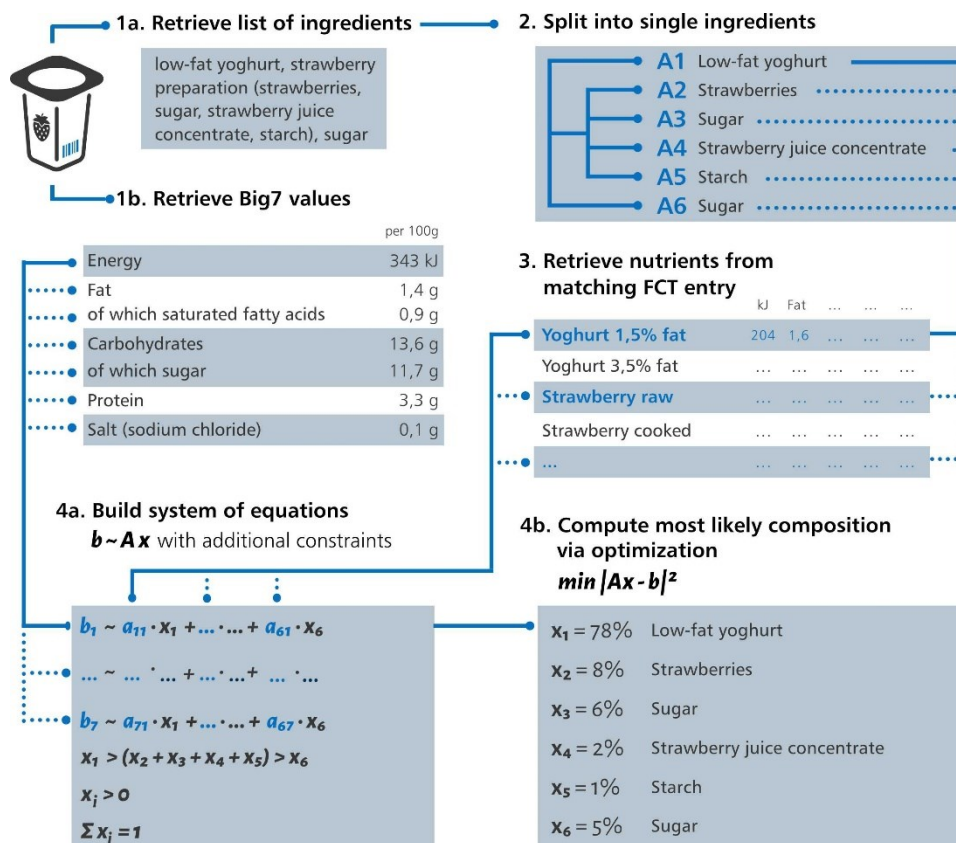


Abb. 10 Schritt-für-Schritt-Darstellung des Algorithmus für die Berechnung der Zutatenverteilung von Produkten aus dem Lebensmitteleinzelhandel (übernommen aus Bohn et al., 2022)

Da auf LM die Mengenangaben für die einzelnen Zutaten fehlen, war es notwendig diese zu berechnen. Im ersten Schritt ist es erforderlich die Zutatenliste (s. Abb. 10: 1a.) und die Nährstoffinformationen (s. Abb. 10: 1b.) zu erfassen. Im BTTR-Projekt haben Studierende die Produkte im LEH fotografiert und die Daten anschließend in einer vordefinierten Excel-Tabelle erfasst. Ein Parsing-Algorithmus (lat. pars = Teil) zerteilt den Textblock im zweiten Schritt (s. Abb. 10: 2.) nach vorgegebenen Regeln in einzelne Zutaten, welche im dritten Schritt (s. Abb. 10: 3.) einzelnen Einträgen aus einer Nährstoffdatenbank (BLS) zugeordnet werden. Mit den Nährstoffinformationen direkt vom Produkt und von den einzelnen Zutaten, zugeordnet zu BLS-Einträgen, wird ein Gleichungssystem aufgestellt, was als Rahmenbedingungen zusätzlich die EU-Regeln zur Lebensmittelkennzeichnung (EU Regulation No. 1169/2011) berücksichtigt (s. Abb. 10: 4a.). Mit Hilfe dieses Gleichungssystems, welches für jedes Produkt individuell ist, kann über verschiedene Optimierungsmethoden die Zutatenverteilung berechnet werden (s. Abb. 10: 4b.). Mit diesen Daten kann dann im Anschluss eine Bewertung des LM mit dem nutriRECIPE-Index und ebenso eine Ökobilanzierung (Meier et al., 2015) vorgenommen werden.

2.7 Aufbau einer MS Access™-Datenbank zur Rezept erfassung

Die Datenbank besteht aus vier Tabellen, von denen zwei statisch sind, und die anderen beiden zur Eingabe der Rezeptdaten der Menüs dienen. In der Tabelle Tab_Menüs werden die Menünamen gemeinsam mit der Portionsanzahl (Kalkulierte Anzahl von Portionen, die mit den im Rezept angegebenen LM-Mengen erreicht werden sollen.) der Rezeptur und Bemerkungen zusammengefasst. In die Tabelle Tab_Zutaten_Menüs werden die einzelnen Zutaten des Rezeptes, ausgewählt aus den BLS-Einträgen, ergänzt um Menge und Notizen dazu, eingegeben. Die Tabelle Tab_Menüs ist über die Variable MenüID in einer 1-n Verknüpfung mit der Tabelle Tab_Zutaten_Menüs verbunden. Die Tabelle Tab_Zutaten_Menüs enthält die Daten des BLS Version 3.02 in ihrer vom MRI bereitgestellten Struktur. Die Tabelle Tab_Zutaten_Menüs ist über die Variable SBLS (BLS-Schlüsselnummer) und einer n-1 Verknüpfung mit der Tabelle Tab_Zutaten_BLS verbunden. Die Tabelle Tab_Zutaten_BLS enthält die Daten des BLS Version 3.02 in ihrer vom MRI bereitgestellten Struktur. Die Tabelle Tab_Zutaten_BLS ist ebenfalls über die Variable SBLS (BLS-Schlüsselnummer) und einer 1-1 Verknüpfung mit der Tabelle Tab_SPS verbunden.

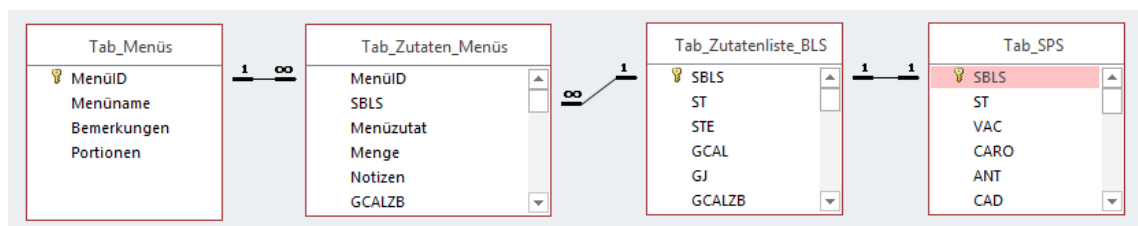


Abb. 11: Übersicht der im Rahmen dieser Arbeit betrachteten bioaktiven Pflanzenstoffe, Tabellen und Variablenverknüpfungen in der MS Access™ Datenbank

2.7.1 Integration des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS)

Der BLS in der Version 3.02 wird vom MRI in Form einer Exceltabelle mit 14815 Zeilen und 142 Spalten ausgeliefert. Davon sind 3870 Zeilen Standardrezepturen bzw. Menükomponenten unterschiedlicher Komplexität. Die Produktpalette reicht hierbei von „Toastbrot mit Butter und Honig“ bis „Rinderroulade mit Rotkohl und Klößen“. Bekannte Fehler des BLS in der Version 3.02 stellt das MRI in einer sogenannten Diskrepanzliste zur Verfügung. Die Diskrepanzliste vom 14.05.2020 (MRI, 2020) wurde in allen kritischen Punkten in die originale Exceltabelle eingearbeitet. Fehler welche ihren Ursprung in Berechnungen mit fehlerhaften Daten haben (z. B. 3870 Menükomponenten und Standardrezepte, s.o.), konnten jedoch nicht angepasst werden. Dies betrifft allerdings nur BLS-Einträge, welche für die Kalkulation der in der Datenbank erfassten Rezepte

keine Relevanz haben. Die modifizierte Exceltabelle wurde im exakt gleichen Format in die Accessdatenbank eingelesen, um bei BLS-Updates eine fehlerfreie Überschreibung aller Daten zu gewährleisten.

2.7.2 Integration der aus eBASIS extrahierten BPS-Daten

Die BPS-Daten aus eBASIS sind in einer separaten Tabelle als Summenwerte für die Unter- und Hauptklassen der BPS erfasst. Hierfür wird, wie in Kapitel 2.1 beschrieben, das arithmetische Mittel und der Median der Einzelverbindungen aus eBASIS verwendet. Die Verknüpfung mit den BLS-Einträgen erfolgt über die BLS-Schlüsselnummer als eindeutigem Identifikator des jeweiligen Lebensmittels. Die Separierung der BPS- von den BLS-Daten ermöglicht voneinander unabhängige Updates. Die Zusammenführung der Daten geschieht in Auswertungsjournalen über den Abruf der jeweils benötigten Tabellenspalten.

3. Ergebnisse

Kapitel 3.1 enthält die Ergebnisse der Extraktion von 12539 Einzelwerten aus 402 Publikationen von den insgesamt 44.667 Datenpunkten und über 1.000 Publikationen der eBASIS-Datenbank.

Kapitel 3.2 skizziert die Vorgehensweise zur Bestimmung der Erhaltungsfaktoren für BPS, welche für die Berechnung von BLS-Einträgen zur Anwendung kamen.

Kapitel 3.3 zeigt die Erweiterung des nutriRECIPE-Index um fünf Kategorien zur Bewertung bioaktiver Pflanzenstoffe und die vergleichende nutriRECIPE-Bewertung von 106 Mensamenüs sowie 4000 Produkten des LEH.

Kapitel 3.4 beschreibt die Aufspaltung des nutriRECIPE-Index in zwei spezifische Bewertungen für Frauen und Männern und die vergleichende nutriRECIPE-Bewertung von 4000 Produkten des LEH.

3.1 BPS-Gehalte von rohem Obst und Gemüse sowie Schalenobst und Ölsaaten

Insgesamt wurden Daten zu 145 verschiedenen Nutzpflanzenarten aus der eBASIS-Datenbank für die Auswertung der BPS-Gehalte herangezogen. Bei vielen Nutzpflanzen gab es Daten zu mehreren Rohprodukten oder Verarbeitungsstufen, woraus sich ergab, dass zu 222 BLS-Einträgen Direktzuordnungen vorgenommen werden konnten. Nachfolgend sind für alle fünf BPS-Hauptklassen Top 15 Tabellen der besten Gemüse und Obst dargestellt. Die vollständigen Daten befinden sich im Anhang B dieser Arbeit.

3.1.1 Carotinoide

Tab. 2: Top 15 Liste der carotinoidreichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Dill	Dill frisch	20,3	20,3
Brunnenkresse	Brunnenkresse frisch	15,7	15,7
Grünkohl	Grünkohl roh	14,9	12,7
Chicoree	Chicoree roh	12,0	12,0
Petersilie	Petersilienblatt frisch	11,3	11,3
Spinat	Spinat roh	11,2	10,7
Basilikum	Basilikum frisch	11,1	11,1
Karotte	Karotte roh	10,2	10,1
Tomate	Tomate rot roh	10,0	10,2
Süßkartoffel	Süßkartoffel roh	7,9	7,9
Gemüsepaprika	Gemüsepaprika gelb roh	7,6	7,6
Wassermelone	Wassermelone roh	7,2	7,2
Gemüsepaprika	Gemüsepaprika rot roh	7,1	4,6
Salbei	Salbei frisch	7,0	7,0
Kerbel	Kerbel frisch	5,5	5,5

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

Frische Kräuter und Blattgemüse belegen mit ihren hohen Luteingehalten die vorderen Plätze bei den Carotinoiden, so wartet Dill mit 14,2 mg und Grünkohl mit 9,8 mg Lutein respektive 20,3 mg und 14,9 mg Gesamtcarotinoiden pro 100 g auf. Bei der Karotte hingegen hat das β -Carotin einen Anteil von ca. 97 % am Gesamtcarotinoidgehalt von

10,2 mg pro 100 g. Ähnlich hoch ist der Lykopingehalt der rohen Tomate mit 9,1 mg bei einem Gesamtcarotinoidgehalt von 10,0 mg pro 100 g. Die Wassermelone hat als einziges Obst in den Top 15 immerhin noch 6,90 mg Lykopin bzw. 7,2 mg Carotinoide pro 100 g Frischgewicht. Man kann also bereits mit einer mittleren Karotte, zwei Strauchtomaten und einer halben Paprika pro Tag den Carotinoid-Zielwert von 20 mg im nutriRECIPE-Index erreichen.

3.1.2 Phenolsäuren

Tab. 3: Top 15 Liste der phenolsäurereichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Rosmarin	Rosmarin frisch	980,6	1131,5
Zitronenmelisse	Zitronenmelisse frisch	653,5	545,1
Salbei	Salbei frisch	579,9	579,9
Lein	Leinsaat roh	389,7	371,6
Kiwi	Kiwi roh	332,0	332,0
Chicorée	Chicorée roh	191,1	193,8
Artischocke	Artischocke roh	185,4	123,7
Pflaumenbaum	Pflaumen roh	179,7	88,0
Oregano	Oregano frisch	165,0	165,0
Salat	Schnittsalat roh	163,1	168,7
Kirschbaum	Süßkirsche roh	157,3	157,3
Pfefferminze	Pfefferminze frisch	140,4	140,4
Apfelbaum	Apfel roh	123,9	123,9
Thymian	Thymian frisch	104,1	104,1
Rotkohl	Rotkohl roh	104,0	104,0

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

Bei den Phenolsäuren belegen die Kräuter Rosmarin, Zitronenmelisse und Salbei die ersten drei Plätze mit Phenolsäuregehalten von 980,6 mg, 653,5 mg und 579,9 mg pro 100 g. Die mengenmäßig bedeutendste Verbindung ist bei allen drei Kräutern die Rosmarinsäure, welche auch bei Oregano, Pfefferminze und Thymian vorherrschend ist. Leinsaat punktet als Vertreter der Ölsaaten mit hohen Gehalten an p-Cumarsäure und Ferulasäure mit einem Gesamtphenolsäuregehalt von 389,7 mg pro 100 g. Die weiteren

Spitzenplätze teilen sich Obst- und Gemüsepflanzen untereinander auf, wobei Kiwi mit ihren hohen Chinasäuregehalten (332,0 mg pro 100 g) und Chicorée mit seinem hohen Chicoréesäuregehalt (191,1 mg pro 100 g) besonders hervorzuheben sind. Mediterrane Kräuter, ein kleiner Salat und ein Apfel genügen, um den Zielwert im nutriRECIPE-Index zu erreichen.

3.1.3 Polyphenole

Tab. 4: Top 15 Liste der polyphenolreichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank (Alle Glykosidverbindungen wurden auf Aglykone umgerechnet und aufsummiert.)

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Pfefferminze	Pfefferminze frisch	983,4	995,8
Holunder	Holunderbeere roh	486,5	321,6
Himbeere	Himbeere roh	412,9	369,0
Birnenbaum	Birne roh	374,7	427,3
Brombeere	Brombeere roh	348,8	213,5
Heidelbeere	Heidelbeere roh	311,9	243,3
Erdbeere	Erdbeere roh	302,7	278,9
Pfirsichbaum	Pfirsich roh	298,4	227,0
Petersilie	Petersilienblatt frisch	290,8	171,3
Mangobaum	Mango roh	287,4	285,1
Pistazienbaum	Pistazie roh	286,4	285,6
Maulbeerbaum	Maulbeere roh	245,0	148,2
Walnussbaum	Walnuss roh	186,1	96,5
Papayabaum	Papaya roh	185,4	185,4
Rotkohl	Rotkohl roh	161,6	161,6

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

Den ersten Platz bei den polyphenolreichen LM belegt die Pfefferminze mit ihren sehr hohen Eriocitringehalten und einem Gesamtpolyphenolgehalt von fast 1 g pro 100 g. Die nächsten beiden Plätze gehen an Holunderbeere und Himbeere mit 486,5 mg respektive 412,9 mg pro 100 g Polyphenolen. Zusammen mit Brombeere, Heidelbeere und Erdbeere gehören sie zum Beerenobst, was besonders hohe Gehalte an Anthocyanen aufweist. Erwähnenswert ist an dieser Stelle, dass die Wildform der Heidelbeere ungefähr doppelt so hohe Anthocyanengehalte hat wie die Kulturform. Eine weitere Beere

mit sehr hohen Anthocyangehalten von ca. 700 mg pro 100 g ist die Aroniabeere, welche aber bisher keinen korrespondierenden Eintrag im Bundeslebensmittelschlüssel hat. Ebenfalls hohe Polyphenolgehalte von 374,7 mg, 298,4 mg und 286,4 mg pro 100 g haben Birnen, Pfirsiche und Pistazien, was diesen Fällen auf deren Pro(antho)cyanidingehalte zurückzuführen ist. Bei Petersilie hingegen ist der hohe Polyphenolgehalt von 290,8 mg pro 100 g durch das Flavon Apigenin bedingt, was gemeinsam mit den Flavonolen Kämpferol, Myricitin und Quercetin bei den Südfrüchten Mango und Papaya für hohe Polyphenolgehalte von 287,4 mg respektive 185,4 mg pro 100 g sorgt. Als einziger Gemüsevertreter in dieser Liste kann Rotkohl von seinen Cyanidin-3-glucosidgehalten profitieren und immerhin noch 161,6 mg Polyphenolgehalt pro 100 g erreichen.

3.1.4 Glucosinolate

Tab. 5: Top 15 Liste der glucosinolatreichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Senf	Senfkorn gelb	4295,8	3975,5
Meerrettich	Meerrettich roh	822,8	636,5
Gartenkresse	Kresse roh	735,6	735,6
Kohlrübe	Kohlrübe roh	548,9	462,1
Kapernstrauch	Kapern roh	409,2	431,4
Grünkohl	Grünkohl roh	169,6	114,4
Rucola	Rucola roh	113,9	113,9
Broccoli	Broccoli roh	113,7	67,9
Weißer Rüb	Weißer Rüb roh	104,1	97,9
Spitzkohl	Spitzkohl roh	83,1	71,9
Rosenkohl	Rosenkohl roh	83,1	45,8
Rettich	Rettich roh	72,8	88,1
Wirsingkohl	Wirsingkohl roh	67,1	10,5
Weißkohl	Weißkohl roh	65,3	51,5
Rotkohl	Rotkohl roh	61,0	35,0

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

Glucosinolate sind fast ausschließlich in der Familie der Kreuzblütengewächse bekannt. Zu den Spitzenreitern gehören Senf mit 4295,8 mg, Meerrettich mit 822,8 mg und Kresse mit 735,6 mg pro 100 g Lebensmittel. Der Kapernstrauch gehört als eine der wenigen glucosinolathaltigen Nutzpflanzen lediglich zur Ordnung der Kreuzblüterartigen, und belegt mit 409,2 mg pro 100 g den fünften Platz. Am bekanntesten sind Glucosinolate in den verschiedenen Speisekohllarten, wie z.B. Grünkohl, Broccoli, Rosenkohl und Wirsingkohl mit Glucosinolatgehalten von 169,6 mg, 113,9 mg, 83,1 mg und 67,1 mg pro 100 g Frischgewicht.

3.1.5 Phytosterole

Tab. 6: Top 15 Liste der phytosterolreichsten Lebensmittel aus der eBASIS-Datenbank

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Weizen	Weizenkeimöl	2745,7	2745,7
Mais	Maiskeimöl	869,6	861,9
Raps	Rapsöl	725,1	745,2
Lein	Leinöl	712,7	712,7
Sesam	Sesamöl	582,4	588,2
Sonnenblume	Sonnenblumenöl	519,1	517,5
Sesam	Sesamkörner roh	381,5	381,5
Soja	Sojaöl	378,7	369,8
Erdnuss	Erdnussöl	370,5	304,7
Olivenbaum	Olivenöl	314,8	279,9
Pistazienbaum	Pistazie roh	270,4	256,5
Sonnenblume	Sonnenblumenkern roh	236,7	232,1
Walnussbaum	Walnussöl	218,0	216,0
Lein	Leinsamen roh	189,7	190,2
Mandelbaum	Mandel süß roh	182,4	184,6

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

Phytosterole finden sich in Getreide, Ölsamen, Hülsenfrüchten und Nüssen, wobei die Öle dieser Nutzpflanzen den höchsten Gehalt haben. Platz 1 belegt mit großem Abstand das Weizenkeimöl mit 2745,7 mg pro 100 g, gefolgt von Maiskeimöl, Rapsöl, Leinöl, Sesamöl und Sonnenblumenöl mit 869,6 bis 519,1 mg pro 100 g. Entsprechend

ihres Ölgehaltes haben Ölsamen und Nüsse selbst dann ca. 30-50% des Phytosterolgehaltes ihrer korrespondierenden Öle. Olivenöl liegt mit 314,8 mg Phytosterolen pro 100 g deutlich unter anderen Speiseölen wie z.B. Rapsöl mit 725,1 mg und Sonnenblumenöl mit 519,1 mg pro 100 g Öl.

3.2 BPS-Gehalte von verarbeitetem Obst und Gemüse sowie Schalenobst und Ölsaaten

Für die Berechnung der BPS in verarbeitetem Gemüse und Obst wurde vielfach auf die von Palermo et al. (2014) ermittelten Durchschnittswerte für BPS-Erhaltungsfaktoren zurückgegriffen, wobei die einzelnen Publikationen vorher geprüft und Werte ggf. korrigiert wurden. In einigen Fällen mussten Studien aufgrund von realitätsfernen Kochbedingungen (wie z. B: das Kochen von Gemüse in der 20-fachen Menge Wasser) ausgeschlossen werden. Bei Gemüsen und Obst ohne eigene Daten zu BPS-Gehalten aus Kochversuchen, wurde auf das bestmögliche Surrogat zurückgegriffen, z. B. wurden verschiedene Kohlarten von Weißkohl und Rotkohl oder die Erhaltungsfaktoren für β -Cryptoxanthin in Aprikosen von Paprika abgeleitet. Für die Bestimmung der Erhaltungsfaktoren von getrockneten Lebensmitteln wurde auf die Übersichtsarbeit von Raveendran et al. (2022) zurückgegriffen, worin ein starker Einfluss des Trocknungsverfahrens auf den Erhalt von BPS festgestellt wurde. Die besten Ergebnisse lieferte Gefriertrocknen und Vakuumtrocknen, wohingegen das schonend erscheinende Trocknen in der Sonne noch schlechtere Ergebnisse als Heißlufttrocknen lieferte. Für Deutschland wird Gefriertrocknen als dominante Methode unterstellt, und ein allgemeiner Verlustfaktor von 0,5 für Carotinoide, Phenolsäuren und Polyphenole angenommen. Dies stellt eine eher konservative Schätzung dar, da die von Raveendran et al. (2022) ermittelten Faktoren im Mittel größer sind, und in einem Wertebereich von 0,4 bis 0,9 liegen. Für Glucosinolate wurde ebenfalls ein Erhaltungsfaktor von 0,5 verwendet, weil sie erst oberhalb von 100°C (analog zu den Carotinoiden) in größerem Umfang thermisch degradiert werden (Hanschen et al., 2014). Da Phytosterole sogar beim Frittieren stabil sind (Winkler et al., 2007), wurde für Trocknungsprozesse ein Erhaltungsfaktor von 1,0 unterstellt. Für alle Trocknungsprozesse wurde der Wasserverlust mit den im BLS hinterlegten Daten zum Wassergehalt der LM berechnet.

3.2.1 Carotinoide

Carotinoide sind unter Küchenbedingungen relativ thermostabil und werden beim Kochprozess aus der Lebensmittelmatrix freigesetzt. So konnte eine groß angelegte Studie in Großbritannien bereits 1994 zeigen, dass Kochen von grünem Gemüse den Luteingehalt durchschnittlich um 24 % und den β -Carotingehalt um 38 % erhöht (Hart & Scott, 1994). Ihre geringe Wasserlöslichkeit (vgl. Kapitel 1.2.1) verhindert zudem effektiv Verluste über das Kochwasser. Spätere Studien konnten diese Ergebnisse bestätigen, wobei die Ergebnisse, in Abhängigkeit vom jeweils untersuchten Gemüse, von leichten Verlusten (10 - 20 %) bis zu sehr großen Erhöhungen (bis zu 400 %) schwankten. So fanden Bernhardt & Schlich (2005) bei roten Paprika eine Reduktion des β -Carotins um 20 %, bei Broccoli jedoch eine Erhöhung um 400 %. Beide Resultate waren ähnlich für alle drei untersuchten Garverfahren (Dämpfen, Kochen, Schmoren). Den größten Anteil am Gesamtcarotinoidgehalt grüner Gemüse hat Lutein (vgl. Kapitel 3.1). Bunea et al. (2008) fanden eine 21 %ige Reduktion von Lutein bei Spinat, wohingegen Delchier et al. (2012) eine 25%ige Erhöhung von Lutein bei Spinat und +18 % bei grünen Bohnen nachweisen konnten. Das in Tomaten vorkommende Carotin Lykopin ist etwas hitzeempfindlicher, so fanden Sahlin et al. (2004) eine 14%ige Reduktion durch Kochen und -7 % durch Backen. Kidmose et al. (2006) stellten nach 2- minütigem Braten von Tomatenhälften eine Erhöhung des Lykopingehalts um 8 % fest. Mayeaux et al. (2006) fanden heraus, dass Lykopin oberhalb von 100°C sehr viel schneller degradiert wird. So waren nach 30 Minuten bei 100°C noch 90 % des Lykopins intakt, aber bei 125°C waren nur noch 40 %, und bei 150°C nur noch 5 % nachweisbar. Das 2-minütige Frittieren von 25 g Tomatensuspension in 30 ml Sojaöl (Pfanne, 165°C) zerstörte bereits 65 % des Lykopins. Da das Gargut unter haushaltsüblichen Bedingungen aber selten heißer als 100°C wird, sind solche extremen Lykopinverluste nicht zu erwarten. Paprika enthält neben Zeaxanthin und β -Carotin auch β -Cryptoxanthin, dessen Gehalte nach dem Kochen von roten Paprika um 22 % erhöht sind (Granado et al., 1992). Sutliff et al. (2020) beschreiben Paprika als Hauptquelle für β -Cryptoxanthin, dessen Gehalt sich in gekochter Paprika kaum von roher Paprika unterscheidet. Das beschriebene Verhalten von Carotinoiden in Fruchtgemüsen, wie Paprika und Tomate, lässt sich am besten auf Obst übertragen, welches zwar üblicherweise roh verzehrt wird, aber zu kleineren Teilen auch gekocht, z. B. als Kompott, gegessen wird. Die folgende Tabelle zeigt eine Auswahl häufig verzehrter Gemüse (Tab. 7).

Tab. 7: Auswahl carotinoidreicher gekochter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Carotinoide von Palermo et al. (2014)

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Grünkohl	Grünkohl gegart	15,8	13,6
Spinat	Spinat gegart	11,2	10,7
Karotte	Karotte gegart	10,2	10,1
Tomate	Tomate rot gekocht	8,6	8,8
Gemüsepaprika	Paprika rot gekocht	8,6	5,3

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

3.2.2 Phenolsäuren

Phenolsäuren sind unter Küchenbedingungen relativ empfindlich, und unterliegen während des Kochens laut Palermo et al. (2014) hauptsächlich drei Prozessen: Dem oxidativen Abbau, der Freisetzung von Phenolsäuren aus phenolischen Konjugaten und der Bildung von Komplexen mit anderen Substanzen wie Proteinen, Tanninen und Anthocyanidinen. Hinzu kommt, dass Phenolsäuren gut wasserlöslich sind, also insbesondere beim klassischen Kochen in Wasser starke Verluste erleiden können. In Tab. 8 wird eine Auswahl der LM mit den höchsten Phenolsäuregehalten dargestellt.

Tab. 8 Auswahl phenolsäurereicher gekochter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Phenolsäuren von Palermo et al. (2014)

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Artischocke	Artischocke gegart	512,0	232,2
Lein	Leinsamen gegart	389,7	371,6
Kiwi	Kiwi gegart	166,0	166,0
Perlhirse	Hirse gegart	97,2	97,2
Rotkohl	Rotkohl gegart	93,6	93,6

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

Miglio et al. (2008) konnten zeigen, dass bei Karotten die Phenolsäuren beim Kochen vollständig verloren gehen, aber beim Dämpfen 57 % und beim Braten 69 % erhalten bleiben. Für Zucchini stellten die gleichen Autoren einen Verlust von 70 % durch Kochen, aber nur 40 % durch Dämpfen fest. Auch Mazzeo et al. (2011) konnten für Karotten und Blumenkohl zeigen, dass Dämpfen die beste Methode für den Erhalt der Phenolsäuren

darstellt. Abweichend von Miglio et al. (2008) stellten Mazzeo et al. (2011) bei Karotten (Blumenkohl) nur einen Phenolsäureverlust von 50 % (30 %) durch Kochen, und sogar eine 30%ige (18%ige) Erhöhung durch Dämpfen fest. Bunea et al. (2008) analysierten verschiedene Spinatproben mit dem Ergebnis, dass Kochen den Phenolsäuregehalt um 11 % steigert. Ein überraschendes Resultat war, dass Blanchieren und Schockfrost den Phenolsäuregehalt im Spinat um 66 % erhöht, und anschließendes Kochen den Gehalt nochmals um 85 % steigert, was bezogen auf den rohen Spinat eine Steigerung von 206 % bedeutet. Ähnlich starke Steigerungen konnten Ferracane et al. (2008) bei Artischocken beobachten. Die Zunahme von 66 % beim Kochen und 94 % beim Dämpfen führen die Autoren vor allem auf Umesterungen von phenolischen Konjugaten und Freisetzung von Phenolsäuren zurück. Diese beiden Prozesse sind ebenfalls bestimmend für die Erhöhung der Phenolsäuregehalte in Getreide und Pseudogetreide. N'Dri et al. (2012) konnten bei Perlhirse eine Zunahme der freien und gebundenen Phenolsäuren von 78 % bzw. 6 % nach dem Kochen zeigen. Xu und Chang (2009) untersuchten Erbsen, Kichererbsen und Linsen, und fanden folgende Verluste für Phenolsäuren nach dem Kochen (Dämpfen): 37 % (16 %) bei Erbsen, 56 % (38 %) bei Kichererbsen und 41 % (3 %) bei Linsen. Eine wichtige Quelle für Phenolsäuren in der deutschen Küche sind Kartoffeln, welche jedoch den größten Teil der Phenolsäuren in der Schale speichern (Mattila & Hellström, 2006). Die Verluste durch Kochen und Dämpfen werden von Tudela et al. (2002) mit 66 % bzw. 52 % beziffert. Insgesamt zeigt sich, dass die Wassermenge und Expositionsdauer im Wasser respektive Dampf die wichtigsten Einflussfaktoren auf den Phenolsäuregehalt nach dem Garen sind. Einige Lebensmittel (Hirse, Artischocken) profitieren ganz besonders von der Freisetzung freier Phenolsäuren aus der Lebensmittelmatrix während des Kochvorgangs.

3.2.3 Polyphenole

Polyphenole mit den sechs Unterklassen: Anthocyanidine, Flavanone, Flavanole, Flavone, Flavonole, und Proanthocyanidine sind ebenfalls relativ hitze- und oxidationsempfindlich. Zusätzlich können sie sowohl aus gebundener Form gelöst werden, als auch durch Polymerisation Komplexe bilden (Palermo et al., 2014). In Abhängigkeit der Verknüpfungsform mit einem oder mehreren Zuckern ergeben sich verschiedene Wasserlöslichkeiten, wobei die wasserlöslichen Varianten wiederum anfällig für die Auswaschung mit dem Kochwasser sind. Somit sind auch in dieser BPS-Klasse die Verluste durch Kochen in Wasser am höchsten (oft > 50 %), und Dämpfen ist die Garmethode für maximalen Erhalt von Polyphenolen. Mazzeo et al. (2011) stellten bei

tiefgefrorenen Karotten einen Verlust von 45 % durch Kochen, aber nur 5 % nach dem Dämpfen fest. Für tiefgefrorenen Spinat war der Kochverlust 4 %, und mit Dämpfen konnte der Polyphenolgehalt sogar um 45 % gesteigert werden. Ähnliches beobachteten Gliszczyńska-Świątło et al. (2006) bei Broccoli, wo Kochen in Wasser zu 74%igen Verlusten führte, aber Dämpfen den Polyphenolgehalt um 46 % steigern konnte. Bei Tomaten (Zwiebeln) fanden Crozier et al. (1997) einen Verlust von 82 % (75 %) nach dem Kochen, aber nur 35 % (21 %) nach dem Braten. Xu und Chang (2009) untersuchten Erbsen, Kichererbsen und Linsen, und fanden folgende Verluste von Polyphenolen für Kochen (Dämpfen): 57 % (34 %) bei Erbsen, 63 % (40 %) bei Kichererbsen und 37 % (15 %) bei Linsen. Beim Kochen von Kartoffeln gehen 27 % aller Flavonoide und 42 % der Flavanole verloren (Perla, 2012). Analog den Phenolsäuren ist der Verlust über das Kochwasser bei Polyphenolen ein wichtiger Einflussfaktor auf den Gehalt. Für die Übertragung der Ergebnisse auf Obst heißt das, dass die Verluste am ehesten vergleichbar mit den Ergebnissen beim Dämpfen sind, denn beim Einkochen und Backen von Obst wird kein Kochwasser weggeschüttet. Tab. 9 zeigt eine Auswahl an polyphenolreichen gegarten Obst- und Gemüsesorten.

Tab. 9: Auswahl polyphenolreicher gekochter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Polyphenole von Palermo et al. (2014)

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Himbeere	Himbeere gegart	512,0	232,2
Brombeere	Brombeere gegart	244,1	149,4
Petersilie	Petersilienblatt gegart	203,6	119,9
Rotkohl	Rotkohl gegart	113,0	113,0
Zwiebel	Zwiebeln gegart	83,0	74,3

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

3.2.4 Glucosinolate

Glucosinolate sind aufgrund ihrer guten Wasserlöslichkeit ebenfalls von Verlusten im Kochwasser betroffen. Zusätzlich kann das pflanzeneigene Enzym Myrosinase die Glucosinolate spalten, was aber erst nach Zellverletzung geschieht. Die Kombination aus Inaktivierung der Myrosinase und Minimierung von Kochwasserverlusten ist also entscheidend um Glucosinolate zu schützen (Barba et al., 2016). Für Broccoli konnten Vallejo et al. (2002) zeigen, dass Kochen zu 74 % Verlust führt, aber Dämpfen eine Erhöhung der Glucosinolate um 7 % zur Folge hat. Francisco et al. (2010) führten

Kochversuche mit Rüben durch und fanden eine Reduktion um 64 % für klassisches Kochen und 21 % für das Dämpfen. Sie analysierten außerdem die Kochflüssigkeit, worin sie nach dem Dämpfen beinahe alle verlorenen Glucosinolate, aber nach dem Kochen nur 62 % wiederfanden. Francisco et al. (2010) vermuten eine Teilaktivität der Myrosinase im Kochvorgang beim Erwärmen des Wassers. Song und Thormalley (2007) untersuchten die Gemüse Broccoli, Rosenkohl, Blumenkohl und Grünkohl mit interessanten Ergebnissen: Nach 30-minütigem Kochen betrug die Glucosinolatverluste 77 % (Broccoli), 58 % (Rosenkohl), 75 % (Blumenkohl) und 65 % (Grünkohl), wohingegen 20-minütiges Dampfgaren und 5-minütiges Braten keinen nennenswerten Verlust zur Folge hatte. Pellegrini et al. (2010) wiederum konnten eine Zunahme der Glucosinolate um 37 % bei Broccoli, 25 % bei Rosenkohl und 18 % bei Blumenkohl nach dem Dampfgaren beobachten Die nachfolgende Tabelle zeigt Glucosinolatgehalte von einigen verarbeiteten pflanzlichen LM aus dem BLS.

Tab. 10: Auswahl glucosinolatreicher gekochter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Glucosinolate von Palermo et al. (2014)

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Meerrettich	Meerrettich gegart	658,3	509,2
Weißer Senf	Senf	505,4	467,7
Kohlrübe	Kohlrübe gegart	439,1	369,7
Broccoli	Broccoli gedämpft	298,1	298,1
Grünkohl	Grünkohl gegart	169,6	114,4
Rosenkohl	Rosenkohl gegart	103,8	57,3

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

3.2.5 Phytosterole

Phytosterole sind relativ unempfindliche fettlösliche Substanzen, welche helfen die Zellwand von Pflanzen zu stabilisieren. Sie kommen frei oder als Ester gemeinsam mit Fettsäuren vor (Moreau et al.; 2018). Sie sind demzufolge in geringen Konzentrationen in allen Pflanzen enthalten, aber hauptsächlich in Ölsaaten, Schalenobst und daraus gewonnenen Ölen. Kaloustian et al. (2008) haben den Einfluss von 30-minütigem Kochen auf den Phytosterolgehalt von Hülsenfrüchten und Gemüsen untersucht, und ihre Ergebnisse bezogen auf Frischgewicht und Trockenmasse dargestellt. Legt man die Trockenmasse zu Grunde haben die Autoren von einem leichten Plus bei Ackerbohnen von 5 % bis zu 315 % bei Weißkohl überall eine Zunahme des Phytosterolgehaltes

beobachtet. Bezogen auf die Frischmasse, welche relevant für die Übertragung in den BLS ist, sind die Werte etwas geringer: -16 % für Ackerbohne, +129 % für Weißkohl, +68 % für Zucchini, +51 % für Stangensellerie, +11 % für Karotten, +17 % für Zwiebeln, -18 % für weißen Blumenkohl, +66 % für rote Paprika. Diese Werte wurden für die jeweiligen BLS-Einträge auf volle 5 % gerundet, und anschließend die Werte auf verwandte Nutzpflanzen übertragen. Die gewählte Zuordnung sah wie folgt aus: Ackerbohne → -15 % für Hülsenfrüchte, Weißkohl → +130 % für Blattkohlsorten, Zucchini → +70 % für Kürbisgewächse, Stangensellerie → +50 % für Blattgemüse, Karotten → +10 % für Wurzelgemüse, weißer Blumenkohl → -20 % für Broccoli und Romanesco, rote Paprika → +65 % für alle Paprika und Tomaten. Für Schalenobst und Ölsaaten konnte vielfach direkt auf eBASIS-Daten zu Phytosterolen zurückgegriffen werden. Thanh et al. (2005) erhitzen verschiedene Pflanzenöle, und stellten bis 150°C keine relevanten Verluste fest. Bei 200 C hingegen waren nach einer Stunde nur noch ca. 50 % der Phytosterole erhalten. Da die Rösttemperaturen sehr wahrscheinlich oberhalb 150 C, aber unterhalb 200 C liegen, wurde der Faktor 0,75 für geröstete Nüsse gewählt. Dies entspricht auch dem in eBASIS gefundenen Verhältnis zwischen rohen und gerösteten Mandeln. Für Speiseöle gibt es im BLS nur einen Eintrag, somit ist keine Berücksichtigung von angepassten Phytosteroldaten möglich. Bei haushaltsüblichen Koch-, Brat- und Backbedingungen ist aber nach Thanh et al. (2005) ein Phytosterolverlust unwahrscheinlich. Folgende Tabelle (Tab. 11) enthält einige ausgewählte Daten zu phytosterolreichen LM.

Tab. 11: Auswahl phytosterolreicher gerösteter Lebensmittel – eigene Berechnungen mit Daten aus der eBASIS-Datenbank und Erhaltungsfaktoren für Phytosterole nach Thanh et al. (2005)

Nutzpflanze	Lebensmittel im BLS*	Mittelwert in mg pro 100g	Median in mg pro 100 g
Sesam	Sesam geröstet	286,1	286,1
Pistazie	Pistazie geröstet	202,8	192,3
Sonnenblume	Sonnenblumenkern geröstet	177,5	174,1
Lein	Leinsamen geröstet	142,3	142,7
Haselnuss	Haselnuss geröstet	98,6	97,1

* BLS ... Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02, Max-Rubner-Institut, Karlsruhe

3.3 nutriRECIPE-Algorithmus zur Bewertung von Speisen in der Gemeinschaftsverpflegung und Einzellebensmitteln

3.3.1 nutriRECIPE-Index – Erweiterung um bioaktive Pflanzenstoffe

Im zweiten Schritt sollte der nutriRECIPE-Index um einen, bisher noch nicht für die Bewertung von Lebensmitteln genutzten, Bereich erweitert werden. Die bioaktiven Pflanzenstoffe sind eine große heterogene Gruppe von pflanzlichen Inhaltsstoffen (vgl. Kapitel 1.1), deren zusätzlicher Nutzen für die menschliche Gesundheit in den letzten drei Jahrzehnten immer deutlicher wurde (vgl. Kapitel 1.2 bis 1.6). Aufgrund der großen Anzahl verschiedener Verbindungen kann dies nur über zusammengefasste Stoffklassen erfolgen. Die Wahl fiel auf insgesamt fünf gut abgrenzbare und häufig vorkommende Hauptklassen: Carotinoide, Phenolsäuren, Polyphenole, Glucosinolate und Phytosterole. Verbindungen innerhalb dieser Klassen haben ähnliche Eigenschaften und es lässt sich kaum eine Hierarchie der Gesundheitswirkung aufstellen. Gleichwohl ist die Anzahl der Publikation zu bestimmten Verbindungen wie z.B. dem Flavonol Quercetin außerordentlich hoch, während andere noch kaum erforscht sind. Deshalb kann es nach aktuellem Stand der Wissenschaft keine differenzierte Gewichtung der BPS-Hauptklassen, und insbesondere nicht von Einzelverbindungen, geben. Alle BPS-Hauptklassen erhalten den Gewichtungsfaktor „1“, was dem Basisfaktor im nutriRECIPE-Modell entspricht. Eine größere Anzahl von Hauptklassen wurde nicht gewählt, weil zum einen mit einem zu starken Fokus auf bioaktive Pflanzenstoffe die Balance zwischen Makronährstoffen, Mikronährstoffen und BPS im nutriRECIPE-Modell gefährdet wäre, und zum anderen weil andere Klassen wie z. B. Sulfide zu selten in ihrem Vorkommen sind. Die Bestimmung der Zielwerte für den nutriRECIPE-Index erfolgte, wie im Kapitel 2.3 beschreiben anhand von Wochenspeiseplänen der DGE. Diese enthalten die „5 am Tag“- Empfehlung für Obst und Gemüse bereits explizit, und können somit als Orientierungspunkt für eine Zufuhrempfehlung von BPS dienen. Die Ergebnisse sind in Tab. 12 zu sehen.

Tab. 12: berechnete Zufuhrdaten auf der Basis der aus eBASIS extrahierten Daten für bioaktive Pflanzenstoffe und drei DGE-Wochenspeiseplänen (DGExpert Software Version 1.7.5, 2015)

	Carotinoide	Phenolsäuren	Polyphenole	Glucosinolate	Phytosterole
1600 kcal	21,4 mg	203 mg	302 mg	48,0 mg	404 mg
2000 kcal	17,6 mg	247 mg	212 mg	21,8 mg	425 mg
2400 kcal	21,7 mg	223 mg	361 mg	40,9 mg	517 mg
Mittelwert	20,2 mg	224 mg	292 mg	36,9 mg	449 mg

Als Zielwerte für das um bioaktive Pflanzenstoffe erweiterte nutriRECIPE-Modell wurden schließlich 20 mg für Carotinoide, 220 mg für Phenolsäuren, 300 mg für Polyphenole, 40 mg für Glucosinolate und 450 mg für Phytosterole festgelegt. Wichtig zu erwähnen ist an dieser Stelle, dass die Berechnungen nicht die Getränke Kaffee und Tee enthalten. Schätzungen zufolge werden über die Hälfte der Flavonoide (Subgruppe der Polyphenole) aus Tee (Vogiatzoglou et al., 2015) und bis zu 83 % der Phenolsäuren aus Kaffee (Coman und Vodnar, 2019) aufgenommen. Das bedeutet, dass die individuelle Aufnahme von Phenolsäuren und Flavonoiden stark davon abhängt, wieviel Kaffee und Tee getrunken wird. So sind Phenolsäuremengen von bis zu 1 g pro Tag bei starken Kaffeetrinkern problemlos möglich (Watzl und Leitzmann, 2005). Um die Bewertung der anderen LM nicht durch den potenziell stark schwankenden Konsum von lediglich zwei Getränken zu verzerren, wurden Kaffee und Tee bei der Festlegung der Zielwerte nicht berücksichtigt.

3.3.2 nutriRECIPE-Index – geschlechtsspezifische Bewertung

Bereits zu Beginn der Modellentwicklung für den nutriRECIPE-Index stellte sich die Frage, ob es sinnvoll wäre beide Geschlechter separat zu betrachten. Da es 2015 weniger geschlechtsspezifische Referenzwerte und Zufuhrdaten gab, und um die Komplexität in der Entwicklungsphase zu senken, wurde zunächst ein unspezifisches, aber anpassungsfähiges nutriRECIPE-Modell entwickelt. Im weiteren Verlauf wurde immer deutlicher, dass es sinnvoll wäre die verfügbaren DGE-Referenzwerte für Frauen und Männer zu verwenden. Tab. 13 zeigt die abweichenden Zielwerte für Frauen und Männer im geschlechtsspezifischen Modell, ebenfalls in der Gruppe der gesunden Erwachsenen von 25 – 51 Jahren.

Tab. 13: geschlechtsspezifische Bewertung im nutriRECIPE-Index – angepasste Zielwerte entsprechend den DGE-Referenzwerten für Frauen und Männer

Kategorie	Nährstoff	Zielwert Männer	Zielwert Frauen
Energie	Energiegehalt	2300 kcal	1800 kcal
<i>erwünschte Inhaltsstoffe</i>			
Kohlenhydrate	Ballaststoffe	30 g	30 g
Proteine	Protein	96 g	72 g
Fette	MUFA* + PUFA**	20 % der Energie	20 % der Energie
Vitamine	Vitamin D	5,0 µg	5,0 µg
	Vitamin E	14 mg	12 mg
	Thiamin	1,2 mg	1,0 mg
	Riboflavin	1,4 mg	1,1 mg
	Vitamin B6	1,6 mg	1,4 mg
	Folat	300 µg	300 µg
	Vitamin B12	4,0 µg	4,0 µg
	Vitamin C	110 mg	95 mg
Mineralstoffe	Calcium	1000 mg	1000 mg
	Magnesium	350 mg	300 mg
	Eisen	12 mg	15 mg
	Zink	14 mg	8 mg
	Iod	200 µg	200 µg
<i>unerwünschte Inhaltsstoffe</i>			
Kohlenhydrate	Zucker	50 g	50 g
Fette	gesättigte Fettsäuren	10 % der Energie	10 % der Energie
Mineralstoffe	Kochsalz (NaCl)	6,0 g	6,0 g

* MUFA ... einfach ungesättigte Fettsäuren; ** PUFA ... mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Zunächst besonders auffällig ist der Unterschied beim Energie- und Proteinzielwert. Da Männer bekanntermaßen im Mittel ein höheres Körpergewicht als Frauen haben (Berechnungsgrundlage 80 kg für Männer und 60 kg für Frauen), haben sie auch einen größeren Energie- und Proteinbedarf. Weitere große Unterschiede ergeben sich aus den DGE-Referenzwerten für Eisen und den aktualisierten Werten für Zink (s. Tab. 13). Die Unterschiede in den DGE-Referenzwerten für Vitamin E, Thiamin, Riboflavin, Vitamin

B6, Vitamin C und Magnesium sind kleiner, und aufgrund der guten Versorgungslage, zusehen in der nachfolgenden Tabelle 14, von geringerer Relevanz.

Tab. 14: geschlechtsspezifische Bewertung im nutriRECIPE-Index – angepasste Zufuhrdaten gemäß NVS II und DEGS1 für Makro- und Mikronährstoffe

Kategorie	Nährstoff	Zufuhr Männer	Zufuhr Frauen
erwünschte Inhaltsstoffe			
Kohlenhydrate	Ballaststoffe	26,8 g	24,6 g
Proteine	Protein	90,8 g	66,7 g
Vitamine	Vitamin D	3,8 µg	2,9 µg
	Vitamin E	16 mg	13 mg
	Thiamin	1,8 mg	1,3 mg
	Riboflavin	2,2 mg	1,7 mg
	Vitamin B6	2,6 mg	2,0 mg
	Folat	338 µg	290 µg
	Vitamin B12	6,5 µg	4,3 µg
	Vitamin C	152 mg	152 mg
Mineralstoffe	Calcium	1143 mg	1019 mg
	Magnesium	452 mg	373 mg
	Eisen	15,2 mg	12,3 mg
	Zink	12,3 mg	9,5 mg
	Iod	125,9 µg *	125,3 µg *
unerwünschte Inhaltsstoffe			
Kohlenhydrate	Zucker	95 g **	95 g **
Mineralstoffe	Kochsalz (NaCl)	10 g *	8,4 g *

MRI (Max-Rubner-Institut) (Hg.) (2008): Nationale Verzehrs Studie II. Ergebnisbericht, Teil 2

* DEGS1 - Robert Koch-Institut, Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring (2015): Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Scientific Use File 1. Version. <https://doi.org/10.7797/16-200812-1-1-1>

** Statista 2021 – 34,6 kg Pro-Kopf-Konsum von Zucker in Deutschland in den Jahren 2018/2019 (in kg Weißzuckerwert)

Vielfach gleicht die höhere Zufuhr bei den Männern ihren erhöhten Bedarf gut aus. Wesentliche Unterschiede ergeben sich bei Vitamin D, wo Frauen den gleichen Bedarf, aber eine 24% geringere Zufuhr als Männer haben, und bei den Mineralstoffen Eisen und Zink. Frauen verfehlen die Empfehlungen für die Eisenversorgung um ca. 3 mg und Männer erreichen die Empfehlungen für die Zinkversorgung nicht. Somit ist Eisen ein kritischer Nährstoff für Frauen und Zink ein kritischer Nährstoff für Männer.

Ebenfalls bedeutsam sind die Implikationen, welche sich aus dem erhöhten Energiebedarf der Männer ergeben. Bei den unerwünschten Nährstoffen Zucker und Salz haben Männer die gleichen Zielwerte für eine angemessene Zufuhr, erhalten aber aufgrund des höheren Energiebedarfs einen größeren Malus bei zucker- und salzreichen Lebensmitteln.

3.4 Auswertung von Mahlzeiten der Gemeinschaftsverpflegung mit dem nutriRECIPE-Index

Das Ziel der Entwicklung des nutriRECIPE-Index war es Mittagmahlzeiten in der Gemeinschaftsverpflegung möglichst umfassend und differenziert bewerten zu können. Dafür wurden bestehende Indizes systematisch auf Stärken und Schwächen analysiert, und auf dieser Basis ein eigenes Modell gemeinsam mit Ina Volkhardt entwickelt. Die Vorgehensweise ist ausführlich in der Dissertation von Frau Ina Volkhardt (2021) und in der Publikation von Forner et al. (2021) beschrieben.

3.4.1 Auswertung und Vergleich der Rezepte vom Studentenwerk Chemnitz/Zwickau mit und ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

In Summe wurde für 106 Rezepturen von Mittagmahlzeiten des Studentenwerkes Chemnitz/ Zwickau der nutriRECIPE-Indexwert kalkuliert, wovon 93 klassische bzw. traditionelle Rezepturen und 13 bilanzierte Rezepturen der gesundheitsorientierten mensaVital®-Menülinie waren. Im Rahmen dieser Arbeit wurde zusätzlich zu den publizierten Daten für das um BPS erweiterte nutriRECIPE-Modell (Forner et al., 2021) ein Vergleich mit dem Basismodell des nutriRECIPE-Index ohne BPS berechnet. Abb. 12 zeigt die Berechnung des nutriRECIPE-Indexwertes für die Mittagmahlzeiten nach Standardrezeptur, wohingegen Abb. 13 die Berechnung der mensaVital®-Rezepte darstellt. Tab. 15 gibt einen Überblick der numerischen Werte von in Abb. 12 und Abb. 13 dargestellten Kenngrößen zur vergleichenden nutriRECIPE-Berechnung der Rezepte des Studentenwerkes Chemnitz/Zwickau, jeweils mit BPS und ohne BPS.

Tab. 15: Kenngrößen der vergleichenden nutriRECIPE-Index Berechnung für die Studentenwerksrezepturen mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Berechnungsvariante	Mittelwert	Median	schlechtestes Ergebnis	bestes Ergebnis
<i>Standardrezepte mit BPS berechnet</i>	62,8%	61,9%	16,8%	120,8%
<i>Standardrezepte ohne BPS berechnet</i>	68,1%	67,9%	21,7%	130,3%
<i>mensaVital®-Rezepte mit BPS berechnet</i>	82,2%	79,4%	61,6%	101,6%
<i>mensaVital®-Rezepte ohne BPS berechnet</i>	87,5%	88,0%	59,4%	115,0%

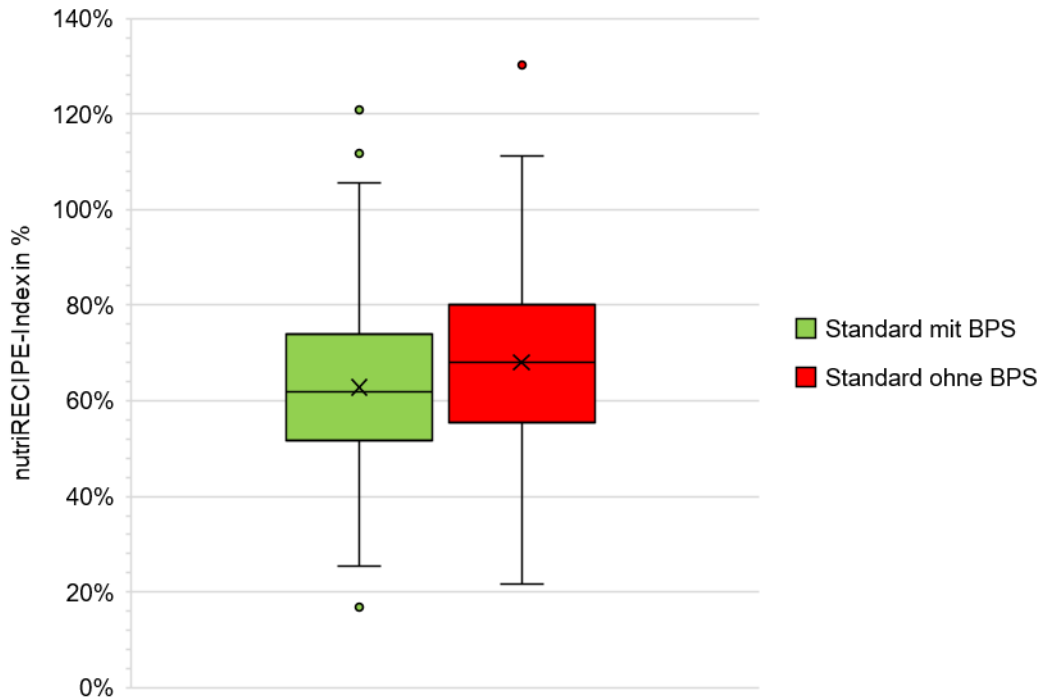


Abb. 12: Boxplots des nutriRECIPE-Index für Standardrezepturen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

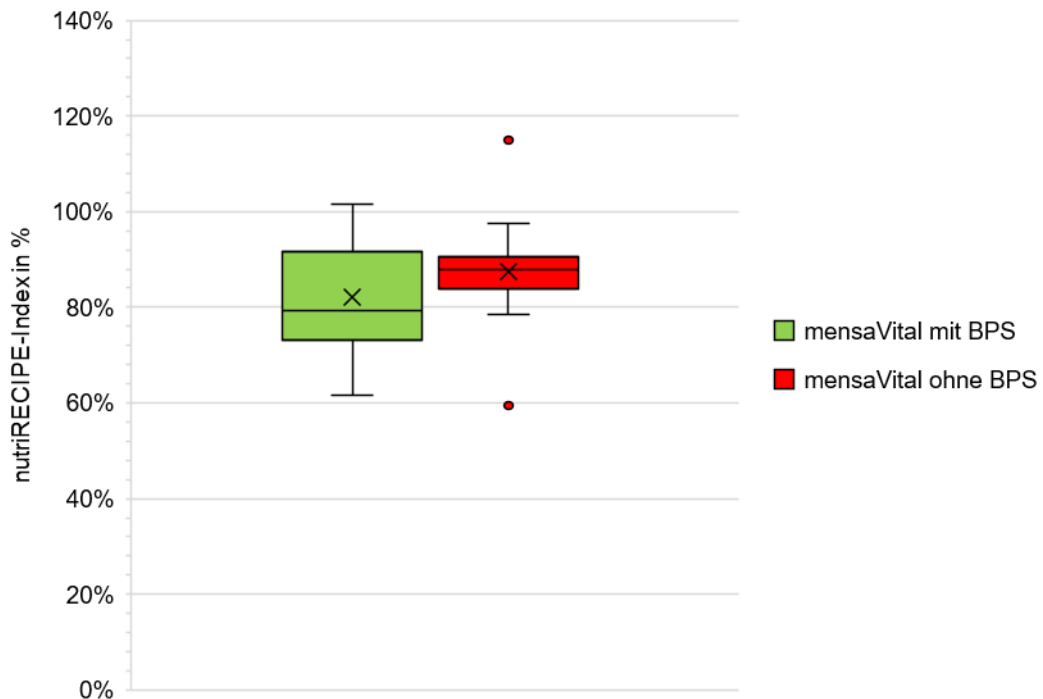


Abb. 13: Boxplots des nutriRECIPE-Index für mensaVital®-Rezepturen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Die vergleichende Berechnung der Standardrezepte und mensaVital®-Rezepte ergab, dass beide Menülinien in der Berechnungsvariante mit BPS im arithmetischen Mittel um 5,3 Prozentpunkte schlechter beim nutriRECIPE-Index abschneiden. Allerdings zeigen sich im Detail durchaus markante Unterschiede: So verbesserte sich das schlechteste mensaVital®-Rezept („Griechisches Gemüsegratin mit Reis“) bei der Berechnung mit BPS von 59,4 % auf 61,6 %, wohingegen sich das schlechteste Standardrezept („Grießbrei mit Kirschen“) von 21,7 % auf 16,8 % noch weiter verschlechterte. Weiterhin fiel auf, dass sich bei den mensaVital®-Rezepten der Bewertungsrahmen erweiterte (s. Abb. 9), weil die Rezepte unterschiedlich stark von der Integration der BPS profitierten. Bei den Standardrezepten hingegen schrumpfte der Bewertungsrahmen etwas, weil viele der besseren Rezepte nach der Integration von BPS einen größeren Malus erhielten, als Standardrezepte mit einer durchschnittlichen Bewertung. Bei beiden Menülinien verschlechterte sich das beste Rezept in Folge der nutriRECIPE-Bewertung mit BPS, da sich die überdurchschnittliche Nährstoffdichte nicht gleichermaßen bei den BPS widerspiegelte. Das Standardrezept „Kartoffeln mit Spinat und Röhrei“ verschlechterte sich von 130,3 % auf 120,8 %, und das mensaVital®-Rezept „Seelachs in Eihülle mit Belugalinsen und Meerrettichsoße“ wurde anstatt mit 115,0 % nur noch mit 101,6 % bewertet.

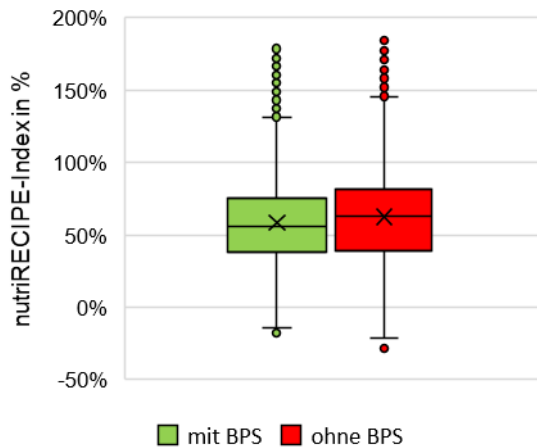
3.5 Bewertung von Einzellebensmitteln des LEH mit dem nutriRECIPE-Index

Insgesamt wurden im Rahmen des BTTR-Projektes fast 5000 Produkte des internationalen Lebensmittelmarkts erfasst und mit unterschiedlichen Versionen des nutriRECIPE-Indexes, mit dem Ziel der Weiterentwicklung des Algorithmus, bewertet. Für die Gesamtbewertung in dieser Arbeit wurden 4000 Produkte des deutschen LEH ausgewählt, welche in Anlehnung an die studentischen Bachelor- und Masterarbeiten (Eine Tabelle aller LM befindet sich auf der beiliegenden CD) in 20 verschiedene Kategorien eingeteilt wurden. Um die Bewertungen zu harmonisieren erfolgte für alle 4000 Produkte eine Neubewertung mit dem nutriRECIPE-Index in seiner aktuellsten Version. Im Folgenden sollen fünf der 20 Kategorien detailliert gezeigt werden. Die Daten der 15 weiteren Kategorien befinden sich im Anhang C.

3.5.1 vergleichende Bewertung von Einzellebensmitteln des LEH – Welchen Effekt hat die Integration bioaktiver Pflanzenstoffe?

Produktübersicht

Einführend sollen zunächst Abb. 14 mit Tab. 16 sowie Abb. 15 eine Übersicht der nutriRECIPE-Bewertungen der Gesamtheit aller 4000 Produkte des LEH geben.



Tab. 16: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für alle 4000 Produkte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	181,8 %	189,6 %
Boxanfang	75,5 %	81,8 %
Mittelwert	58,7 %	62,4 %
Median	55,6 %	62,7 %
Boxende	38,4 %	39,4 %
Ausdehnung der Box	37,1 %	42,4 %
Minimum	-18,0 %	-28,7 %
Spannweite des Boxplots	199,7 %	218,3 %

Abb. 14: Boxplots des nutriRECIPE-Index für alle 4000 Produkte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

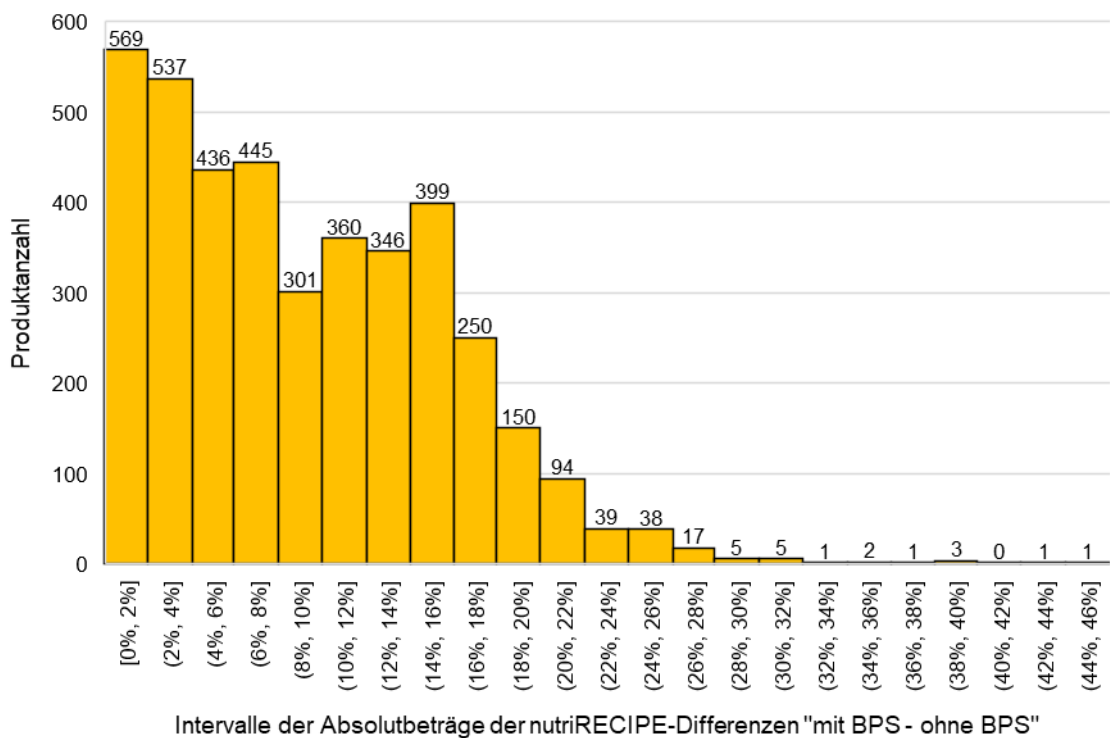


Abb. 15: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 4000 Produkten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Wie man in Abb. 10 und Tab. 16 gut erkennen kann, ist die Bandbreite der Bewertungen sehr groß, und umfasst nutriRECIPE-Indexwerte von -18 % bis 181,8 % (mit BPS), bzw. -28,7 % bis 189,6 % (ohne BPS), was auf die hohe Heterogenität der betrachteten Lebensmittel hinweist. Negative Werte sind für den nutriRECIPE-Index untypisch, und können nur auftreten, wenn die 16 (ohne BPS) bzw. 21 (mit BPS) positiv bewerteten Nährstoffe weniger Punkte erhalten, als die drei unerwünschten Inhaltsstoffe Zucker, Salz und gesättigtes Fett. Das ist z.B. bei vielen Produkten der Kategorie Süßwaren der Fall, welche vielfach keine Nährstoffe, aber eine große Menge Zucker (Gummibärchen), und in manchen Fällen zusätzlich noch Fett (Schokolade) enthalten. Der Unterschied der beiden Mittelwerte, 58,7 % (mit BPS) und 62,4 % (ohne BPS), des nutriRECIPE-Indexwertes ist mit 3,7 % relativ gering. Die tatsächlichen Unterschiede der beiden Berechnungsvarianten offenbart erst das Histogramm in Abb. 15, worin man erkennen kann, dass 1712 (42,8 %) der insgesamt 4000 Produkte eine Bewertungsdifferenz von mehr als 10 % erhalten. Um die Histogramme übersichtlicher zu gestalten, wurde der Absolutbetrag der nutriRECIPE-Differenzen gebildet. Der Effekt der BPS-Integration ist zudem unabhängig von der Richtung der erfolgten Veränderung des nutriRECIPE-Index.

Fleischerzeugnisse

Die folgende Abb. 16 mit Tab. 17 sowie Abb. 17 geben einen Überblick der Ergebnisse des nutriRECIPE-Index-Vergleichs von 194 Fleischerzeugnissen.

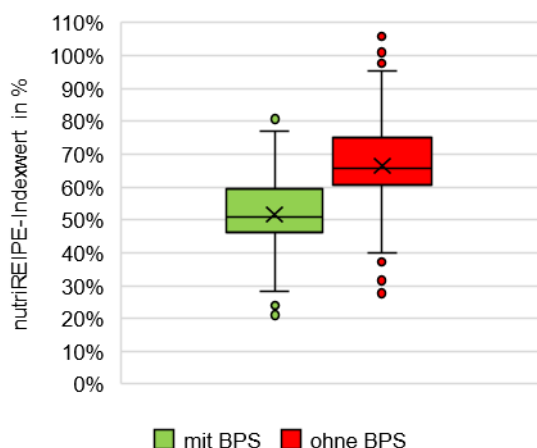


Abb. 16: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 194 Fleischerzeugnisse – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 17: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert Boxplots für 194 Fleischerzeugnisse

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	81,2 %	106,5 %
Boxanfang	59,5 %	74,6 %
Mittelwert	51,7 %	66,5 %
Median	50,9 %	65,8 %
Boxende	46,2 %	60,5 %
Ausdehnung der Box	13,3 %	14,1 %
Minimum	21,1 %	27,7 %
Spannweite des Boxplots	60,1 %	78,8 %

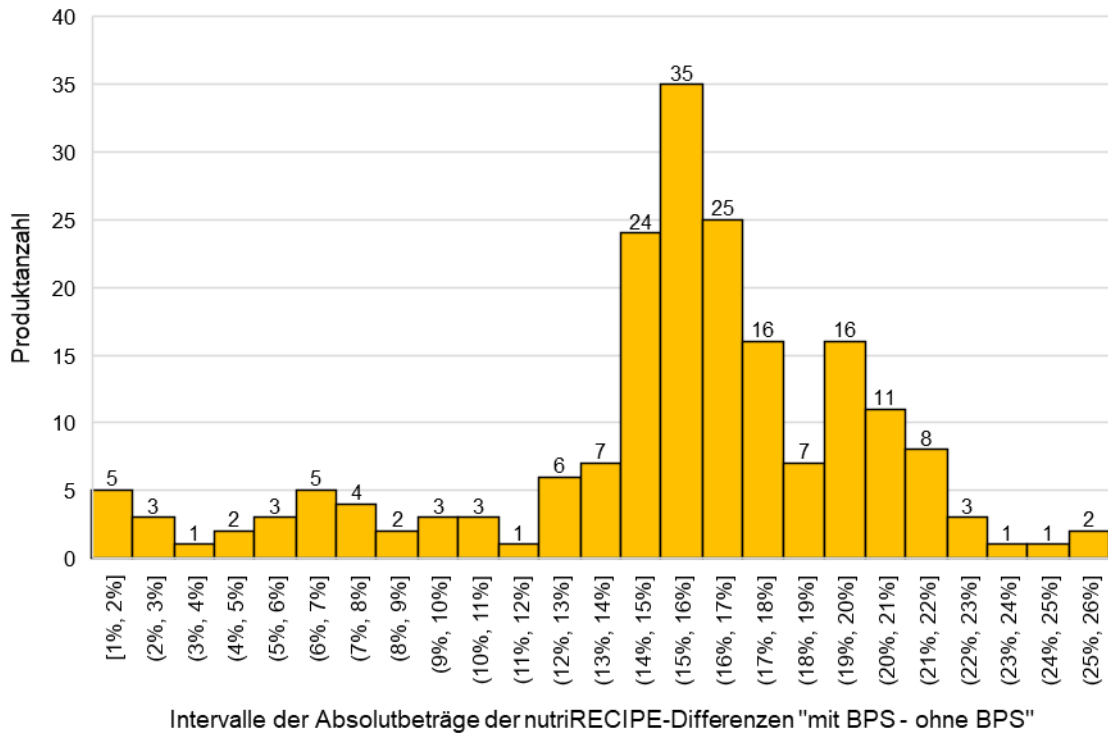
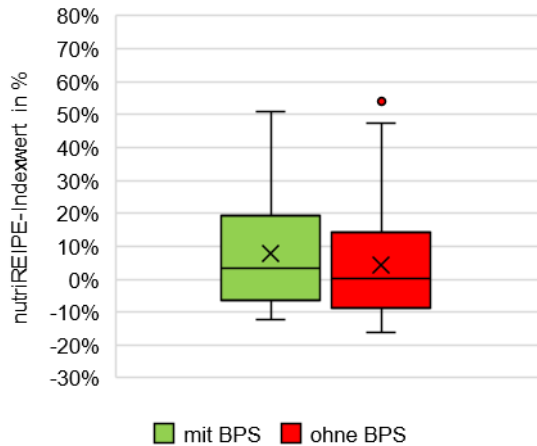


Abb. 17: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 194 Fleischerzeugnissen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Abb. 16 zeigt sehr schön, dass Fleischerzeugnisse durch die Integration von BPS stark abgewertet werden. So sinkt der Median aller Produkte von 65,8 % (ohne BPS) auf 50,9 % (mit BPS). In Abb. 17 wird das bestätigt, denn hier sieht man, dass sich von 194 Produkten 166 (85,6 %) um mehr als 10 % in ihrer Bewertung verändern. Ein weiteres interessantes Detail zeigt sich in der Verringerung des Maximalwertes von 106,5 % auf 81,2 %, wohingegen sich der Minimalwert nur von 27,7 % auf 21,1 % reduziert, was die Spannweite des Wertebereichs von 78,8 % auf 60,1 % einschränkt. Dies liegt in der angleichenden Wirkung der Logarithmusfunktion begründet, welche dem nutriRECIPE-Modell zugrunde liegt. Die besten Produkte sind sowohl vor als auch nach der BPS-Integration Leberwürste, was mit den sehr hohen Gehalten an B-Vitaminen sowie Eisen und Zink erklärt werden kann. Am ungünstigsten wird Geflügel-Mortadella bewertet, was allerdings vom verwendeten Fleisch abhängt, so ist Hähnchen- und Truthahnfleisch deutlich besser als Hühnerfleisch vom Suppenhuhn. Ein entscheidender Einflussfaktor auf die Bewertung von Wurstwaren ist das verwendete Salz. Generell erhalten alle Wurstwaren einen Malus für zu viel Salz, allerdings wird dies bei Jodsalz durch den hohen Jodgehalt überkompensiert. Bereits ein paar zusätzliche Senfkörner, wie z.B. bei Cervelatwurst, ermöglichen sogar Bonuspunkte bei BPS für Glucosinolate (vgl. Tab. 5), welche ansonsten nicht in Fleischerzeugnissen enthalten sind.

Süßwaren

Nachfolgend zeigen Abb. 18 mit Tab. 18 sowie Abb. 19 Kenngrößen des nutriRECIPE-Index-Vergleichs von insgesamt 150 Produkten aus der Kategorie Süßwaren.



Tab. 18: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert Boxplots für 150 Süßwaren

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	51,1 %	53,9 %
Boxanfang	18,8 %	12,6 %
Mittelwert	7,6 %	4,1 %
Median	3,3 %	0,3 %
Boxende	-6,5 %	-8,6 %
Ausdehnung der Box	25,4 %	21,2 %
Minimum	-12,3 %	-16,3 %
Spannweite des Boxplots	63,4 %	70,2 %

Abb. 18: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 150 Süßwaren – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

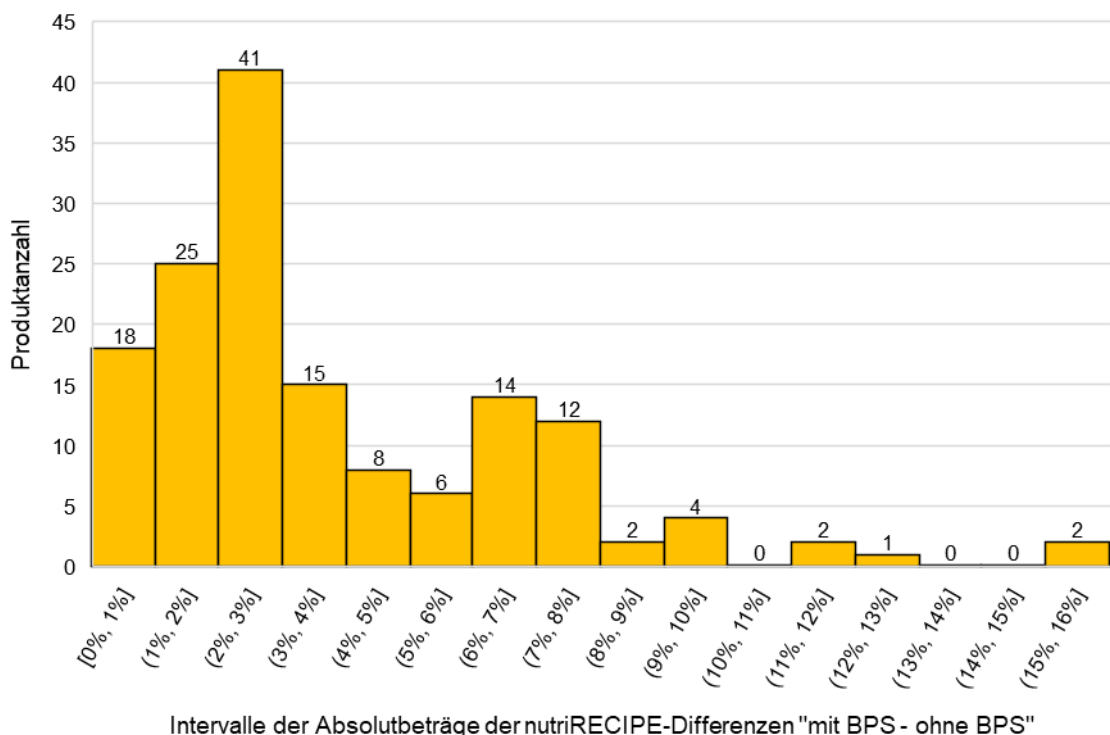
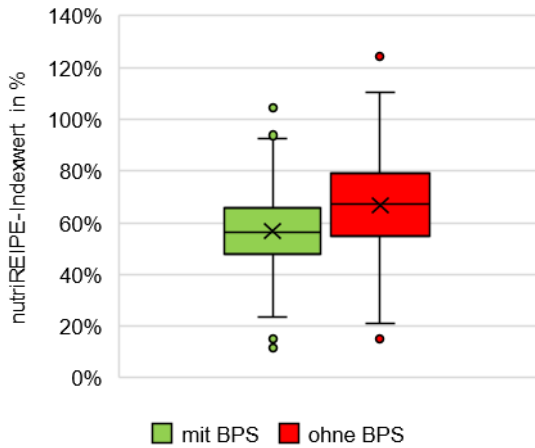


Abb. 19: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 150 Süßwaren – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Erwartungsgemäß schneiden Süßwaren bei der Bewertung mit dem nutriRECIPE-Index sehr schlecht ab, was an den Medianwerten 3,3 % (mit BPS) und 0,3 % (ohne BPS) deutlich wird. Die beste Bewertung wird mit BPS etwas schlechter (53,9 % → 51,1 %), aber die vormals schlechteste Bewertung wird mit BPS besser (-16,3 % → -12,3 %), was die Spannweite des Wertebereichs von 70,3 % auf 63,4 % reduziert. Es erscheint zunächst paradox, dass Süßwaren nach der Integration von BPS im Mittel besser abschneiden. Dieses Ergebnis liegt aber in den mathematischen Eigenschaften der nutriRECIPE-Funktion begründet (s. Abb. 9 in Kapitel 2.6.1). Beim Hinzufügen weiterer Nährstoffe zur Gesamtbewertung wird der Beitrag jedes einzelnen Nährstoffes geringer. Die negative Bewertung des Zuckers wird also abgeschwächt, selbst wenn alle anderen Nährstoffe keinen positiven Beitrag leisten. Einen weiteren Anteil am beobachteten Effekt hat der Funktionsverlauf der nutriRECIPE-Funktion für erwünschte Inhaltsstoffe. Die Steigung der Funktion ist am Anfang, sobald die erforderliche Mindestnährstoffdichte erreicht ist, besonders hoch, so dass Verbesserungen im Bereich von 0 % bis 30 % leichter erreichbar sind, als von 70 % auf 100 %. Der positive Einfluss von bioaktiven Pflanzenstoffen wird besonders am Beispiel von Schokolade deutlich, welche proportional zum Kakaogehalt geringe (Vollmilch, ca. 30 % Kakaoanteil) bis hohe (Bitterschokolade, 70 % und mehr Kakaoanteil) Gehalte an Polyphenolen aufweist. So verbessern sich „Schoko Rosinen in Vollmilchschokolade“ von -6 % auf 1,8 % und „Schoko Rosinen in Zartbitterschokolade“ von 11 % auf 18,3 %. Alle anderen BPS-Klassen sind kaum in Süßwaren vertreten. Teilweise werden Carotinoide als Farbstoffe genutzt, welche der Zutatenalgorithmus (s. Kapitel 2.6.4) aber nicht quantifizieren kann. Vereinzelt enthalten Fruchtzubereitungen auch Polyphenole, was sich aufgrund der sehr geringen Anteile aber nur marginal auf die Gesamtbewertung auswirkt. Insgesamt verändert die Integration von BPS die Bewertung von Süßwaren nur moderat, so haben 43 von 150 Produkten (28,7 %) eine um mehr als 5 % abweichende Bewertung.

Frühstückscerealien

Nachfolgend geben Abb. 20 mit Tab. 19 und die Abb. 21 einen Überblick zu den insgesamt 150 Produkten der Kategorie Frühstückscerealien.



Tab. 19: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert Boxplots für 150 Frühstückscerealien

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	105,0 %	124,7 %
Boxanfang	65,8 %	78,9 %
Mittelwert	56,8 %	66,8 %
Median	56,5 %	67,4 %
Boxende	48,1 %	55,1 %
Ausdehnung der Box	17,7 %	23,8 %
Minimum	11,6 %	15,3 %
Spannweite des Boxplots	93,3 %	109,5 %

Abb. 20: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 150 Frühstückscerealien – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

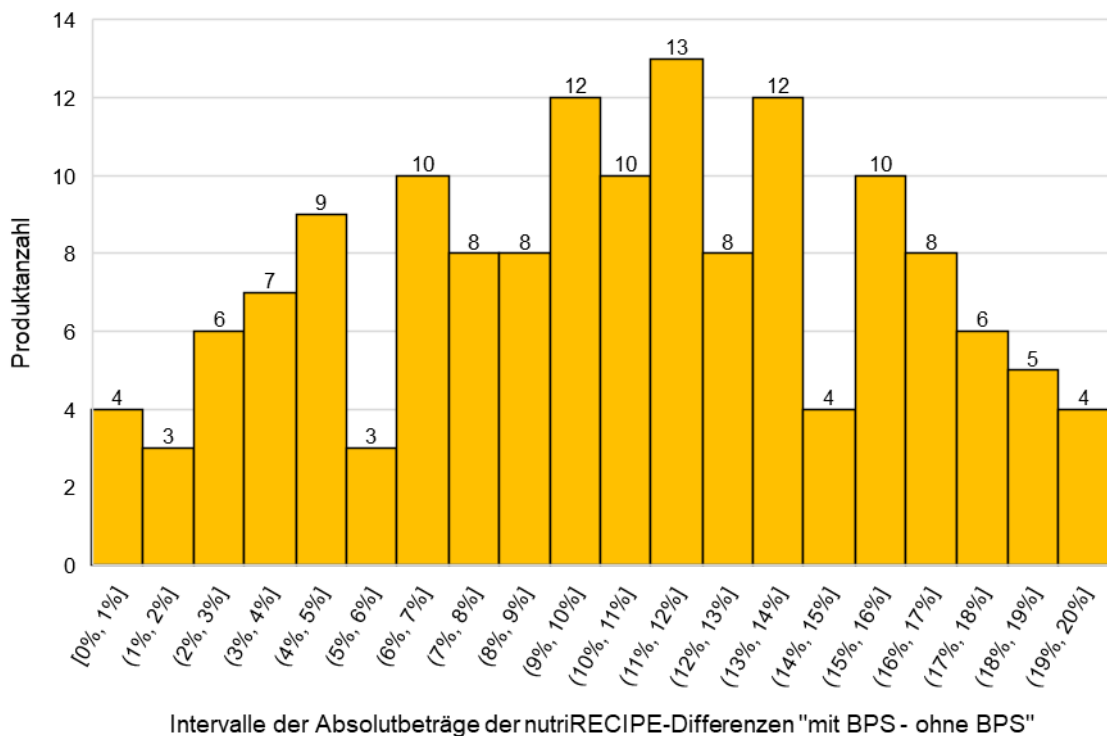


Abb. 21: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 150 Frühstückscerealien – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Frühstückscerealien sind eine weitere Produktgruppe, welche nach der Integration von BPS deutlich schlechter bewertet werden. So nimmt der Median von 67,4 % (ohne BPS) auf 56,5 % (mit BPS) ab. Das Maximum geht von 124,7 % auf 105,0 % zurück, was kombiniert mit dem Minimum von 15,3 % (11,6 %) eine beachtliche Spannweite von 109,5 % bzw. 93,3 % ergibt. Das ist umso erstaunlicher, weil es nach einem ersten Blick auf die Zusammensetzung der Produkte zunächst so scheint, als wäre diese Produktgruppe relativ homogen. Am Anfang der Zutatenlisten stehen fast immer Getreide(flocken), gefolgt von getrockneten Früchten und/ oder Nüssen. Bei genauerem Hinsehen zeigt sich jedoch, dass die schlechter bewerteten Produkte bereits als zweite Zutat Zucker (in verschiedenen Varianten) enthalten. Als Negativbeispiel sind hier „Kellogs Frosties“ mit 37% Zucker und einer nutriRECIPE-Bewertung von 11,6 % zu nennen. Die besten Produkte enthalten neben Getreideflocken auch Ölsaaten (z. B. Leinsamen) und Nüsse, sowie moderate Anteile getrockneter Früchte mit geringem Zuckergehalt, wie z.B. Himbeeren, Erdbeeren und Heidelbeeren, welche Phenolsäuren und Polyphenole enthalten. Sojaflocken und Nüsse eignen sich hingegen sehr gut, um den Gehalt an pflanzlichem Protein, hochwertigen Fetten (MUFAs und PUFAs), sowie an Phytosterolen zu erhöhen. Dies wirkt sich ebenfalls positiv auf die Bewertung aus. Die BPS-Klasse Carotinoide ist in Frühstückscerealien nur in sehr geringem Umfang und Glucosinolate erwartungsgemäß gar nicht vertreten. Spitzenreiter sind die Produkte „Carbs 19.0 Himbeere“ und „Carbs 19.0 Erdbeere“ mit einer nutriRECIPE-Bewertung von 105,0 % bzw. 104,6 %. Ebenfalls sehr gut ist das „Vitalis Super Müsli 30% Protein mit knackigen Nüssen und grober Schokolade“ mit einem nutriRECIPE-Indexwert von 92,8 %.

verzehrfertige Salate

Nachfolgend geben Abb. 18 und Tab. 15 sowie Abb. 19 einen Überblick über die Veränderung des nutriRECIPE-Index bei 294 verzehrfertigen Salaten des LEH.

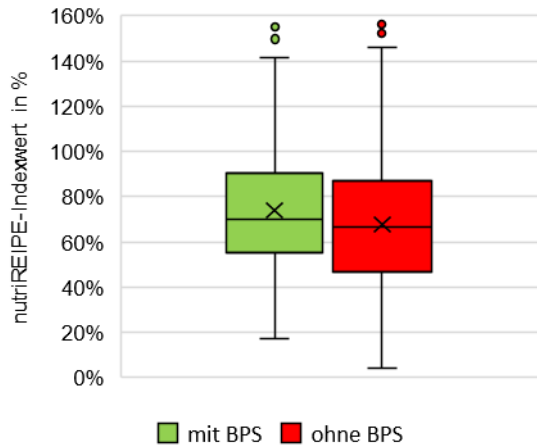


Abb. 22: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 294 verzehrfertige Salate – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 20: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert Boxplots für 294 verzehrfertige Salate

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	156,0 %	156,8 %
Boxanfang	90,5 %	86,9 %
Mittelwert	74,0 %	66,9 %
Median	70,2 %	66,5 %
Boxende	55,6 %	47,0 %
Ausdehnung der Box	34,9 %	39,8 %
Minimum	17,2 %	4,3 %
Spannweite des Boxplots	138,8 %	152,5 %

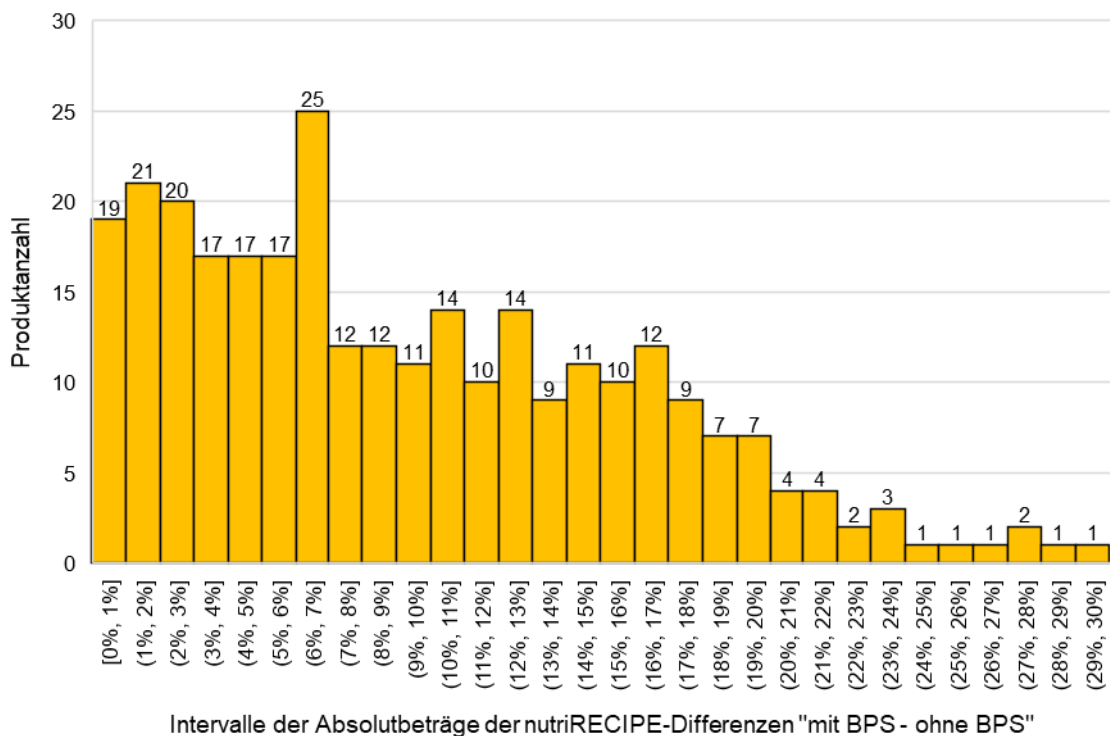
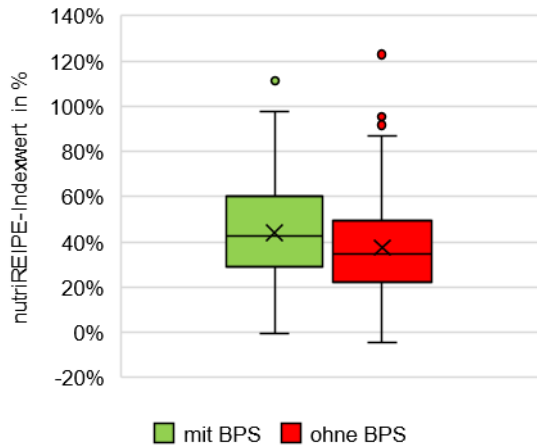


Abb. 23: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 294 verzehrfertigen Salaten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Die Produktgruppe der verzehrfertigen Salate profitiert von der BPS-Integration. Dies wird am Median der nutriRECIPE-Bewertung deutlich, welche sich von 66,5 % (ohne BPS) auf 70,2 % (mit BPS) verbessert. Das tatsächliche Ausmaß an Veränderung wird aber erst in Abb. 23 ersichtlich, welche zeigt, dass 123 von 294 Produkten (41,8 %) um mehr als 10 %, und 65 von 294 Produkten (22,1 %) sogar um mehr als 15 % abweichend bewertet werden. Insgesamt stellen verzehrfertige Salate eine sehr heterogene Produktgruppe dar, was sich in einer sehr großen Spannweite von 152,5 % bzw. 138,8 % zeigt. Das Bewertungsmaximum bleibt mit 156,8 % bzw. 156,0 % nahezu konstant, wohingegen das Bewertungsminimum von 4,3 % auf 17,2 % deutlich ansteigt. Erklären lässt sich die große Bandbreite der nutriRECIPE-Bewertungen mit der Produktvielfalt, weil unter dem Begriff „verzehrfertige Salate“ sowohl Blattsalate mit Kräutervinaigrette, als auch Fleischsalate mit Mayonnaise und Nudelsalate eingeordnet werden. Verbesserungen beim nutriRECIPE-Index lassen sich besonders bei Salaten mit hohen Rohkostanteilen wie „Salat mit Linsen und Ziegenkäse“ (94,9 % → 110,4 %) oder „Thai-Karotten mit roter Bete & Meerrettich“ (72,2 % → 93,8 %) erreichen, wohingegen Salate mit hohem Anteil an tierischem Protein und Fett wie „Geflügel-Frikadellen-Mais-Salat“ (69,6 % → 53,0 %) oder „Feinster Eiersalat“ (76,8 % → 59,8 %) schlechter bewertet werden. Als Folge der großen Produktvielfalt bei den verzehrfertigen Salaten sind alle fünf BPS-Klassen vertreten. Die Zutaten Blattsalat und Paprika tragen vor allem Carotinoide bei, Kartoffeln enthalten die meisten Phenolsäuren, Polyphenole stecken z.B. im Rotkohl und Äpfeln, Glucosinolate sind am häufigsten in Senfdressings zu finden, und Phytosterole mengenmäßig am meisten in pflanzlichen Ölen. Insgesamt gewinnt diese Produktgruppe besonders durch die Feinabstimmung der nutriRECIPE-Bewertung nach der Integration von BPS.

Obst- und Gemüsesäfte

Im Folgenden zeigen Abb. 24 mit Tab. 21 sowie Abb. 25 Ergebnisse des nutriRECIPE-Index-Vergleichs von insgesamt 232 Obst- und Gemüsesäften.



Tab. 21: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert
Boxplots für 232 Obst- und Gemüsesäfte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	111,3 %	122,9 %
Boxanfang	60,1 %	49,7 %
Mittelwert	44,1 %	37,6 %
Median	42,5 %	34,9 %
Boxende	28,9 %	22,5 %
Ausdehnung der Box	31,2 %	27,2 %
Minimum	-0,7 %	-4,6 %
Spannweite des Boxplots	112,0 %	127,5 %

Abb. 24: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 232 Obst- und Gemüsesäfte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

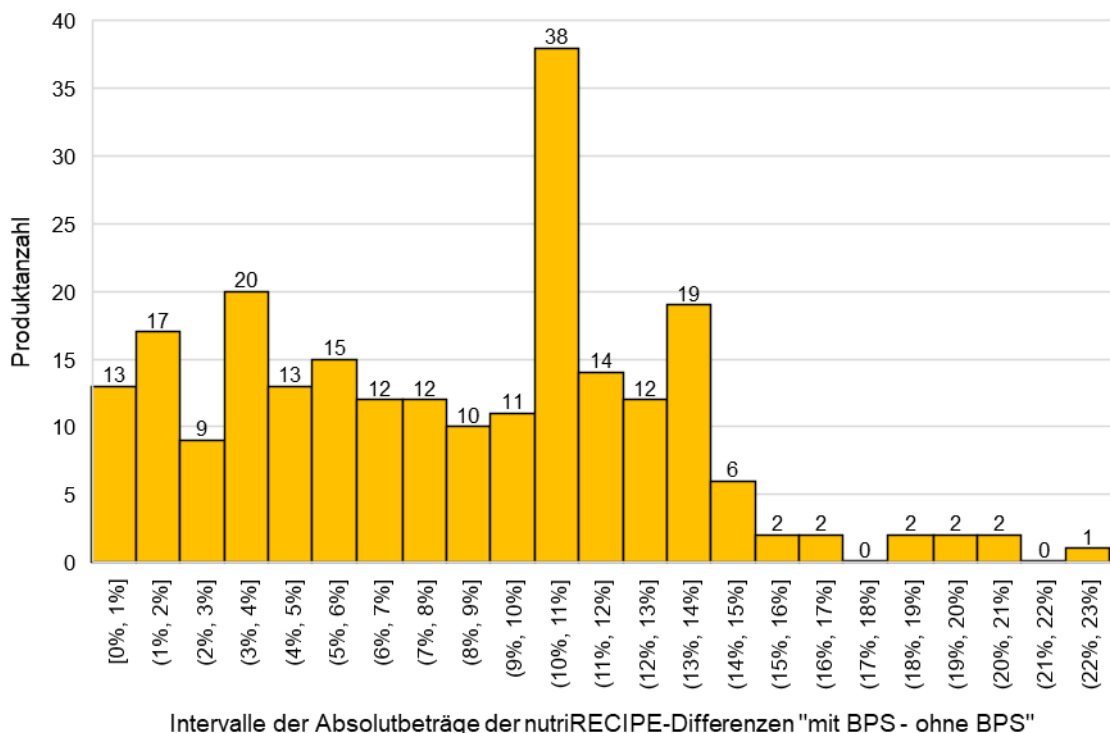


Abb. 25: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller nutriRECIPE-Indexwerte von 232 Obst- und Gemüsesäften – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Die Produktgruppe der Obst- und Gemüsesäfte gehört neben den verzehrfertigen Salaten und TK-Gemüse zu den Produkten welche am meisten von der Integration der BPS profitieren. Während vorher vor allem der (natürlich immer noch) problematische Zuckergehalt zu maximalen Minuspunkten führt, kann dies nun zusätzlich zu Vitaminen und Mineralstoffen mit BPS ausgeglichen werden. Obst- und Gemüsesäfte erhalten weiterhin eine relativ niedrige Bewertung, aber der Median steigt von 34,9 % (ohne BPS) auf 42,5 % (mit BPS). Das Maximum der nutriRECIPE-Indexbewertung fällt von 122,9 % auf 111,3 %, das Minimum steigt von -4,6 % auf -0,7 %. Somit reduziert sich die relativ große Spannweite von 127,5 % auf 112,0 %, während sich die Ausdehnung der Box (50 % aller Werte) leicht von 27,2 % auf 31,2 % vergrößert. Ein Grund für die große Spannweite der Werte ist, dass die Gemüsesäfte kaum Abzug für Zucker erhalten, aber zusätzliche B-Vitamine aufgrund der Fermentation mit Mikroorganismen enthalten, also insgesamt etwas besser bewertet werden als Obstsaft. Die beste nutriRECIPE-Indexbewertung erhält ein Sauerkrautsaft mit 111,3 %, wohingegen die schlechteste Bewertung Bananennektar mit 0,8 % erhält. Noch etwas schlechter bewertet wird ein Lycheennektar mit -0,7 %, wobei man einschränkend anmerken muss, dass für Lychees keine BPS-Daten vorliegen. Die am häufigsten vorkommenden BPS-Klassen sind Phenolsäuren und Polyphenole bei Obstsaften, sowie bei Gemüsesäften zusätzlich noch Carotinoide, welche vor allem bei Karotten- und Tomatensäften sehr hohe Gehalte erreichen. Insgesamt erhalten nach der BPS-Integration 100 von 232 Obst- und Gemüsesäften (43,1 %) eine um mehr als 10 % veränderte Bewertung, man kann also von einem großen Einfluss auf die Bewertung dieser Produktgruppe sprechen.

3.5.2 vergleichende Bewertung von Einzellebensmitteln des LEH – Welchen Effekt hat die Berücksichtigung geschlechtsspezifischer Referenzwerte und Zufuhrdaten für Frauen und Männer?

Für den Vergleich der beiden nutriRECIPE-Versionen mit geschlechtsspezifischen Referenzwerten wurde ohne BPS gerechnet, um den Effekt besser sichtbar zu machen. Da die BPS-Hauptklassen für Frauen und Männer die gleichen Gewichtungsfaktoren und Zielwerte haben, also nichts zur Geschlechtsspezifität beitragen, verringern sie den Einfluss aller anderen Nährstoffe. Letztlich wäre es optimal beide Varianten zu kombinieren, aber hier sollen die Effekte isoliert gezeigt werden. Nachfolgend nicht aufgeführte Produktkategorien sind im Anhang D ergänzend zur Verfügung gestellt.

Produktübersicht

Einführend sollen zunächst Abb. 26 und Tab. 22 sowie Abb. 27 eine Übersicht der vergleichenden nutriRECIPE-Bewertung aller 4000 Produkte des LEH geben.

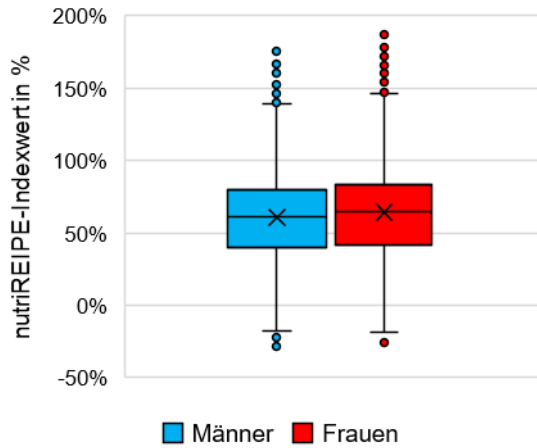


Abb. 26: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für alle 4000 Produkte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 22: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für alle 4000 Produkte

	Männer	Frauen
Maximum	175,9 %	186,9 %
Boxanfang	79,7 %	83,5 %
Mittelwert	60,8 %	64,3 %
Median	61,5 %	64,6 %
Boxende	40,0 %	41,3 %
Ausdehnung der Box	39,8 %	42,2 %
Minimum	-28,1 %	-25,6 %
Spannweite des Boxplots	204,0 %	212,5 %

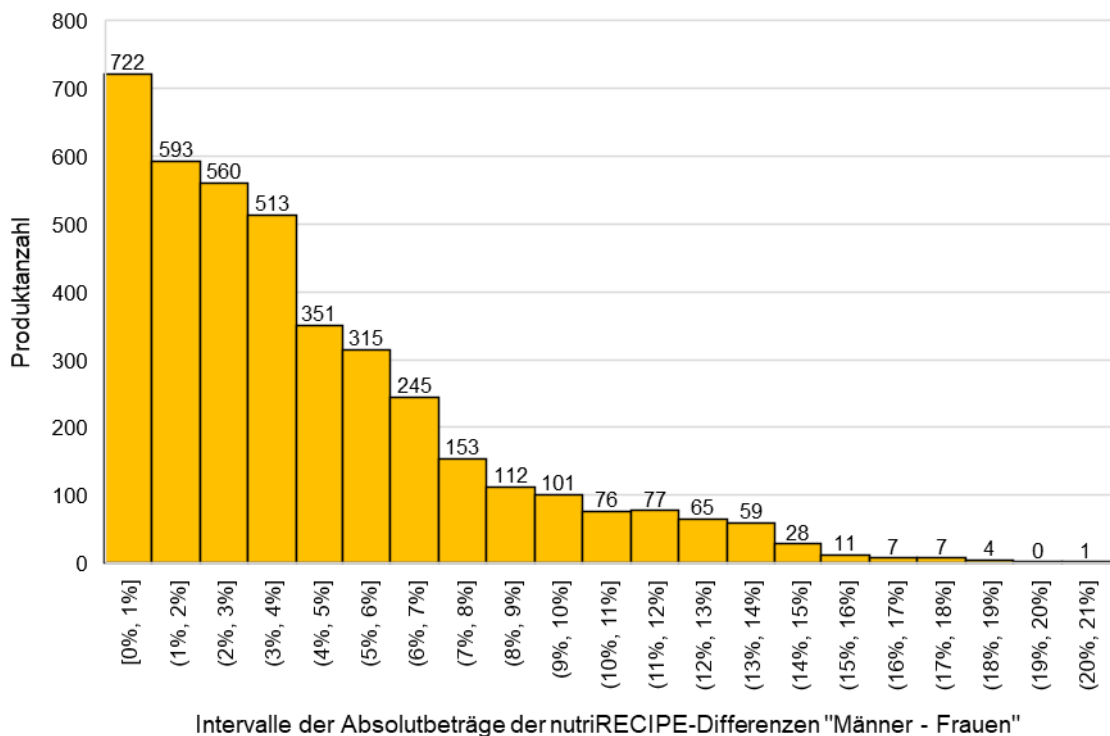
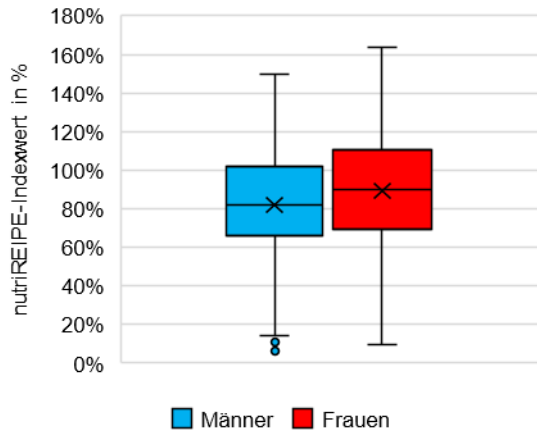


Abb. 27: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für alle 4000 Produkte – Vergleich Männer versus Frauen

In Abb. 26 und Tab. 22 kann man gut erkennen wie sich die nutriRECIPE-Bewertungen für Männer und Frauen unterscheiden. Der Median liegt bei Männern bei 61,5 %, also um 3,1 Prozentpunkte niedriger, als bei Frauen mit 64,6 %. Ein deutlicher Unterschied zeigt sich auch beim Maximum, welches bei Frauen 186,9 % beträgt und bei Männern um 11,0 Prozentpunkte auf 175,9 % abfällt. Das Minimum ändert sich nur relativ wenig von -25,6 % auf -28,1 %, was insgesamt zu einer reduzierten Spannweite bei Männern von 204,0 % im Vergleich zu 212,5 % bei Frauen führt. Vergleicht man dies mit den geschlechtsunspezifischen Ergebnissen (ohne BPS) aus Tab. 16, erkennt man, dass die Werte noch weiter auseinander liegen. So beträgt das Maximum 189,6 % und das Minimum -28,7 %, was in einer Spannweite von 218,3 % resultiert. Beim Vergleich der Mediane fällt auf, dass der geschlechtsunspezifische Median mit 62,7 % zwischen den Werten für Frauen (64,6 %) und Männer (61,5 %) liegt. Ursache der größeren Spannweite ist vor allem, dass bei unterschiedlichen Referenzwerten für Frauen und Männer immer der jeweils höhere verwendet wurde. Beim Vergleich der Gesamtbewertung gibt es zwei Effekte, welche in der Nährstoffdichte begründet liegen. Der Zielwert für Kalorien steigt von 1.800 kcal bei Frauen über 2.000 kcal im allgemeinen Modell bis auf 2.300 Kcal bei den Männern. Daraus folgt erstens, dass die erforderliche Nährstoffdichte für die einzelnen Nährstoffe sinkt, und zweitens, dass Männer bei den unerwünschten Inhaltsstoffen (Zucker, Salz) einen größeren Malus bekommen, weil das erlaubte Kontingent auf eine größere Kalorienzahl verteilt werden muss. Einen weiteren Beitrag liefert die Tatsache, dass laut NVS II (MRI, 2008) die Versorgungslage bei vielen Nährstoffen für Männer etwas besser als bei Frauen ist. Somit erhalten die Nährstoffe bei Frauen etwas höhere Gewichtungsfaktoren, was zur Folge hat, dass die Bewertung der jeweiligen Nährstoffe, bei gleicher Nährstoffdichte, für Frauen besser ist. Beim Salz kommt eine weitere Besonderheit hinzu, so müssen Männer nicht nur das gleiche Kontingent auf eine größere Kalorienzahl verteilen, sondern haben zudem noch einen höheren Gewichtungsfaktor für Salz, weil ihre Salzzufuhr laut DEGS1-Daten (RKI, 2015) höher als die von Frauen ist. Die Summe der beschriebenen Effekte führt dazu, dass LM für Männer mit dem nutriRECIPE-Index im Mittel etwas schlechter bewertet werden. Wie der Vergleich von Abb. 15 mit Abb. 27 zeigt, ist der geschlechtsspezifische Effekt kleiner als der durch die Integration von BPS. Trotzdem ist er deutlich sichtbar, denn von 4000 Produkten erhalten 1261 (31,5 %) eine um mehr als 5,0 % abweichende Bewertung im geschlechtsspezifischem nutriRECIPE-Modell.

herzhafte Konserven

Nachfolgend geben Abb. 28 und Tab. 23 sowie Abb. 29 einen Überblick über die Veränderung des nutriRECIPE-Index bei 199 herzhaften Konserven.



Tab. 23: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 199 herzhafte Konserven

	Männer	Frauen
Maximum	149,6 %	164,0 %
Boxanfang	101,6 %	110,7 %
Mittelwert	81,8 %	89,2 %
Median	82,2 %	89,8 %
Boxende	66,2 %	70,4 %
Ausdehnung der Box	35,5 %	40,3 %
Minimum	6,2 %	9,7 %
Spannweite des Boxplots	143,4 %	154,3 %

Abb. 28: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 199 herzhafte Konserven – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

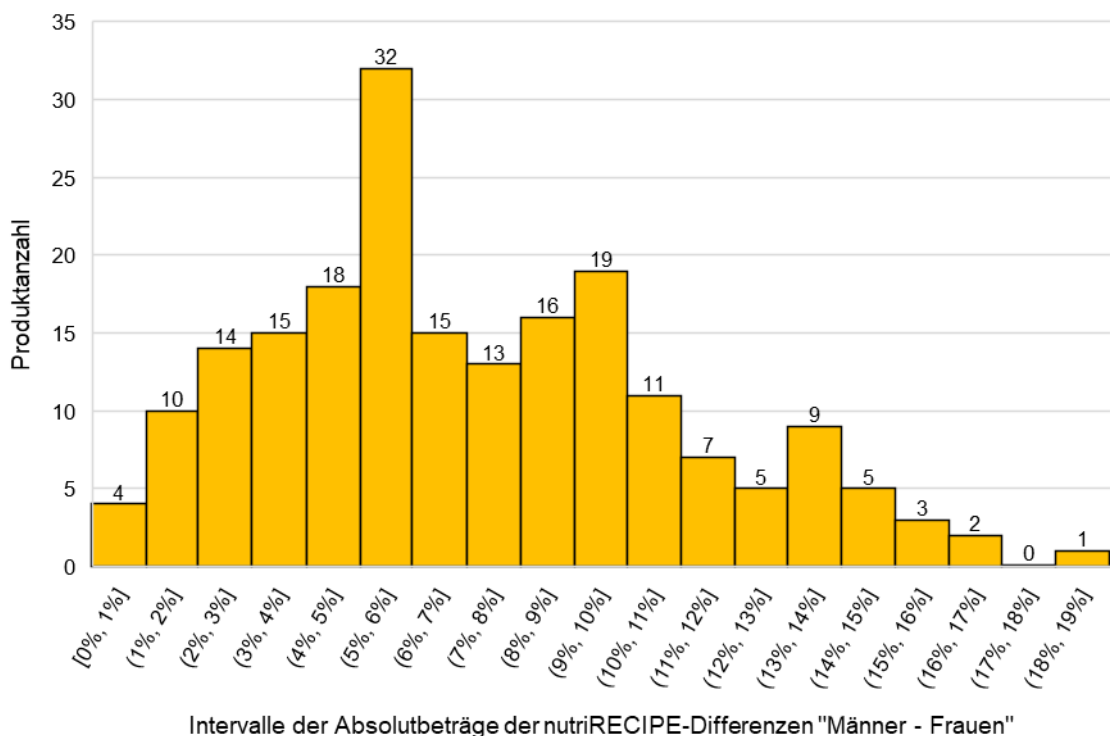


Abb. 29: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 199 herzhafte Konserven – Vergleich Männer versus Frauen

Die Produktgruppe der herzhaften Konserven wird bei beiden Geschlechtern relativ gut bewertet, was an den Medianwerten 82,9 % (Männer) und 89,2 % (Frauen) deutlich wird. Allerdings liegt nicht nur der Median der nutriRECIPE-Bewertung für Männer niedriger, sondern auch das Maximum (164,0 % → 149,6 %) und das Minimum (9,7 % → 6,2 %). Im Ergebnis reduziert sich auch die Spannweite des Wertebereichs des nutriRECIPE-Index von 154,3 % auf 143,4 %. In Abb. 29 kann man erkennen, dass insgesamt 138 von 199 Produkten (69,3 %) eine um mehr als 5 % abweichende, und 43 Produkte (21,6 %) sogar eine um mehr als 10 % abweichende nutriRECIPE-Bewertung erhalten. Man kann also bei dieser Produktgruppe von einem deutlichen Unterschied zwischen der Bewertung für Frauen und Männer sprechen. Einer der Hauptgründe für die unterschiedliche Bewertung ist der hohe Salzgehalt der herzhaften Konserven (oft Eintöpfe und Suppen), welcher bei beiden Geschlechtern zu maximalem Malus beim Salz führt. Bei Männern ist dieser Malus jedoch ca. 20 % größer. Ein interessanter Effekt zeigt sich, analog zu den Wurstwaren, beim Nährstoff Jod. Kommt jodiertes Speisesalz zum Einsatz, wird fast immer auch der maximale Bonuswert für Jod erreicht. Bei Frauen kann der Jodbonus den Salzmalus überkompensieren, so dass in der Summe ein kleiner positiver Effekt resultiert. Bei Männern kompensiert Jod ebenfalls einen Großteil des Salzmalus, es bleibt aber netto immer ein negativer Effekt übrig. Ein weiterer Grund ist die differenzierte Bewertung von Eisen. Frauen haben einen höheren Zielwert für Eisen (vgl. Kapitel 2.6.1) und gleichzeitig einen höheren Gewichtungsfaktor für diesen Nährstoff. Da viele der Produkte hohe Eisengehalte aufweisen, erhalten Frauen hier oft eine deutlich bessere Bewertung. Zink ist ebenfalls ein differenziert bewerteter Nährstoff, wobei hier die Männer einen höheren Bedarf haben (vgl. Kapitel 2.6.1). Insgesamt ist der Zinkgehalt der Produkte als gut zu bewerten, wirkt sich aber auf die nutriRECIPE-Bewertung der Männer nicht so positiv aus, wie die Bewertung des Eisens für die Frauen. In der Summe der einzelnen Effekte kommt es zur beobachteten schlechteren Bewertung von herzhaften Konserven für Männer.

Fischprodukte

Im Folgenden zeigen Abb. 30 mit Tab. 24 sowie Abb. 31 die Ergebnisse des nutriRECIPE-Index-Vergleichs von insgesamt 220 Fischprodukten aus dem LEH.

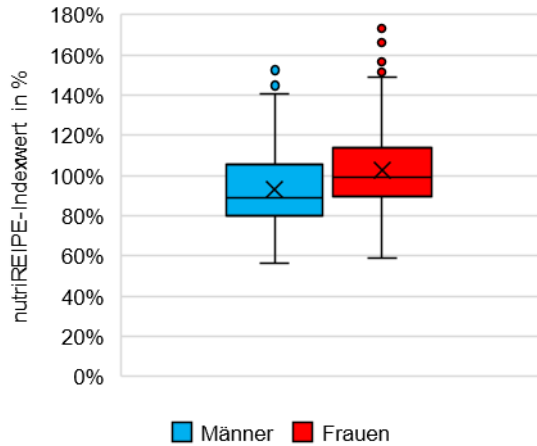


Abb. 30: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 220 Fischprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 24: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 220 Fischprodukte

	Männer	Frauen
Maximum	154,6 %	173,4 %
Boxanfang	105,6 %	113,8 %
Mittelwert	93,1 %	102,7 %
Median	88,9 %	98,9 %
Boxende	79,9 %	89,6 %
Ausdehnung der Box	25,7 %	24,1 %
Minimum	56,3 %	59,0 %
Spannweite des Boxplots	98,3 %	114,4 %

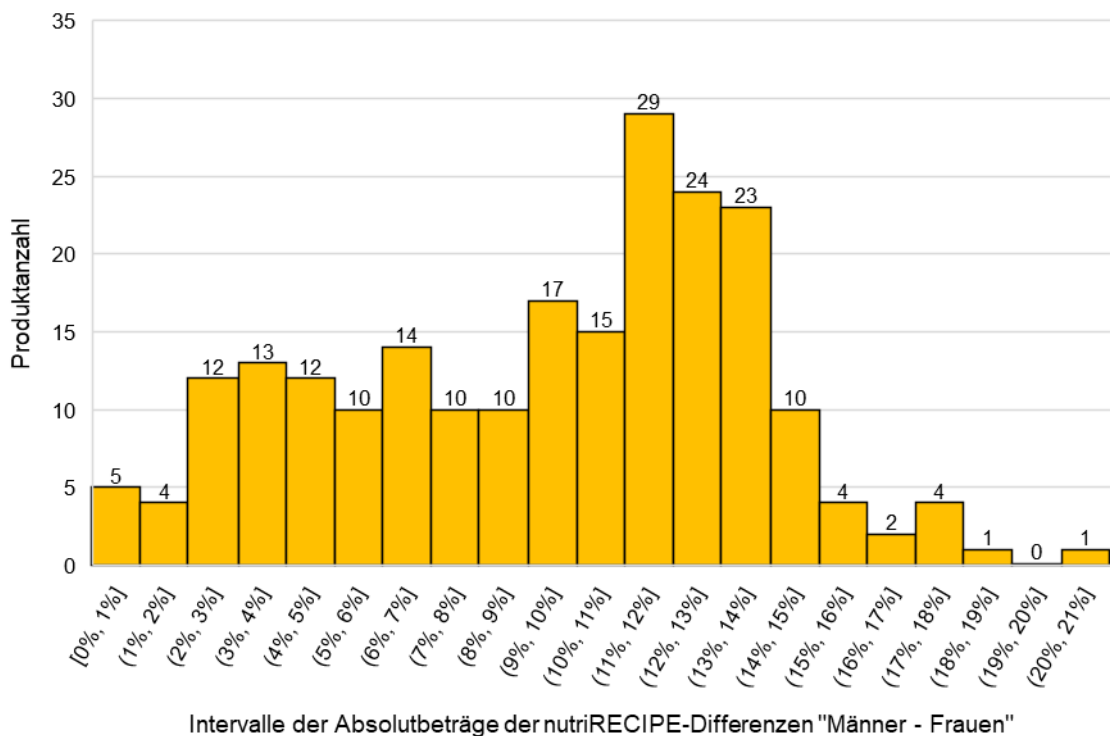
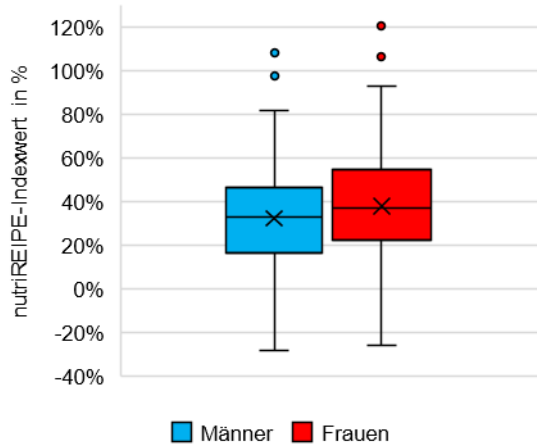


Abb. 31: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 220 Fischprodukte – Vergleich Männer versus Frauen

Wie in Abb. 30 in Kombination mit Tab. 24 dargestellt, schneiden Fischprodukte sehr gut bei der nutriRECIPE-Bewertung für Frauen und Männer ab. Die Medianwerte der beiden Geschlechter unterscheiden sich jedoch um 10 Prozentpunkte, Frauen erhalten **98,9 %**, während Männer nur auf **88,9 %** kommen. Weiterhin fällt auf, dass sich auch die Maxima stark unterscheiden, Frauen erreichen beim besten Produkt **173,4 %** und Männer lediglich **154,6 %**. Das Minimum liegt, im Vergleich zu anderen Produktgruppen, sehr hoch, ist aber mit **59,0 %** und **56,3 %** bei beiden Geschlechtern ähnlich. Damit sinkt die Spannweite der nutriRECIPE-Bewertungen für Männer auf **98,3 %**, während sie bei Frauen **114,4 %** beträgt. Interessanterweise ändert sich die Ausdehnung der Box dabei nur wenig (1,6 Prozentpunkte). Sie befindet sich bei Männern im Vergleich zu Frauen allerdings ca. 10 Prozentpunkte tiefer. In Abb. 31 kann man sehr gut erkennen, dass sich die Bewertung für ca. die Hälfte der Produkte um mehr als 10 % ändert, konkret sind es 113 von 220 Produkten (51,4 %). Die Geschlechtsspezifität der nutriRECIPE-Wertung ist in dieser Produktgruppe am stärksten ausgeprägt. Zusätzlich geht der Effekt konsistent in eine Richtung, denn es gibt kein einziges Produkt, das für Männer besser bewertet wird als für Frauen. Dies liegt zum großen Teil in der Homogenität dieser Produktgruppe begründet, denn alle Produkte enthalten als Hauptzutat entweder fettreichen oder fettarmen Seefisch. Bei Fischprodukten kommen hauptsächlich drei Effekte zum Tragen: Erstens die differenzierte Bewertung von Vitamin D, zweitens die differenzierte Bewertung von Vitamin B12, und drittens die, bereits bei den herzhaften Konserven beschriebene, Kombination aus Salzmalus und Jodbonus. Aufgrund der differenzierten Vitamin D Bewertung wird die Produktgruppe zweigeteilt, während Produkte mit fettreichem Seefisch maximalen Bonus für Vitamin D bekommen, erhalten Produkte mit fettarmem Seefisch hier kaum Punkte. Da Frauen laut NVS II (MRI, 2008) schlechter mit Vitamin D versorgt sind, ist ihr Gewichtungsfaktor im nutriRECIPE-Modell deutlich höher, und führt somit zur systematischen Besserbewertung der fettreichen Seefische. Bei Vitamin B12 ist es ähnlich, hier haben zwar sowohl Frauen als auch Männer einen hohen Versorgungsgrad, aber bei Männern ist der Faktor aufgrund von Überversorgung viel kleiner. Dieser Effekt tritt konsistent bei allen Produkten auf. Die Kombination aus Salzmalus und Jodbonus hängt nicht vom Fettgehalt der Fische ab, sondern schwankt je nach Produkttyp, wobei die salzärmeren Produkte meistens auch weniger Jodbonus erhalten. Insgesamt ergibt sich ein konsistenter positiver Effekt auf die nutriRECIPE-Bewertung für Frauen, wobei die Produkte mit fettreichem Seefisch einen ca. doppelt so großen Abstand zur nutriRECIPE-Bewertung für Männer haben.

Dips, Senf und Saucen

Unten stellen Abb. 32 mit Tab. 25 sowie Abb. 33 die Ergebnisse der vergleichenden nutriRECIPE-Berechnung für 153 Produkte der Kategorie „Dips, Senf und Saucen“ dar.



Tab. 25: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 153 Dips, Senf und Saucen

	Männer	Frauen
Maximum	110,4 %	122,8 %
Boxanfang	46,7 %	54,8 %
Mittelwert	32,6 %	38,1 %
Median	33,3 %	37,1 %
Boxende	16,6 %	22,6 %
Ausdehnung der Box	30,1 %	32,2 %
Minimum	-28,1 %	-25,6 %
Spannweite des Boxplots	138,5 %	148,4 %

Abb. 32: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 153 Dips, Senf und Saucen – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

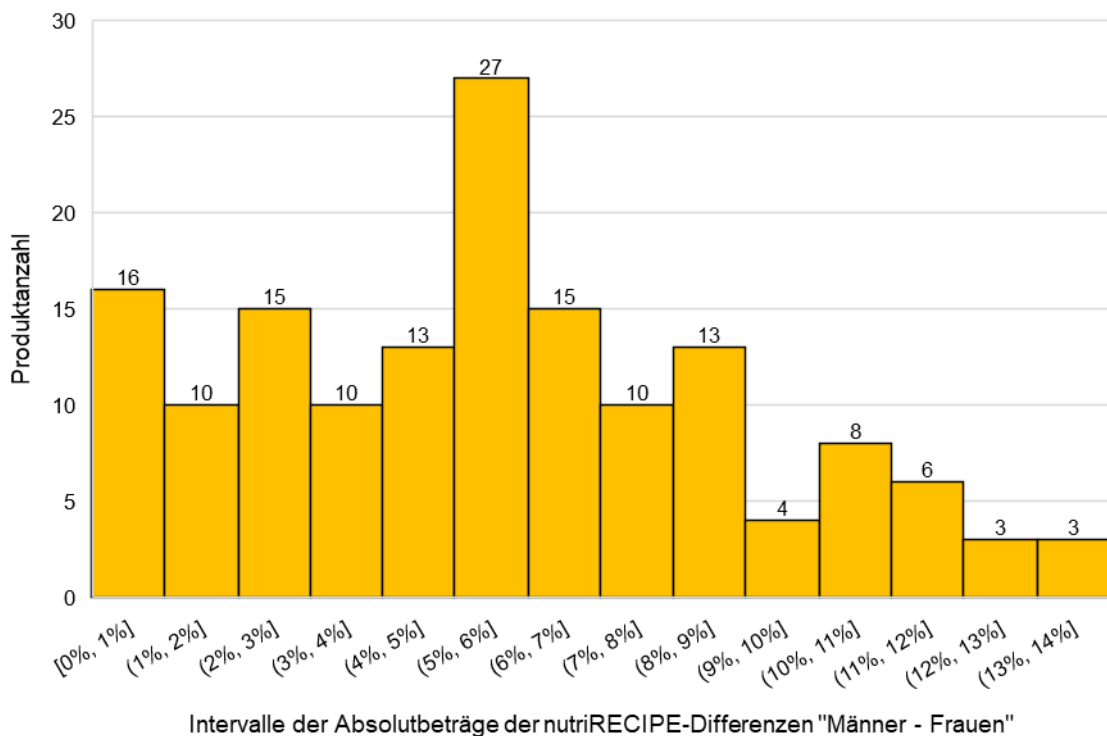


Abb. 33: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 153 Dips, Senf und Saucen – Vergleich Männer versus Frauen

Die Produktgruppe der „Dips, Senf und Saucen“ (DSS) wird im nutriRECIPE-Index mehrheitlich sehr niedrig eingestuft. Der Median für Männer liegt bei 33,3 % und für Frauen bei 37,1 %. Die Minima sind unter allen 4000 Produkten am niedrigsten mit einem Wert von -25,6 % für Frauen und -28,1 % für Männer. Mit Maxima von 122,8 % für Frauen und 110,4 % für Männer ergibt sich eine beachtliche Spannweite von 148,4 % und 138,5 %. Der Unterschied zwischen Männern und Frauen ist relativ deutlich, denn bei 89 von 153 Produkten (58,2 %) ist er größer als 5,0 %. Haupttreiber der Geschlechterdifferenz sind die unerwünschten Inhaltsstoffe Zucker und Salz. Die meisten DSS erhalten sowohl einen Zuckermalus als auch einen Salzmalus, was wiederum aufgrund der gleichen Kontingente für Zucker und Salz, aber gleichzeitig höherem Zielwert für die Kalorien bei Männern, zu einem größeren Gesamtmalus für Männer führt. Unterschiede in der nutriRECIPE-Bewertung ergeben sich somit aus den wenigen Nährstoffen, welche in den anderen Zutaten enthalten sind. Die schlechteste Bewertung unter allen 4000 Produkten mit -28,1 % bzw. -25,6 % erhält eine „Sweet Chili Sauce“ mit 51,1 g Zucker und 3,8 g Salz pro 100 g. Im Mittelfeld der DSS befinden sich Senf und Ketchup, wobei die Zucker- und Salzgehalte hier sehr unterschiedlich sind. Das beste Ergebnis erhält die „Indian Tikka Masala Sauce“ mit 97,8 % bzw. 106,5 %, welche nur 1,5 g Zucker und 0,9 g Salz enthält. Die beiden besten Ergebnisse laut Abb. 32 und Tab. 25 sind auf Berechnungsartefakte des Zutatenalgorithmus (s. Kapitel 2.6.4) zurückzuführen und stellen keine realen Produkte dar.

Pastaprodukte

Die folgenden Abb. 34 mit Tab. 26 und Abb. 35 zeigen einen Überblick der Ergebnisse der vergleichenden nutriRECIPE-Berechnung für 180 Pastaprodukte.

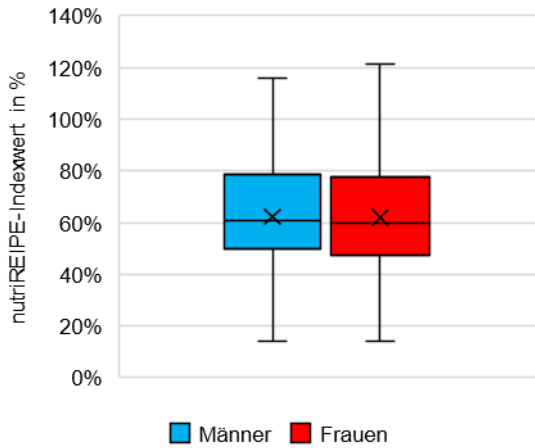


Abb. 34: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 180 Pastaprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 26: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 180 Pastaprodukte

	Männer	Frauen
Maximum	115,7 %	121,1 %
Boxanfang	78,4 %	77,1 %
Mittelwert	62,4 %	62,0 %
Median	61,0 %	59,6 %
Boxende	50,2 %	47,3 %
Ausdehnung der Box	28,1 %	29,8 %
Minimum	13,9 %	14,2 %
Spannweite des Boxplots	101,8 %	106,9 %

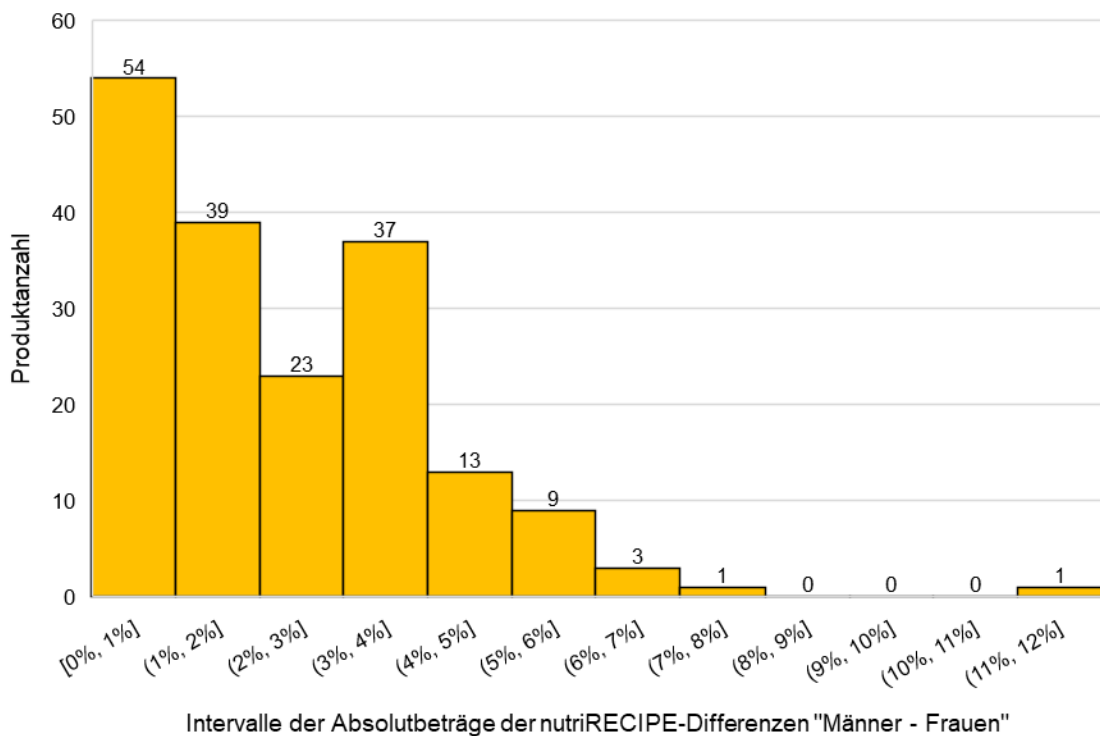
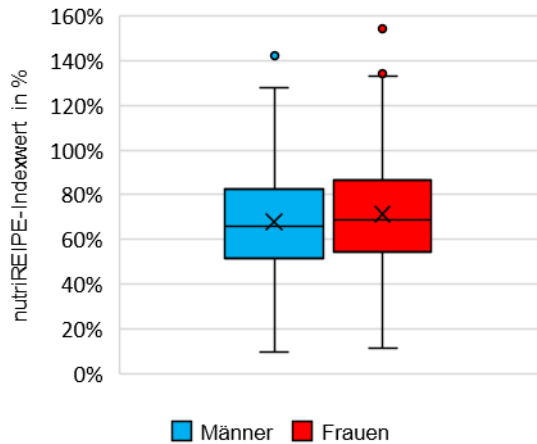


Abb. 35: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 180 Pastaprodukte – Vergleich Männer versus Frauen

Die Produktgruppe Pasta ist die einzige von insgesamt 20 Kategorien, wo für Männer ein besseres Ergebnis im nutriRECIPE-Index berechnet wird. Wie in Abb. 34 und Tab. 26 zu sehen, erreichen Männer einen Median von 61,0 % und Frauen 59,6 %. Das Maximum ist bei Frauen etwas höher (121,1 % vs. 115,7 %), aber die Minima sind fast gleich (14,2 % vs. 13,9 %), was zu ähnlichen Spannweiten führt (106,9 % vs. 101,8 %). In Abb. 35 lässt sich ebenfalls gut erkennen, dass zwischen der nutriRECIPE-Bewertung für Frauen und Männer kein großer Unterschied besteht. So ergibt sich lediglich für 14 von 180 Produkten (7,8 %) eine um mehr als 5 % abweichende Bewertung. Sehr interessant ist hingegen die Begründung, warum diese Produktgruppe als einzige bessere Bewertungen für Männer erhält. Pastaprodukte enthalten keine oder nur wenige der unerwünschten Inhaltsstoffe Zucker, Salz und gesättigtes Fett. So dass in diesem Fall vor allem die Nährstoffdichte eine Hauptrolle bei der Bewertung spielt. Wenn man die geschlechtsspezifischen Unterschiede bei den Gewichtungsfaktoren außer Acht lässt, benötigen Frauen bei allen Nährstoffen höhere Gehalte, um die gleiche Bewertung wie Männer zu erreichen. Kombiniert mit den im Mittel höheren Gewichtungsfaktoren ergibt dies bei besonders guten Produkten eine höhere Maximalwertung als für Männer. Aufgrund der im Mittel durchschnittlichen Bewertung, und dass keiner der geschlechtsspezifischen Nährstoffe (Vitamin D, Vitamin B12, Eisen, Zink) besonders hohe Gehalte aufweist, sowie unerwünschte Inhaltsstoffe (Zucker, Salz, SFA) kaum vorhanden sind, erhalten Männer in Summe einen kleinen Vorteil bei der nutriRECIPE-Bewertung der Pastaprodukte.

TK-Fertigprodukte

Abb. 36 mit Tab. 27 und Abb. 37 zeigen nachfolgend einen Überblick der Ergebnisse der vergleichenden nutriRECIPE-Berechnung für 301 TK-Fertigprodukte.



Tab. 27: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 301 TK-Fertigprodukte

	Männer	Frauen
Maximum	144,0 %	158,0 %
Boxanfang	82,6 %	86,3 %
Mittelwert	67,9 %	71,3 %
Median	65,9 %	68,9 %
Boxende	52,0 %	55,1 %
Ausdehnung der Box	30,6 %	31,1 %
Minimum	9,6 %	11,4 %
Spannweite des Boxplots	134,3 %	146,5 %

Abb. 36: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 301 TK-Fertigprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

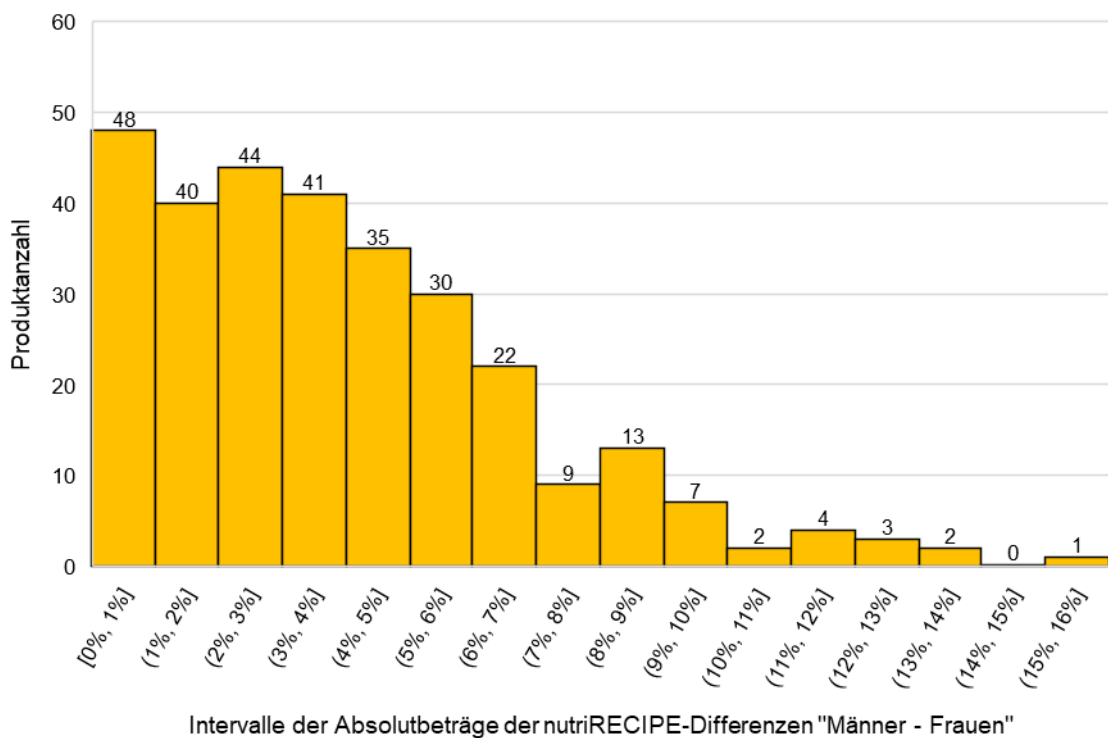


Abb. 37: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 301 TK-Fertigerichte – Vergleich Männer versus Frauen

TK-Fertigprodukte nehmen gesellschaftlich immer mehr an Bedeutung zu, deshalb sollen sie ebenfalls hier gezeigt werden. Zu den ausgewerteten 301 TK-Fertigprodukten gehören sowohl Komplettgerichte als auch einzelne Komponenten, wie z.B.: Gemüse-mischungen, fleischhaltige oder stärkehaltige Beilagen, wobei vollständige Mahlzeiten den Hauptanteil ausmachen. Die Medianwerte der nutriRECIPE-Berechnung (Abb. 36 mit Tab. 1) zeigen einen Unterschied von 3,0 Prozentpunkten, mit Werten von **68,9 %** für Frauen und **65,9 %** für Männer. Analog zu den anderen Produktkategorien ist auch bei den TK-Fertigprodukten der Maximalwert für Frauen höher (**158,0 %**) als bei Männern (**144,0 %**), während sich das Minimum nur wenig unterscheidet (**11,4 %** → **9,6 %**). Das Bewertungsspektrum ist den Standardgerichten aus der Analyse der Mensamahlzeiten in Kapitel 3.5.1 sehr ähnlich, so liegt der Median bei beiden Produktgruppen bei ca. 67 %. Die Geschlechtsspezifität ist moderat ausgeprägt, so dass von 301 Produkten 93 einen Bewertungsunterschied von mehr als 5,0 % aufweisen. Als Ursache dafür ist keine der, bei den anderen Produktgruppen beschriebenen, Erklärungen hauptverantwortlich. Bei Fleischbeilagen und fleischhaltigen Komplettgerichten dominiert der Salzmalus in partieller Kombination mit Jodbonus. Wohingegen bei Gemüse-mischungen und vegetarischen Komplettgerichten die Nährstoffdichte in Verbindung mit höheren Maximalwerten für Frauen hauptursächlich sind. Grundsätzlich muss man bei dieser Produktgruppe besonders auf Plausibilität achten, denn der Zutatenalgorithmus (s. Kapitel 2.6.4) wird hier besonders gefordert. Fehler auf der Ebene der Berechnung der Zutatenverteilung können sich bei Hauptzutaten spürbar auf die nutriRECIPE-Bewertung auswirken (gleichermaßen für Frauen und Männer).

4. Diskussion

4.1 Genauigkeit der Schätzung der BPS-Gehalte von Obst und Gemüse

Obst und Gemüse sind Früchte von Pflanzen, welche sich ständig wechselnden Umweltbedingungen anpassen müssen. Selbst im Gewächshaus sind die Bedingungen nicht vollkommen standardisiert, denn es gibt bspw. unterschiedlich lange Tage. Deshalb ist es völlig normal, dass die Gehalte an Vitamine und Mineralstoffen in Abhängigkeit von: der Sorte, dem Anbaugbiet, den Sonnenstunden, der Wasserversorgung, den Bodenverhältnissen, Düngemittleinsatz, Pflanzenschutzmitteleinsatz, Schädlingsbefall und dem Erntezeitpunkt schwanken (Greenfield & Southgate, 2003). Da BPS der Pflanze nicht primär zum Überleben dienen, sondern in besonderem Maße als Anpassung an Umweltreize gebildet werden, schwanken deren Gehalte noch stärker. So werden bspw. Carotinoide verstärkt bei besonders intensiver Sonneneinstrahlung und Glucosinolate als Reaktion auf Fraßfeinde gebildet. Da Nährstoffgehalt und BPS-Gehalt auch vom Erntezeitpunkt und den Lagerbedingungen abhängen, ist der Goldstandard für Werte in Nährstoffdatenbanken ein Jahresmittelwert. Der analytische Aufwand einen solchen Wert zu bestimmen ist natürlich besonders hoch, so dass das nur wichtige Nährstoffe in Frage kommt. Bei BPS werden mittelfristig sicher lediglich ungenauere Schätzwerte zur Anwendung kommen. Ein echter Fortschritt wäre hier bereits, dass überhaupt Daten zu allen relevanten Obst- und Gemüsesorten vorliegen.

4.1.1 Daten aus der eBASIS-Datenbank

Grundsätzlich muss man sagen, dass die eBASIS-Datenbank eine sehr umfangreiche Datensammlung mit internen Qualitätsstandards. Das half bei der ersten Orientierung welche Daten verwendet werden können. Es stellte sich heraus, dass die Datenqualität sehr heterogen war. Es gab bspw. ältere Daten, welche noch nicht nach den aktuellen differenzierten Qualitätseinstufungen bewertet worden waren, so dass im Zweifel die originale Literatur geprüft werden musste. Als besonders positiv hervorzuheben ist, dass dies möglich war. Transparenz der Datenquellen stellt nach Greenfield & Southgate (2003) eine wichtige Anforderung an Nährstoffdatenbanken dar, welche bspw. vom BLS nicht erfüllt wird.

Die Extraktion der Daten gestaltete sich insgesamt schwierig, weil die Datenbank nicht darauf ausgerichtet war, vollständig abgerufen zu werden. Da die Benutzersteuerung auf der Webseite jedoch umständlich und langsam war, gab es dazu keine Alternative. Die Sichtung, Sortierung und Filterung der Daten war so wesentlich einfacher möglich. Als nächstes folgte die Standardisierung der Einheiten. Stoffmengen und verschiedene Masseangaben wurden auf „mg pro kg Frischmasse“ standardisiert. Dafür wurden bis auf wenige Ausnahmen (Tee, Kaffee) alle auf die Trockenmasse bezogenen Werte mit den Wassergehalten der jeweiligen BLS-Einträge auf Frischmasse umgerechnet. Die automatisierte Umrechnung größerer Datenmengen ist eine mögliche Fehlerquelle, weshalb die Originaldaten zu Kontrollzwecken gesichert wurden. Eine weitere umfangreiche Umrechnung betraf die Polyphenole, welche pflanzenspezifisch als verschiedene Glykoside vorkommen. Um die Polyphenolgehalte aller Gemüse- und Obstsorten vergleichen zu können, war es zwingend erforderlich alle Glykoside auf das jeweils korrespondierende Aglykon zu standardisieren. Alle Glykoside eines Aglykons wurden aufsummiert. Die Identität und die molare Masse der jeweiligen Glykoside sind mögliche Fehlerquellen, weshalb hier mit besonderer Sorgfalt vorgegangen werden musste.

Ein weiterer Vorteil der eBASIS-Datenbank war, dass die Herkunftsländer, oft sogar Anbauregionen, der jeweiligen Nutzpflanzen hinterlegt sind, so dass bei stark abweichenden Werten entschieden werden konnte, ob diese für Deutschland relevant sind. Daten einer Studie aus Hawaii mussten bspw. ausgeschlossen werden, weil sie um den Faktor 100 von europäischen BPS-Daten abwichen. Eine mögliche Fehlerquelle, die häufig erst bei Tiefenprüfung der jeweiligen Literatur deutlich wurde, war der Zweck der Datengewinnung. Viele kleinere Publikationen waren nicht auf die Bestimmung eines guten Mittelwertes für Nährstoffdatenbanken ausgerichtet, sondern haben bspw. neue Nutzpflanzensorten oder Analysemethoden untersucht. Gemäß Greenfield & Southgate (2003) ist die Gewinnung repräsentativer Proben und die Anwendung geeigneter und etablierter analytischer Methoden sehr wichtig für aussagekräftige Werte in einer Nährstoffdatenbank. Sie führen allerdings auch aus, dass jeder Wert, selbst wenn er nur auf einer wohlbegründeten Vermutung beruht, besser als ein „Nullwert“ ist. So ist es bspw. besser die analytisch bestimmten Luteinwerte einer Salatsorte auch auf die anderen Salatsorten zu übertragen, weil es nicht vernünftig ist anzunehmen, dass diese kein Lutein enthielten.

Ein Problem welches die Erfassung von Einzelstudien mit sich bringt ist, dass nicht sofort erkennbar ist, aus wie vielen Einzelwerten sich der jeweils hinterlegte Wert ggf. zusammensetzt. Deshalb können keine sinnvollen Wertebereiche angegeben werden.

Dafür müsste jede Quelle einzeln geprüft, nach definierten Kriterien gewichtet, und in einen Mittelwert eingerechnet werden. So publizieren kleinere Studien oft viele Einzelwerte, z. B. den Vergleich von zehn neuen Tomatensorten, während große Übersichtsarbeiten, wie von der USDA veröffentlicht, möglicherweise nur einen Wert für Tomaten enthalten, der dafür ein Jahresmittelwert ist. Eine weitere Schwierigkeit bestand beim Ausschluss bestimmter Unterarten, wie beispielsweise der Blutorange. Die Information zur Varietät war nicht an einer fest definierten Position abgelegt. Hieraus ergibt sich eine mögliche Fehlerquelle, weil trotz größter Sorgfalt nicht ausgeschlossen werden kann, dass spezielle Sorten gemeinsam mit handelsüblichen Sorten ausgewertet wurden.

Trotz der vielfältigen Herausforderungen war es die richtige Entscheidung für die Erstellung einer deutschen BPS-Datenbank zunächst die eBASIS-Datenbank der EuroFIR auszuwerten. Bei der Zusammenstellung der Daten wurden, so gut es möglich war, die Grundsätze zur Erstellung von Nährstoffdatenbanken nach Greenfield & Southgate (2003) beachtet. Auf dem aktuellen Stand aufbauend können in Zukunft weitere Daten ergänzt werden.

4.1.2 Abschätzung der Erhaltungsfaktoren für BPS

Einleitend soll hervorgehoben werden, dass die Verwendung von Ausbeutefaktoren (yield factors) für Gewichtsänderungen beim Garen und Erhaltungsfaktoren (retention factors) für Änderungen von Mikronährstoffen (Vitamine und Mineralstoffe), seit über 80 Jahren ein Standardverfahren für die Ableitung von weiteren Werten aus Analysedaten innerhalb von Nährstoffdatenbanken darstellt (Greenfield & Southgate, 2003).

Für die Veränderung des BPS-Gehaltes bei verschiedenen Gartechniken und Trocknung wurden unter Zuhilfenahme von Literaturdaten Erhaltungsfaktoren abgeschätzt und damit die BPS-Gehalte von im BLS vorhandenen Verarbeitungsstufen der jeweiligen LM berechnet. Ausgangspunkt für die Recherche der Faktoren war die Übersichtsarbeit von Palermo et al. (2014), welche alle bis dato verfügbaren Daten aus Kochexperimenten zusammengetragen und strukturiert haben. Phytosterole waren in dieser Arbeit nicht enthalten, weshalb die Daten für Mehle und Backwaren aus der niederländisch-schwedischen Studie von Normen et al. (2002) übernommen wurden. Die Autoren hatten zum Ziel valide Daten zur Zufuhr der niederländischen und schwedischen Bevölkerung zu generieren, weshalb sie als gute Näherung für Deutschland gelten können. Diese Daten waren nicht in eBASIS enthalten, weil sie für verarbeitete Produkte gelten. Für geröstete Nüsse wurden die Erhaltungsfaktoren aus den Frittierfettversuchen von Thanh

et al. (2005) abgeleitet. Dies ist die beste verfügbare Näherung, und unterschätzt die tatsächlichen Werte wahrscheinlich etwas. Thanh et al. (2005) haben reine Pflanzenöle untersucht, worin der Abbau von Phytosterolen die einzige Option war. Bei Nüssen und Ölsamen hingegen können durch Hitzeeinwirkung noch weitere Phytosterole aus ihren Estern freigesetzt werden.

Die Literaturdaten in der Übersichtsarbeit von Palermo et al. (2014) waren in bereits verwendete BPS-Klassen aufgeteilt, wie z. B.: Carotinoide, Phenolsäuren, Flavonoide, Anthocyane, Proanthocyanidine und Glucosinolate. Das erleichterte die Tiefenprüfung der einzelnen Literaturdaten. Wie bereits in Kapitel 3.2 angedeutet hatten einige Autoren im Vergleich zu realen Kochbedingungen sehr unrealistische Parameter gewählt, weshalb diese Daten nicht verwendet werden konnten. Dies kam allerdings nur selten vor. Häufig wurde authentisches Kochgeschirr und Zubereitungszeiten für die Versuche verwendet, weshalb die ermittelten Werte als realitätsnah angesehen werden können.

Die Zusammenfassung der Werte in Gruppen mit ähnlichen Eigenschaften, wie Blattgemüse, Kohlgemüse und Wurzelgemüse wurde genutzt, um möglichst gute Mittelwerte für LM zu erhalten, welche nicht explizit in Kochversuchen untersucht wurden. Dabei waren die ermittelten Erhaltungsfaktoren innerhalb einer Gruppe fast immer sehr ähnlich, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Werte eine gute Näherung darstellen. Die im Einzelfall verwendeten Kochparameter können natürlich stark vom Durchschnitt abweichen, aber dieses Problem betrifft alle anderen Nährstoffe gleichermaßen. Im Kontext von Nährstoffdatenbanken ergibt es für die meisten Anwendungen keinen Sinn eine besonders große Vielfalt von Garmethoden abzudecken. Man müsste dann bspw. bei Ernährungsfragebögen die Garmethode ebenso genau erfassen, was in der Praxis jedoch nicht umsetzbar ist. Die am häufigsten untersuchten Garmethoden waren „Kochen in Wasser“ und „Dämpfen“, seltener wurde „Braten“ und „Backen“ untersucht, weshalb die Übertragung der ermittelten Erhaltungsfaktoren auf die BLS-Einträge der Kategorie „gekocht“ und „gegart“ als gut gesichert angesehen werden kann.

Die für Fruchtgemüse wie Paprika und Tomaten ermittelten Erhaltungsfaktoren wurden auf BLS-Einträge für Obst übertragen, was die bestmögliche Näherung darstellt, weil keine Daten zu gegartem Obst vorlagen. Hierfür wurden die Erhaltungsfaktoren für die Kategorie „gegart“ verwendet, da Obst nicht wie Gemüse mit Abtropfwasser zubereitet wird. Tatsächlich wird Obst in den allermeisten Fällen roh verzehrt, so dass sich etwaige Ungenauigkeiten nur in geringem Ausmaß auf Berechnungen auswirken können.

BPS für getrocknetes Obst und Kräuter wurde zunächst über den im BLS hinterlegten Wassergehalt über eine Aufkonzentrierung berechnet. Die rechnerische Anpassung von

Nährstoffdaten für andere Wassergehalte ist ein übliches Verfahren innerhalb von Nährstoffdatenbanken (Greenfield & Southgate, 2003). Die Erhaltungsfaktoren für BPS wurden aus der Übersichtarbeit zu Trocknungsmethoden von Raveendran et al. (2022) abgeleitet. Die für BPS schonendste Methode zur Trocknung war das Gefriertrocknen bzw. das Gefriertrocknen mit Unterdruck. Die hierbei ermittelten Erhaltungsfaktoren lagen zwischen 0,5 und 0,9 für Carotinoide, Phenolsäuren und Flavonoide. Diese beiden Trocknungsmethoden sind für den deutschen Markt dominierend. Deshalb wird als konservative Schätzung der Erhaltungsfaktor „0,5“ für alle BPS in allen Obst- und Gemüsesorten unterstellt. Für Phytosterole wird aufgrund ihrer hohen Hitzestabilität ein Faktor von „1“ angenommen

Insgesamt ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass sich die ermittelten Erhaltungsfaktoren für BPS im Rahmen der üblichen Abweichungen von Nährstoffdatenbanken befinden. Neue explizite Daten zu bisher mit Durchschnittswerten berechneten LM kann die BPS-Daten in Zukunft weiter verbessern.

4.2 Genauigkeit der Schätzung der Zutatenanteile

Grundsätzlich muss man zwischen den Daten, welche den Berechnungen der Mittagsmahlzeiten aus Kapitel 3.4 und Daten, welche den Einzel-LM aus Kapitel 3.5 zugrunde liegen, unterscheiden. Für die Mittagsmahlzeiten lagen detaillierte Rezeptangaben des Projektpartners „Studentenwerk Chemnitz/Zwickau“ vor, woraus die Nährstoffgehalte für einzelne Portionen, mit den im Bundeslebensmittelschlüssel Version 3.02 (BLS) hinterlegten Erhaltungsfaktoren für verschiedene Gartechniken, problemlos berechnet werden konnten. Lediglich einzelne Rezepte enthielten Convenience-Artikel (z. B. panierte TK-Schnitzel) deren Zutatenanteile anhand von Zutatenlisten manuell bestimmt werden mussten. Somit können die für die Nährstoffberechnungen verwendeten Zutatenanteile, welche den nutriRECIPE-Bewertungen zugrunde liegen, als sehr genau angenommen werden. Wobei natürlich triviale, aber in der Praxis häufig vorkommende, Abweichungen, wie z. B. Rezeptanpassungen aufgrund fehlerhaft gelieferter Zutaten, nicht berücksichtigt werden konnten.

Für die Lebensmittel aus dem LEH galten andere Bedingungen. Zur Berechnung dieser Zutatenanteile kam ein neuartiger Algorithmus, welcher von Bohn et al. (2022) entwickelt wurde, zum Einsatz. In Kapitel 2.6.2 ist die Reihenfolge der Vorgehensweise bei der Berechnung der Zutatenanteile beschrieben, für welche im Folgenden Schritt für Schritt mögliche Fehlerquellen diskutiert werden sollen:

1. Zutatenliste und Big7-Werte auslesen: Hier traten im Falle von elektronisch vorliegenden Daten grundsätzlich keine Probleme auf. Denkbar wären hier auch Fotos und eine Schrifterkennungssoftware. Plausibilitätstest können Tippfehler in gewissen Grenzen erkennen. Beispielsweise können Zucker und gesättigte Fette keinen höheren Werte als Kohlenhydrate respektive Gesamtfett aufweisen.
2. Aufteilen in Einzelzutaten: In diesem Schritt verbarg sich bereits beträchtliches Fehlerpotenzial, wenn z.B. als Trennzeichen nicht konsistent ein Komma benutzt wurde, oder Allergeninformation (sind ohne Relevanz für Nährstoffberechnung) zwischen den Zutaten „versteckt“ waren. In Klammern aufgeführte Unterzutaten wurden als separate Einheit betrachtet. In diesem Schritt haben Studenten die Vorarbeit für die 4000 analysierten Produkte geleistet, indem sie die Zutatenlisten manuell in eine elektronisch lesbare Form gebracht haben. Die Ergebnisse wurden im Rahmen dieser Arbeit geprüft und korrigiert.
3. Zuordnung passender BLS-Einträge: Dies ist der Schlüsselschritt, um sinnvolle Ergebnisse zu erhalten, weil hier entschieden wird, welche Big7-Werte aus dem BLS, beim nächsten Schritt im Gleichungssystem mit den Big7-Angaben auf den LM verglichen werden. Zunächst überprüfte ein Algorithmus die Zeichenketten aus der Zutatenliste und dem BLS auf Übereinstimmung. Anhand von direkter Übereinstimmung oder Ähnlichkeit wurde ein entsprechender BLS-Eintrag vorgeschlagen. Die Überprüfung und Korrektur dieser Vorschläge fand im Rahmen dieser Arbeit statt. Am Anfang waren die Ergebnisse bestenfalls zu 50 % korrekt, weshalb die im Rahmen dieser Arbeit korrigierten Vorschläge in eine Liste (>3000 Begriffe) übertragen wurden, und somit die Genauigkeit der Zuordnung auf 80 bis 90 % gesteigert werden konnte. Einige grundsätzliche Probleme bleiben aber bestehen und werden im Anschluss diskutiert.
4. Aufbau von Gleichungssystemen mit zusätzlichen Bedingungen: Aus den EU-Vorgaben für die Lebensmittelkennzeichnung (European Commission, 2011) können einige Bedingungen für die Gleichungssysteme abgeleitet werden, bspw. entspricht die absteigende Reihenfolge der Zutaten auf der Zutatenliste auch der Zutatenverteilung im LM. Wertgebende Zutaten müssen mit exakten Prozentangaben angegeben werden, und Oberzutaten müssen in ihre einzelnen Bestandteile aufgeschlüsselt werden. Aus dem Vergleich der angegebenen Big7 und der Summe der Big7 aller verknüpften BLS-Einträge können dann deren Anteile berechnet werden. Die ebenfalls von der EU festgelegten Grenzen in denen die Big7-Angaben von den tatsächlichen Werten abweichen dürfen (European Commission, 2012) galten dabei als Grenzen für den Lösungsraum des Gleichungssystems. Mittels linearer Optimierung wurde dann die Lösung mit

der Summe der kleinsten Fehlerquadrate gesucht. Grundannahme der auf dem Big7-Vergleich basierenden Berechnungen ist, dass die Big7 aus dem BLS mit den Big7 der jeweiligen Zutat übereinstimmen. Das wird in der Realität nicht oft der Fall sein. Die Abweichungen sollten aber nicht größer sein als die erlaubten Schwankungen in LM, ansonsten funktioniert das Gleichungssystem nicht.

Für LM welche nur aus einer oder zwei Zutaten bestehen, ergaben sich in den meisten Fällen keine Probleme, es sei denn die Zutat(en) konnte(n) keinem passenden Eintrag im BLS zugeordnet werden. Je komplexer jedoch die LM werden, desto umfangreicher werden die Zutatenlisten und desto vielfältiger die Fehlermöglichkeiten. Ein häufig auftretendes Problem ist, dass in Zutatenlisten keine Verarbeitungsgrade aufgeführt sind. So können auf einem Ketchup nur „Tomaten“ anstatt „passierte und pasteurisierte Tomaten“ in der Zutatenliste genannt sein. Eine automatisierte Zuordnung via Algorithmus kann ohne zusätzliche Informationen nur „rohe Tomaten“ ergeben, was zu fehlerhaften Nährstoffberechnungen führt. Im Rahmen der studentischen Arbeiten zu den 4000 LEH-Produkten wurde oft manuell ein Verarbeitungsgrad zugeordnet, um das Ergebnis zu verbessern. Für eine automatisierte Zuordnung wäre es denkbar mit Produktkategorien zu arbeiten, denen per Definition ein bestimmter Verarbeitungsgrad zugeordnet wird.

Ein weiteres Problem sind verschiedene Fettstufen beim Fleisch. Diese sind zwar im BLS hinterlegt, können aber ebenfalls selten aus den Zutatenlisten abgeleitet werden. Bei hochwertigen Fleischteilen wie z. B. „Schweinelende“ oder „Hähnchenbrustfilet“ ist eine Angabe meistens vorhanden, aber häufig wird bspw. lediglich „Schweinefleisch“ in den Zutatenlisten genannt. Das führt dazu, dass der Oberbegriff im BLS verwendet werden muss, was beim Fleisch so funktioniert, dass die gebräuchlichste Fettstufe der jeweiligen Fleischsorte verwendet wird. Diese Näherung passt häufig ganz gut, aber im Einzelfall kann das Gleichungssystem gar keine Lösung ermitteln. So kann eine Salami deren Zutatenliste „Rindfleisch und Speck“ enthält, wesentlich genauer berechnet werden, als wenn nur „Rindfleisch“ angegeben ist. Auch hierfür könnte es eine Lösung sein, bestimmten Produktkategorien wie z. B. Rohwürsten standardmäßig die höhere Fettstufe zuzuordnen.

Oberzutaten werden, gemäß Schritt zwei des Algorithmus, immer in Unterzutaten aufgeteilt, weil so die Zusammensetzung besser berechnet werden kann. Das ist aber nicht immer der Fall. In jedem Fall geht eine ggf. bei der Oberzutat angegebene Verarbeitung verloren, weil sie innerhalb der Klammer nicht nochmal erwähnt wird. Hier wären Ausnahmeregelungen für bestimmte LM sinnvoll, zumindest für Fälle, wo die Berechnung gar nicht funktionieren kann, wie bei Käse. Da während der Käseherstellung

Laktose abgebaut wird, der Algorithmus aber verschwindende Nährstoffe nicht berücksichtigen kann, kann kein Käse aus seiner Zutatenliste berechnet werden. Eine direkte Zuordnung der Oberzutat Käse, wäre auch aufgrund der großen Anzahl an hinterlegten Käsesorten und Fettstufen im BLS, eine erstrebenswerte Lösung. Ein Beispiel wie die direkte Zuordnung der Oberzutat das Ergebnis verbessern kann, haben Schlarbaum et al. (2022) in ihrer Analyse von verzehrfertigen Salaten gezeigt.

Trotz aller Schwierigkeiten die noch in den Details verborgen liegen, kann man sagen, dass der im Rahmen des BTTR-Projektes gemeinsam entwickelte Zutatenalgorithmus eine innovative Methode ist, welche es erlaubt LM auf Mikronährstoffebene zu bewerten. Ein vergleichbarer Algorithmus wurde bisher noch nicht publiziert (Bohn et al., 2022). Zusätzlich zur Bewertung mit dem nutriRECIPE-Index können so berechnete Produkte auch bezüglich ihrer Umweltauswirkungen bilanziert werden (Meier et al., 2015).

4.3 Stärken und Limitationen nutriRECIPE-Index

Der nutriRECIPE-Index ist ein nährstoffbasierter und energieadjustierter Ansatz zur Bewertung von Lebensmitteln. Er bewertet ganz allgemein die Nährstoffdichte aller inkludierten Inhaltsstoffe, was ihn unabhängig von Esskultur und Ernährungsform macht. Ein weiterer Vorteil ist, dass die berücksichtigten Komponenten in erwünschte Nährstoffe mit Zielwert und unerwünschte Inhaltsstoffe mit zu begrenzender Zufuhr eingeteilt sind. Sowohl die Zielwerte der Nährstoffe als auch die Obergrenzen der unerwünschten Inhaltsstoffe entsprechen den offiziellen Empfehlungen der DGE (2018), was ein klarer Vorteil gegenüber Modellen mit willkürlichen Grenzen ist. Zusätzlich dazu kann, wenn die Daten aus der Zielgruppe bekannt sind, entsprechend dem Versorgungsstatus der Population, alle Nährstoffe nach ihrer jeweiligen Relevanz gewichtet bewertet werden. Dies ermöglicht eine genaue Anpassung der Bewertung an die Bedürfnisse der Zielgruppe, und macht den nutriRECIPE-Index flexibel einsetzbar. Die Anwendung des natürlichen Logarithmus auf die berechnete Nährstoffdichte ergibt eine ausbalancierte Bewertung, welche nicht nur die Bedarfsdeckung honoriert, sondern auch Bonus für erwünschte Nährstoffe und Malus für unerwünschte Inhaltsstoffe nach dem Prinzip des abnehmenden Grenznutzens integriert. Diese Vorgehensweise ist bisher einzigartig unter publizierten LM-Bewertungssystemen.

Die bis jetzt einzige bekannte Limitation des nutriRECIPE-Index ist seine Abhängigkeit von qualitativ hochwertigen Daten. Ohne die Verknüpfung mit einer umfangreichen Nährstoffdatenbank wie dem BLS, kann kein nutriRECIPE-Indexwert berechnet werden.

In gleicher logischer Konsequenz kann ohne Daten zum Versorgungsstatus der Zielgruppe dieser auch nicht berücksichtigt werden. Das erscheint zunächst trivial, macht den nutriRECIPE-Index aber für solche Situationen absolut obsolet. Die Stärke des nutriRECIPE-Index ist die komplexe Berücksichtigung vieler ernährungsrelevanter Faktoren. Im Umfeld limitierter Informationen kann er diese Stärke nicht nutzen, und es muss auf einfachere Bewertungssysteme zurückgegriffen werden.

4.3.1 nutriRECIPE-Index mit integrierten BPS

Grundlegend kann man festhalten, dass die BPS-Integration einen großen Einfluss auf die Bewertungen von Mahlzeiten und Einzel-LM mit dem nutriRECIPE-Index hat. Im Durchschnitt wird die Bewertung aller LM schlechter, was einfach mathematisch zu erklären ist: Die Summenfunktion aller nutriRECIPE-Einzelwerte (16 erwünschte Nährstoffe und drei unerwünschte Inhaltsstoffe) wird um fünf weitere Summanden, die BPS-Hauptklassen, erweitert. Dies führt dazu, dass der Zielwert für die Summenfunktion um ca. 20 % größer wird. Wenn die vorherige Nährstoffdichte mit der neu hinzugekommenen BPS-Dichte übereinstimmt, bleibt die nutriRECIPE-Bewertung gleich. Da die meisten Mahlzeiten und Einzel-LM bei den BPS-Hauptklassen jedoch nicht so gut abschneiden wie bei den anderen Nährstoffen, ergibt sich im Durchschnitt ein niedrigerer nutriRECIPE-Indexwert. Dies ist nicht negativ zu bewerten, denn der Bewertungsrahmen wird dadurch nur leicht verschoben.

Aus dem gleichen Grund werden sogar besonders gute LEH-Produkte etwas schlechter. In allen Produktkategorien wird das beste Produkt im nutriRECIPE-Modell mit BPS zumindest etwas schlechter. Selbst grüner Salat mit einer Nährstoffdichte von über 150 % wird etwas schlechter, weil er nicht alle BPS-Hauptklassen enthält. Das ist ebenfalls kein Problem, denn die Abwertung erfolgt im Sinne des Modells ausgeglichen. So werden sehr gute Einzel-LM wie Makrelenfilet, welche gar keine BPS enthalten, sehr viel deutlicher abgewertet. Somit bevorzugt der erweiterte nutriRECIPE-Index eine pflanzenbetonte Ernährung, was im Einklang mit den aktuellen Ernährungsempfehlungen der DGE und der Planetary Health Diet (Willet et al., 2019) steht.

Eine weitere Beobachtung erscheint zunächst paradox, ist aber auf die gleiche mathematische Begründung zurückzuführen. Wie in Kapitel 3.5.1 unter *Süßwaren* beschrieben, werden diese nach der BPS-Erweiterung durchschnittlich besser bewertet. Die meisten Süßwaren erhalten gar keine Punkte für Nährstoffe, aber dafür einen großen Malus für Zucker. Durch das Hinzufügen von fünf weiteren Kategorien wird der Malus für Zucker abgeschwächt. Allgemein formuliert wird der Anteil jedes einzelnen Nährstoffs

verringert, und zwar von $1/19$ auf $1/24$. Das sorgt insgesamt für eine noch bessere Balance zwischen den einzelnen Nährstoffen. Die etwas bessere Bewertung von Süßwaren ist dabei irrelevant, weil sie trotzdem noch angemessen niedrig bewertet werden.

Eine Limitation der BPS-Erweiterung ergibt sich, wie in der Basisversion, aus der Datenverfügbarkeit und Datenqualität. Wenn für eine spezifische Nutzpflanze keine oder nur unvollständige BPS-Daten vorliegen, wird die nutriRECIPE-Bewertung schlechter als gerechtfertigt sein. Der Einfluss einzelner Kategorien ist aber auf $1/24$ begrenzt, und die Datenqualität der BPS-Datenbank wird sukzessive verbessert werden.

4.3.2 geschlechtsspezifischer nutriRECIPE-Index

Im Sinne eines Schrittes in Richtung personalisierte Ernährung, sollte überprüft werden wie sich die Berücksichtigung der geschlechtsspezifischen Referenzwerte der DGE auf die Bewertung mit dem nutriRECIPE-Index auswirkt. Die Prüfung wurde explizit ohne die zusätzliche BPS-Erweiterung durchgeführt, weil die zusätzlichen BPS-Kategorien den Einfluss aller anderen Nährstoffe verringern.

Man kann auch für das geschlechtsspezifische nutriRECIPE-Modell konstatieren, dass die angepasste und differenzierte Bewertung sinnvoll ist. Erwartungsgemäß ist der Einfluss spezifischer Nährstoffzielwerte für Frauen und Männern nicht so groß wie die BPS-Erweiterung um fünf Kategorien. Er ist aber sichtbar, und erreicht den zweistelligen Prozentbereich. Deutliche Unterschiede ergeben sich bspw. in den Produktgruppen „verzehrfertige Salate“, „Dips, Senf & Saucen“ und „Fischprodukte“ mit einem Maximum von 20,9 Prozentpunkten beim nutriRECIPE-Indexwert. Die Nährstoffe mit den größten Unterschieden bei Frauen und Männern sind Vitamin D, Vitamin B12, Eisen und Zink. Bei Vitamin D und B12 ist das auf die unterschiedliche Versorgungslage und bei Eisen und Zink auf unterschiedliche DGE-Referenzwerte zurückzuführen.

Allerdings führen diese Nährstoffe nicht zu den größten Bewertungsdifferenzen beim geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index. Den mit Abstand größten Einzeleffekt haben die unerwünschten Inhaltsstoffe Zucker und Salz. Die Erklärung liefern wieder die mathematischen Eigenschaften der nutriRECIPE-Funktion, ganz konkret die Zusammenhänge von Zielwert, Versorgungsgrad und Kalorienbedarf. Männer haben zunächst einen höheren Kalorienbedarf als Frauen. Das führt dazu, dass sie für alle Nährstoffe eine geringere Nährstoffdichte benötigen. Das gilt aber auch für die unerwünschten Inhaltstoffe, nur das hier die Bewertung negativ ist. Zudem kommt hinzu, dass Männer zwar den gleichen Wert für eine angemessene Salzzufuhr (6 g pro Tag)

haben, aber laut DEGS1 (RKI, 2015) mehr Salz aufnehmen. Daraus ergibt sich direkt ein größerer Gewichtungsfaktor für Salz, bei gleichzeitig geringerer erlaubter Menge pro Energieeinheit. Exakt kalkuliert ergibt sich für Männer ein erlaubter Wert von 0,26 g Salz pro 100 kcal und für Frauen 0,33 g pro 100 kcal. Es wäre sinnvoll zu prüfen, ob für Salz, analog zu den Empfehlungen für Makronährstoffe, ebenfalls eine auf Energie bezogene Empfehlung ausgesprochen werden kann. Beispielsweise 0,30 g pro 100 kcal würden für Frauen mit 1800 kcal Tagesbedarf, 5,4 g Salz pro Tag, und für Männer mit 2300 kcal Tagesbedarf 6,9 g Salz pro Tag als angemessene Zufuhr ergeben.

Für Zucker verhält es sich ähnlich. Allerdings gibt es für Zucker keine differenzierten Zufuhrdaten, so dass der Effekt hier nicht zusätzlich durch einen größeren Gewichtungsfaktor verstärkt wird. Für Zucker empfiehlt die WHO nicht mehr als 10 Energieprozent pro Tag aufzunehmen, was berechnet auf die standardmäßig empfohlene Tagesenergiezufuhr von 2000 kcal einer Zuckermenge von 50 g pro Tag entspricht. Wenn man diese Empfehlung auf 1800 kcal für Frauen und 2300 kcal für Männer umrechnet, ergeben sich 45 g bzw. 57,5 g pro Tag als empfohlene Obergrenze für die Zuckerezufuhr. Würde man diese energieadjustierten Zufuhrempfehlungen für Salz und Zucker im nutriRECIPE-Index zugrunde legen, ergäben sich für beide Geschlechter äquivalente Abzüge für Salz und Zucker. Dies wäre wünschenswert und sinnvoll, und stünde im Einklang mit der, ebenfalls auf die Energiezufuhr adjustierten, Empfehlung für die Zufuhr gesättigter Fette. Im Ergebnis würde dies zu geringeren Unterschieden im geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index führen, welche dann ausschließlich auf Unterschieden bei den DGE-Referenzwerten und dem Versorgungsgrad bei den jeweiligen Nährstoffen beruhen würden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die angepasste und differenzierte Bewertung für Frauen und Männer sinnvoll ist. Eine weitere individuelle Anpassung wäre möglich, ergibt aber nur Sinn, wenn wissenschaftlich begründete Anpassungen der Zielgrößen oder des Versorgungsgrades vorgenommen werden können.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurden drei Themenkomplexe bearbeitet:

1. Erstellung einer deutschen Datenbank für bioaktive Pflanzenstoffe
2. Erweiterung des nutriRECIPE-Modells um bioaktive Pflanzenstoffe
3. Entwicklung eines geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Modells

Nachfolgend sollen die erreichten Ergebnisse kurz zusammengefasst und ein Ausblick auf sich anschließende Aktivitäten und Forschungsaufgaben gegeben werden.

Im ersten Themenkomplex konnte erfolgreich eine deutsche Datenbank für BPS mit 12.539 Einzelwerten aus insgesamt 402 Publikationen erstellt werden. Die Datenbasis hierfür lieferte die eBASIS-Datenbank der EuroFIR. Zu diesem Zweck wurden die Daten einer umfangreichen Prüfung und Standardisierung unterzogen, so dass alle für Deutschland relevanten Daten in einheitlichem Format extrahiert werden konnten. Anschließend wurden alle Rohdaten mit Einträgen der aktuellsten deutschen Nährstoffdatenbank BLS Version 3.02 verknüpft und die Summen der fünf BPS-Hauptklassen (Carotinoide, Phenolsäuren, Polyphenole, Glucosinolate, Phytosterole) berechnet. Um BPS ebenso in verarbeiteten LM angeben zu können, wurden in einer extensiven Literaturrecherche Erhaltungsfaktoren für möglichst viele im BLS hinterlegte Verarbeitungsstufen bestimmt. Die entstandene BPS-Datenbank wurde genutzt, um 106 Mittagmahlzeiten der Hochschulgastronomie und 4000 Produkte des LEH zu bewerten. Zukünftig könnte die BPS-Datenbank, dank der möglichen Verknüpfung mit dem BLS und mit der Zustimmung des Max-Rubner-Instituts, als Erweiterung für den BLS angeboten werden.

Im zweiten Themenkomplex wurde die Basisversion des nutriRECIPE-Index um fünf weitere Kategorien für die BPS-Hauptklassen (Carotinoide, Phenolsäuren, Polyphenole, Glucosinolate, Phytosterole) erweitert und getestet. Die vergleichende nutriRECIPE-Berechnung von 106 Rezepturen des Studentenwerkes Chemnitz/Zwickau ergab für die nährstoffoptimierte mensaVital®-Menülinie bessere Ergebnisse als für Standardgerichte. Der höhere Gemüse-, Obst und Nussanteil machte sich positiv in der Bewertung bemerkbar. Für die vergleichende Berechnung von 4000 Produkten aus dem LEH konnte ähnliches beobachtet werden. Rein tierische Produkte wurden durch die BPS-Integration stark abgewertet, während überwiegend pflanzliche Produkte davon profitieren konnten.

Die nutriRECIPE-Bewertungen sind im Durchschnitt niedriger geworden, aber der Abstand von tierischen zu pflanzlichen Produkten hat sich vergrößert. Somit kann der um BPS erweiterte nutriRECIPE-Index als Werkzeug zur Förderung gesunder und ökologisch nachhaltiger Ernährung genutzt werden.

Im dritten Themenkomplex konnte die Basisversion des nutriRECIPE-Index erfolgreich auf zwei separate Berechnungsvorschriften für Frauen und Männer angepasst werden. Die vergleichende nutriRECIPE-Berechnung von 4000 LM aus dem LEH konnte zeigen, dass geschlechtsspezifische Unterschiede in der Bewertung vorhanden sind, welche teilweise sehr deutlich ausfallen. Es konnte außerdem herausgearbeitet werden, dass energieadjustierte Obergrenzen für Zucker und Salz etabliert werden sollten, um die Verhältnismäßigkeit in der Bewertung aller Nährstoffe zu bewahren.

Die Kombination beider nutriRECIPE-Index-Anpassungen kann im Rahmen einer App-basierten LM-Bewertung direkt im Supermarkt ein Schritt in Richtung personalisierte Ernährung sein. Die im BTTR-Projekt entwickelte App Ecoviant kann zukünftig mit dem nutriRECIPE-Index AnwenderInnen bei der Umsetzung einer gesunden und ökologisch nachhaltigen Ernährung unterstützen.

6. Literaturverzeichnis

Armah, C. N., Derdemezis, C., Traka, M. H., Dainty, J. R., Doleman, J. F., Saha, S., Leung W., Potter J. F., Lovegrove J. A., Mithen, R. F. (2015): Diet rich in high glucoraphanin broccoli reduces plasma LDL cholesterol: Evidence from randomised controlled trials. *Molecular Nutrition & Food Research*, 59(5), 918–926. doi: 10.1002/mnfr.201400863

Australian Bureau of Statistics (ABS), 2006: National health survey summary of results, 2004–05. ABS Catalogue No. 4364.0. Canberra, Australia: ABS, 2006.

Barba FJ, Nikmaram N, Roohinejad S, Khelfa A, Zhu Z and Koubaa M (2016): Bioavailability of Glucosinolates and Their Breakdown Products: Impact of Processing. *Front. Nutr.* 3:24. doi: 10.3389/fnut.2016.00024

Bernhardt, Simone und Schlich, Elmar (2006): Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables, *Journal of Food Engineering*, Vol. 77, (2006), 327–333, doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.06.040

Biesalski HK, Grimm P. (2020): Taschenatlas der Ernährung, 2020 Georg Thieme Verlag Stuttgart, 8. Auflage

Blake M, Chaudhury M, Deverill C, et al. Health survey for England 2003: volume 2: risk factors for cardiovascular disease. In: Sproston K, Primatesta P, eds. *Health survey for England 2003*. Norwich, United Kingdom: Her Majesty's Stationery Office, 2004.

Blanck HM, Gillespie C, Kimmons JE, Seymour JD, Serdula MK. (2008): Trends in fruit and vegetable consumption among U.S. men and women, 1994–2005. *Prev Chronic Dis* 2008;5:A35–A44.

Blažević, I., Montaut, S., Burčul, F., Olsen, C. E., Burow, M., Rollin, P., & Agerbirk, N. (2019): Glucosinolate structural diversity, identification, chemical synthesis and metabolism in plants. *Phytochemistry*, 169, 112100. doi:10.1016/j.phytochem.2019.1121

Blekkenhorst, L. C., Bondonno, C. P., Lewis, J. R., Devine, A., Zhu, K., Lim, W. H., Woodman R. J., Beilin L. J., Prince R. L., Hodgson, J. M. (2017a): Cruciferous and Allium Vegetable Intakes are Inversely Associated With 15-Year Atherosclerotic Vascular Disease Deaths in Older Adult Women. *Journal of the American Heart Association*, 6(10), e006558. doi:10.1161/jaha.117.006558

Blekkenhorst, L., Hodgson, J., Lewis, J., Devine, A., Woodman, R., Lim, W., Wong G., Zhu K., Bondonno C. P., Ward N. C., Prince, R. (2017b): Vegetable and Fruit Intake and Fracture-Related Hospitalisations: A Prospective Study of Older Women. *Nutrients*, 9(5), 511. doi:10.3390/nu9050511

Blumfield, M.; Mayr, H.; De Vlieger, N.; Abbott, K.; Starck, C.; Fayet-Moore, F.; Marshall, S., 2022: Should We 'Eat a Rainbow'? An Umbrella Review of the Health Effects of Colorful Bioactive Pigments in Fruits and Vegetables. *Molecules* 2022, 27, 4061. <https://doi.org/10.3390/molecules27134061>

Bognár, A.; Piekarski, J. (2000): Guidelines for Recipe Information and Calculation of Nutrient. Composition of Prepared Foods (Dishes). In: *Journal of Food Composition and Analysis* 13 (4), S. 391–410. DOI: 10.1006/jfca.2000.0922.

- Bohn, Kristin, Michael Amberg, Toni Meier, Frank Forner, Gabriele I. Stangl, Patrick Mäder (2022):** Estimating food ingredient compositions based on mandatory product labeling, *Journal of Food Composition and Analysis* Volume 110, July 2022, 104508, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104508>
- Bunea, Andrea, Mirjana Andjelkovic, Carmen Socaciu, Otilia Bobis, Madalina Neacsu, Roland Verhe, John Van Camp (2007):** Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinacia oleracea* L.), *Food Chemistry* 108 (2008) 649–656, doi:10.1016/j.foodchem.2007.11.056
- Canene-Adams, Kirstie and John W. Erdman Jr (2009):** Absorption, Transport, Distribution in Tissues and Bioavailability. Chapter 7, Carotenoids; Volume 5: Nutrition and Health, 2009, Birkhäuser Verlag, Basel
- Charkos, T.G.; Liu, Y.; Oumer, K.S.; Vuong, A.M.; Yang, S. (2020):** Effects of β -carotene intake on the risk of fracture: A Bayesian meta-analysis. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2020, 21, 711.
- Chen, F.; Hu, J.; Liu, P.; Li, J.; Wei, Z.; Liu, P. (2017):** Carotenoid intake and risk of non-Hodgkin lymphoma: A systematic review and dose-response meta-analysis of observational studies. *Ann. Hematol.* 2017, 96, 957–965
- Chen, G.-C., Koh, W.-P., Yuan, J.-M., Qin, L.-Q., & van Dam, R. M. (2018):** Green leafy and cruciferous vegetable consumption and risk of type 2 diabetes: results from the Singapore Chinese Health Study and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*, 119(09), 1057–1067. doi:10.1017/s0007114518000119
- Cheng, H. M., Koutsidis, G., Lodge, J. K., Ashor, A. W., Siervo, M., & Lara, J. (2017):** Lycopene and tomato and risk of cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–18. doi:10.1080/10408398.2017.1362630
- Ciocoloni, G., Soteriou, C., Websdale, A., Wallis, L., Zulyniak, M. A., & Thorne, J. L. (2020):** Phytosterols and phytostanols and the hallmarks of cancer in model organisms: A systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–21. doi:10.1080/10408398.2020.1835820
- Connolly EL, Sim M, Travica N, Marx W, Beasy G, Lynch GS, Bondonno CP, Lewis JR, Hodgson JM and Blekkenhorst LC (2021):** Glucosinolates From Cruciferous Vegetables and Their Potential Role in Chronic Disease: Investigating the Preclinical and Clinical Evidence. *Front. Pharmacol.* 12:767975. doi: 10.3389/fphar.2021.767975
- Coman, V., & Vodnar, D. C. (2019):** Hydroxycinnamic acids and human health. Recent advances. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* doi:10.1002/jsfa.10010
- Crozier, Alan, Michael E. J. Lean, Morag S. McDonald, and Christine Black (1997):** Quantitative Analysis of the Flavonoid Content of Commercial Tomatoes, Onions, Lettuce, and Celery. *J. Agric. Food Chem.* 1997, 45, 590-595.
- Cui, L., Liu, X., Tian, Y., Xie, C., Li, Q., Cui, H., & Sun, C. (2016):** Flavonoids, Flavonoid Subclasses, and Esophageal Cancer Risk: A Meta-Analysis of Epidemiologic Studies. *Nutrients*, 8(6), 350. doi:10.3390/nu8060350

Davinelli, S.; Ali, S.; Solfrizzi, V.; Scapagnini, G.; Corbi, G. (2021): Carotenoids and Cognitive Outcomes: A Meta-Analysis of Randomized Intervention Trials. *Antioxidants* 2021, 10, 223.

Davis, H. R., & Altmann, S. W. (2009): Niemann–Pick C1 Like 1 (NPC1L1) an intestinal sterol transporter. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1791(7), 679–683. doi:10.1016/j.bbalip.2009.01.002

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück (2021): Back to the Roots - Bewertung und Vergleich der Nachhaltigkeit von Nahrungsmitteln im Lebensmitteleinzelhandel, DBU-Abschlussbericht-AZ-33981_01-Hauptbericht.pdf, abrufbar unter: https://www.dbu.de/projekt_33981/01_db_2848.html

DEGS1 - Robert Koch-Institut, Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring (2015): Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Scientific Use File 1. Version. <https://doi.org/10.7797/16-200812-1-1-1>

Del Rio, D., Rodriguez-Mateos, A., Spencer, J. P. E., Tognolini, M., Borges, G., & Crozier, A. (2013): Dietary (Poly)phenolics in Human Health: Structures, Bioavailability, and Evidence of Protective Effects Against Chronic Diseases. *Antioxidants & Redox Signaling*, 18(14), 1818–1892. doi:10.1089/ars.2012.4581

Delchier Nicolas, Maryse Reich, Catherine M.G.C. Renard (2012): Impact of cooking methods on folates, ascorbic acid and lutein in green beans (*Phaseolus vulgaris*) and spinach (*Spinacea oleracea*), *LWT - Food Science and Technology*, 49, (2012), 197-201

DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) (Hg.) (2018): DGE-Qualitätsstandard für die Betriebsverpflegung. 4. Auflage. Bonn.

DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung), ÖGE (Österreichische Gesellschaft für Ernährung), SGE (Schweizerische Gesellschaft für Ernährung) (Hg.) (2018): D-A-CH. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 2. Aufl., 4. aktualisierte Ausgabe. Bonn. Online: <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/tool/>, letzter Zugriff 22.11.2022

DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) (Hg.) (2019a): Neuer Referenzwert für die Vitamin-B12-Zufuhr. Presseinformation: Presse, DGE aktuell 02/2019 vom 22.01.2019

DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) (Hg.) (2019b): Neue Referenzwerte für die Zufuhr von Zink und Vitamin B6. Presseinformation: Presse, DGE aktuell 15/2019 vom 09.07.2019

European Commission, (2011): Regulation (eu) no 1169/2011 of the European Parliament and of the council of 25 october 2011 on the provision of food information to consumers. *Official Journal of the European Union* 54, 18–61.

European Commission, (2012): Regulation (eu) no 1169/2011 of the European Parliament and of the council of 25 October 2011: Guidance with regard to the setting of tolerances for nutrient values declared on a label

EFSA (2009): <https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/blood-cholesterol-reduction-health-claims-phytosterols-can>; zuletzt abgerufen am 22.11.2022

Fan, Z., Wang, C., Yang, T., Li, X., Guo, X., & Li, D. (2022): Flavonoid subclasses and CHD risk: A meta-analysis of prospective cohort studies. *British Journal of Nutrition*, 128(3), 498-508. doi:10.1017/S0007114521003391

FERRACANE, ROSALIA; NICOLETTA PELLEGRINI, ATTILIO VISCONTI, GIULIA GRAZIANI, EMMA CHIAVARO, CRISTIANA MIGLIO, AND VINCENZO FOGLIANO (2008): Effects of Different Cooking Methods on Antioxidant Profile, Antioxidant Capacity, and Physical Characteristics of Artichoke. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 8601–8608; DOI:10.1021/jf800408w

Fiedor J, Burda K (2014): Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. *Nutrients* 6: 466–488

Francisco, M., Velasco, P., Moreno, D. A., García-Viguera, C., & Cartea, M. E. (2010): Cooking methods of Brassica rapa affect the preservation of glucosinolates, phenolics and vitamin C. *Food Research International*, 43(5), 1455–1463; doi: 10.1016/j.foodres.2010.04.024

Frank Forner, Ina Volkhardt, Toni Meier, Olaf Christen, Gabriele I. Stangl (2021): The nutriRECIPE-Index - development and validation of a nutrient-weighted index for the evaluation of recipes, *BMC Nutrition*. 2021 November 18;7 (1):74. doi: 10.1186/s40795-021-00483-7

GBD - Murray, C. J. L., Aravkin, A. Y., Zheng, P., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi-Kangevari, M., Abdollahpour, I., and many more (2020): Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1223–1249. doi: 10.1016/s0140-6736(20)30752-2

Gliszczyńska-Świgło A., E. Ciska , K. Pawlak-Lemańska , J. Chmielewski , T. Borkowski & B. Tyrakowska (2006): Changes in the content of health-promoting compounds and antioxidant activity of broccoli after domestic processing, *Food Additives and Contaminants*, 23:11, 1088-1098; <http://dx.doi.org/10.1080/02652030600887594>

Godos, J., Sinatra, D., Blanco, I., Mulè, S., & Marranzano, M. (2017): Association between Dietary Phenolic Acids and Hypertension in a Mediterranean Cohort. *Nutrients*, 9(10), 1069. doi:10.3390/nu9101069

Godos, J.; Vitale, M.; Micek, A.; Ray, S.; Martini, D.; Del Rio, D.; Riccardi, G.; Galvano, F.; Grosso, G. (2019): Dietary Polyphenol Intake, Blood Pressure, and Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Antioxidants* 2019, 8, 152. doi:10.3390/antiox8060152

Granado Fernando, Begoiia Olmedilla, Inmaculada Blanco, and Enrique Rojas-Hidalgo (1992): Carotenoid Composition in Raw and Cooked Spanish Vegetables, *Journal. Agric. Chem. Food* 1992, 40, 2135-2140

Greenfield H & Southgate DAT (2003): Food Composition Data: Production, Management and Use, 2nd Edition, FAO, Rome

Grosso, G., Micek, A., Godos, J., Pajak, A., Sciacca, S., Galvano, F., & Giovannucci, E. L. (2016): Dietary Flavonoid and Lignan Intake and Mortality in Prospective Cohort Studies: Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. *American Journal of Epidemiology*, 185(12), 1304–1316. doi:10.1093/aje/kww207

- Grosso, G., Stepaniak, U., Micek, A., Stefler, D., Bobak, M., & Pająk, A. (2016):** Dietary polyphenols are inversely associated with metabolic syndrome in Polish adults of the HAPIEE study. *European Journal of Nutrition*, 56(4), 1409–1420. doi: 10.1007/s00394-016-1187-z
- Grosso, G.; Godos, J.; Lamuela-Raventos, R.; Ray, S.; Micek, A.; Pajak, A.; Sciacca, S.; D’Orazio, N.; Del Rio, D.; Galvano, F. (2017):** A comprehensive meta-analysis on dietary flavonoid and lignan intake and cancer risk: Level of evidence and limitations. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(4), 1600930. doi: 10.1002/mnfr.201600930
- Han, B., Li, X., & Yu, T. (2014):** Cruciferous vegetables consumption and the risk of ovarian cancer: a meta-analysis of observational studies. *Diagnostic Pathology*, 9(1), 7. doi:10.1186/1746-1596-9-7
- Hansch, Franziska S., Evelyn Lamy, Monika Schreiner, and Sascha Rohn (2014):** Reactivity and Stability of Glucosinolates and Their Breakdown Products in Foods. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2014, 53, 11430 – 11450; DOI: 10.1002/anie.201402639
- Hart, David & Scott, John (1994):** Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chemistry*, Volume 54, Issue 1, 1995, Pages 101-111; [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)92669-B](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)92669-B)
- HEINEMANN, T., AXTMANN, G., & BERGMANN, K. V. (1993):** Comparison of intestinal absorption of cholesterol with different plant sterols in man. *European Journal of Clinical Investigation*, 23(12), 827–831. doi:10.1111/j.1365-2362.1993.tb00737.x
- Huang, X.; Gao, Y.; Zhi, X.; Ta, N.; Jiang, H.; Zheng, J. (2016):** Association between vitamin A, retinol and carotenoid intake and pancreatic cancer risk: Evidence from epidemiologic studies. *Sci. Rep.* 2016, 6, 38936.
- Huncharek, M.; Klassen, H.; Kupelnick, B. (2001):** Dietary beta-carotene intake and the risk of epithelial ovarian cancer: A meta-analysis of 3,782 subjects from five observational studies. *In Vivo* 2001, 15, 339–343.
- Huxley, R. R., & Neil, H. A. W. (2003):** The relation between dietary flavonol intake and coronary heart disease mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(8), 904–908. doi:10.1038/sj.ejcn.1601624
- Jayedi, A.; Rashidy-Pour, A.; Parohan, M.; Zargar, M.S.; Shab-Bidar, S. (2018):** Dietary Antioxidants, Circulating Antioxidant Concentrations, Total Antioxidant Capacity, and Risk of All-Cause Mortality: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Observational Studies. *Adv. Nutr.* 2018, 9, 701–716.
- Jayedi, A.; Rashidy-Pour, A.; Parohan, M.; Zargar, M.S.; Shab-Bidar, S. (2019):** Dietary and circulating vitamin C, vitamin E, β -carotene and risk of total cardiovascular mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective observational studies. *Public Health Nutr.* 2019, 22, 1872–1887.
- Jiang, yi-W., Sun, Z.-H., Tong, W.-W., yang, K., Guo, K.-Q., Liu, G., & Pan, A. (2021):** Dietary Intake and Circulating Concentrations of Carotenoids and Risk of Type 2 Diabetes: A Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Observational Studies. *Advances in Nutrition*. doi:10.1093/advances/nmab048

- Kaloustian, Jacques, Kamel Alhanout, Marie-Jo Amiot-Carlin, Denis Lairon, Henri Portugal, Alain Nicolay:** Effect of water cooking on free phytosterol levels in beans and vegetables. *Food chemistry*, 2008, 107. Jg., Nr. 4, S. 1379-1386.
- Kidmose U., R.-Y. Yangb, S.H. Thilstedc, L.P. Christensena, K. Brandt (2006):** Content of carotenoids in commonly consumed Asian vegetables and stability and extractability during frying. *Journal of Food Composition and Analysis* 19 (2006) 562–571, doi:10.1016/j.jfca.2006.01.011
- Kim, S.J.; Anh, N.H.; Diem, N.C.; Park, S.; Cho, Y.H.; Long, N.P.; Hwang, I.G.; Lim, J.; Kwon, S.W. (2021):** Effects of β -Cryptoxanthin on Improvement in Osteoporosis Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Foods* 2021, 10, 296.
- KOZUMA, K., TSUCHIYA, S., KOHORI, J., HASE, T., & TOKIMITSU, I. (2005):** Antihypertensive Effect of Green Coffee Bean Extract on Mildly Hypertensive Subjects. *Hypertension Research*, 28(9), 711–718. doi:10.1291/hypres.28.711
- Law, M.R.; Morris, J.K. (1998):** By how much does fruit and vegetable consumption reduce the risk of ischaemic heart disease? *Eur. J. Clin. Nutr.* 1998, 52, 549–556.
- Leermakers, E.T.; Darweesh, S.K.; Baena, C.P.; Moreira, E.M.; Melo van Lent, D.; Tielemans, M.J.; Muka, T.; Vitezova, A.; Chowdhury, R.; Bramer, W.M.; et al. (2016):** The effects of lutein on cardiometabolic health across the life course: A systematic review and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 2016, 103, 481–494. doi:10.3945/ajcn.115.120931
- Liu, X., & Lv, K. (2013):** Cruciferous vegetables intake is inversely associated with risk of breast cancer: A meta-analysis. *The Breast*, 22(3), 309–313. doi: 10.1016/j.breast.2012.07.013
- Liu, B., Mao, Q., Cao, M., & Xie, L. (2012):** Cruciferous vegetables intake and risk of prostate cancer: a meta-analysis. *International Journal of Urology: Official Journal of the Japanese Urological Association*, 19, 134e141.
- Luo, T., Fu, X., Liu, Y., Ji, Y., & Shang, Z. (2021):** Sulforaphane Inhibits Osteoclastogenesis via Suppression of the Autophagic Pathway. *Molecules*, 26(2), 347. doi:10.3390/molecules26020347
- Ma, L., Liu, G., Sampson, L., Willett, W. C., Hu, F. B., & Sun, Q. (2018):** Dietary glucosinolates and risk of type 2 diabetes in 3 prospective cohort studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 107(4), 617–625. doi:10.1093/ajcn/nqy003
- Maiani, Giuseppe, Maria Jesus Periago Caston, Giovina Catasta, Elisabetta Toti, Isabel Goni Cambrodon, Anette Bysted, Fernando Granado-Lorencio, Begona Olmedilla-Alonso, Pia Knuthsen, Massimo Valoti, Volker Böhm, Esther Mayer-Miebach, Diana Behnlian, Ulrich Schlemmer (2009):** Review Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. *Mol. Nutr. Food Res.* 2009, 53, S.194 - S.218; DOI 10.1002/mnfr.200800053
- Marangoni, Franca, & Poli, Andrea (2010):** Phytosterols and cardiovascular health. *Pharmacological Research*, 61(3), 193–199. doi:10.1016/j.phrs.2010.01.001
- Mattila, Pirjo and Hellström, Jarkko (2007):** Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *Journal of Food Composition and Analysis* 20 (2007) 152–160; doi:10.1016/j.jfca.2006.05.007

MAYEAUX M., Z. XU, J.M. KING, AND W. PRINYAWIWATKUL (2006): Effects of Cooking Conditions on the Lycopene Content in Tomatoes. Vol. 71, Nr. 8, 2006— JOURNAL OF FOOD SCIENCE, doi: 10.1111/j.1750-3841.2006.00163.x

Mazzeo, Teresa; Denis N'Dri, Emma Chiavaro, Attilio Visconti, Vincenzo Fogliano, Nicoletta Pellegrini (2011): Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. Food Chemistry 128 (2011) 627–633; doi: 10.1016/j.foodchem.2011.03.070

Meier, Toni; Gärtner, Claudia; Christen Olaf, (2015): Bilanzierungsmethode susDISH - Nachhaltigkeit in der Gastronomie – Gesundheits- und Umweltaspekte in der Rezepturplanung gleichermaßen berücksichtigen. Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg. DLG-Mitteilungen 01/2015, Frankfurt (Main)

Mente, A.; de Koning, L.; Shannon, H.S.; Anand, S.S. (2009): A systematic review of the evidence supporting a causal link between dietary factors and coronary heart disease. Arch. Intern. Med. 2009, 169, 659–669.

Micek, A., Godos, J., Del Rio, D., Galvano, F., & Grosso, G. (2021): Dietary Flavonoids and Cardiovascular Disease: A Comprehensive Dose–Response Meta-Analysis. Molecular Nutrition & Food Research, 65(6), 2001019. doi:10.1002/mnfr.202001019

MIGLIO, CRISTIANA; EMMA CHIAVARO, ATTILIO VISCONTI, VINCENZO FOGLIANO, AND NICOLETTA PELLEGRINI (2008): Effects of Different Cooking Methods on Nutritional and Physicochemical Characteristics of Selected Vegetables. J. Agric. Food Chem. 2008, 56, 139–147; DOI: 10.1021/jf072304b

Moreau, R. A., Nyström, L., Whitaker, B. D., Winkler-Moser, J. K., Baer, D. J., Gebauer, S. K., & Hicks, K. B. (2018): Phytosterols and their derivatives: Structural diversity, distribution, metabolism, analysis, and health-promoting uses. Progress in Lipid Research, 70, 35–61. doi: 10.1016/j.plipres.2018.04.001

MRI - Max-Rubner-Institut (Hg.) (2008): Nationale Verzehrs Studie II. Ergebnisbericht, Teil 2, Karlsruhe

MRI - Max-Rubner-Institut (2020): Diskrepanzenliste zu BLS Version 3.02, Karlsruhe, https://blsdb.de/assets/uploads/Diskrepanzenliste_BLS_3.02_Stand_14-05-2020.pdf

Myung, S.-K., Ju, W., Kim, S., & Kim, H. (2011): Vitamin or antioxidant intake (or serum level) and risk of cervical neoplasm: a meta-analysis. BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology, 118(11), 1285–1291. doi:10.1111/j.1471-0528.2011.03032.x

N'Dri, Denis; Teresa Mazzeo, Maria Zaupa, Rosalia Ferracane, Vincenzo Fogliano and Nicoletta Pellegrini (2012): Effect of cooking on the total antioxidant capacity and phenolic profile of some whole-meal African cereals. J Sci Food Agric (2012); DOI 10.1002/jsfa.5837

Neveu V, Perez-Jiménez J, Vos F, Crespy V, du Chaffaut L, Mennen L, Knox C, Eisner R, Cruz J, Wishart D, Scalbert A. (2010): Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. Database, doi: 10.1093/database/bap024

- Normén, Lena, Susanne Bryngelsson, Monica Johnsson, Pascale Evheden, Lars Ellegård, HennyBrants, Henrik Andersson, Paresh Dutta** - The Phytosterol Content of Some Cereal Foods Commonly Consumed in Sweden and in the Netherlands. *JOURNAL OF FOOD COMPOSITION AND ANALYSIS*, 2002, 15, 693-704
- Ostlund Jr RE. (2004):** Phytosterols and cholesterol metabolism. *Current Opinion Lipidology* 2004; 15:37–41.
- Palermo, Mariantonella, Nicoletta Pellegrini, Vincenzo Fogliano (2014):** The effect of cooking on the phytochemical content of vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2014, 94. Jg., Nr. 6, S. 1057-1070; DOI 10.1002/jsfa.6478
- Pellegrini, N., Chiavaro, E., Gardana, C., Mazzeo, T., Contino, D., Gallo, M., Riso P., Fogliano V., Porrini, M. (2010):** Effect of Different Cooking Methods on Color, Phytochemical Concentration, and Antioxidant Capacity of Raw and Frozen Brassica Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7), 4310–4321. doi: 10.1021/jf904306r
- Perla, Venu; David G. Holm, Sastry S. Jayanty (2012):** Effects of cooking methods on polyphenols, pigments and antioxidant activity in potato tubers. *LWT - Food Science and Technology* 45 (2012) 161-171; doi:10.1016/j.lwt.2011.08.005
- Plumb J., S. Pigat, F Bompola, M, Cushen, H Pinchen, E Nørby, S Astley, J Lyons, M Kiely and P Finglas (2017):** eBASIS (Bioactive Substances in Food Information Systems) and Bioactive Intakes: Major Updates of the Bioactive Compound Composition and Beneficial Bioeffects Database and the Development of a Probabilistic Model to Assess Intakes in Europe *Nutrients* 2017, 9(4), 320; doi:10.3390/nu9040320
- Raveendran Dhivya, Madhura Bhagwat, Duggonahally Veeresh, Chidanand, Sugumar Anandakumar, Chikkaballapur Krishnappa Sunil (2022):** Highlight on drying fruit slices with better retention of bioactive compounds. *J Food Process Eng.* 2022; e14048, <https://doi.org/10.1111/jfpe.14048>
- Ren, J., An, J., Chen, M., Yang, H., & Ma, Y. (2021):** Effect of proanthocyanidins on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Pharmacological Research*, 165, 105329. doi:10.1016/j.phrs.2020.105329
- Ried K, Sullivan TR, Fakler P, Frank OR, Stocks NP. (2012):** Effect of cocoa on blood pressure. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012, Issue 8. Art. No.: CD008893. DOI: 10.1002/14651858.CD008893.pub2
- Rienks, J., Barbaresko, J., Oluwagbemigun, K., Schmid, M., & Nöthlings, U. (2018):** Polyphenol exposure and risk of type 2 diabetes: dose-response meta-analyses and systematic review of prospective cohort studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*. doi:10.1093/ajcn/nqy083
- Robert Koch-Institut (RKI), Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring (2015):** Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Scientific Use File 1. Version. <https://doi.org/10.7797/16-200812-1-1-1>

- Robert Koch-Institut (RKI), Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, Mensink, G. B. M., Truthmann, J., Rabenberg, M., Heidemann, C., Haftenberger, M., Schienkiewitz, A., & Richter, A. (2013):** Obst- und Gemüsekonsum in Deutschland. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 56(5-6), 779–785. doi:10.1007/s00103-012-1651-8
- Rowles, J. L., Ranard, K. M., Smith, J. W., An, R., & Erdman, J. W. (2017):** Increased dietary and circulating lycopene are associated with reduced prostate cancer risk: a systematic review and meta-analysis. Prostate Cancer and Prostatic Diseases, 20(4), 361–377. doi:10.1038/pcan.2017.25
- Sahlina E., G.P. Savagea, C.E. Lister (2004):** Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. Journal of Food Composition and Analysis 17 (2004) 635–647, doi:10.1016/j.jfca.2003.10.003
- Schlarbaum, L.; Forner, F.; Bohn, K.; Amberg, M.; Mäder, P.; Lorkowski, S.; Meier, T. (2020):** Nutritional Assessment of Ready-to-Eat Salads in German Supermarkets: Comparison of the nutriRECIPE-Index and the Nutri-Score. Foods 2022, 11, 4011. <https://doi.org/10.3390/foods11244011>
- Song, L., & Thornalley, P. J. (2007):** Effect of storage, processing and cooking on glucosinolate content of Brassica vegetables. Food and Chemical Toxicology, 45(2), 216–224. doi: 10.1016/j.fct.2006.07.021
- Song, B., Liu, K., Gao, Y., Zhao, L., Fang, H., Li, Y., Pei, L., Xu, Y. (2017):** Lycopene and risk of cardiovascular diseases: A meta-analysis of observational studies. Molecular Nutrition & Food Research, 61(9), 1601009. doi:10.1002/mnfr.201601009
- Statista im Auftrag von BLE und BMEL (2021):** 34,6 kg Pro-Kopf-Konsum von Zucker in Deutschland in den Jahren 2018/2019 (in kg Weißzuckerwert)
- Statista (2022):** de.statista.com/statistik/daten/studie/156902/umfrage/sterbefaelle-in-deutschland/ zuletzt abgerufen am 22.11.2022
- Sutliff Aimee, Audrey Hendrick, Katrina Doenges, Kevin Quinn, Jamie Westcott, Minghua Tang, Sarah Borengasser, Richard Reisdorph, Daniel Frank, Wayne Campbell, Nancy Krebs, and Nichole Reisdorph (2020):** Bell Peppers Provide Consistent β -cryptoxanthin Content Independent of Organic Status, Fresh, or Cooked, North American Country of Origin and Season. Current Developments in Nutrition, Volume 4, Issue Supplement2, June 2020, Page 129, doi.org/10.1093/cdn/nzaa041_033
- Thanh, T. T., Vergnes, M.-F., Kaloustian, J., El-Moselhy, T. F., Amiot-Carlin, M.-J., & Portugal, H. (2005):** Effect of storage and heating on phytosterol concentrations in vegetable oils determined by GC/MS. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(2), 220–225. doi:10.1002/jsfa.2322
- Thom, E. (2007):** The Effect of Chlorogenic Acid Enriched Coffee on Glucose Absorption in Healthy Volunteers and Its Effect on Body Mass When Used Long-term in Overweight and Obese People. Journal of International Medical Research, 35(6), 900–908. doi:10.1177/147323000703500620

- Thorup, A.C.; Kristensen, H.L.; Kidmose, U.; Lambert, M.N.T.; Christensen, L.P.; Fretté, X.; Clausen, M.R.; Hansen, S.M.; Jeppesen, P.B. (2021):** Strong and Bitter Vegetables from Traditional Cultivars and Cropping Methods Improve the Health Status of Type 2 Diabetics: A Randomized Control Trial. *Nutrients* 2021, 13, 1813. <https://doi.org/10.3390/nu13061813>
- Trautwein, E. A., Duchateau, G. S. M. J. E., Lin, Y., Mel'nikov, S. M., Molhuizen, H. O. F., & Ntanos, F. Y. (2003):** Proposed mechanisms of cholesterol-lowering action of plant sterols. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105(34), 171–185. doi:10.1002/ejlt.200390033
- TUDELA, JUAN A.; EMMA CANTOS, JUAN C. ESPIÄN, FRANCISCO A. TOMAÄ S-BARBERAÄ N, AND MARIÄÄ I. GIL (2002):** Induction of Antioxidant Flavonol Biosynthesis in Fresh-Cut Potatoes. Effect of Domestic Cooking. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 5925-5931; DOI: 10.1021/jf020330y
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. FoodData Central, (2022):** fdc.nal.usda.gov
- Vallejo F., F.A. Tomás-Barberán, C. García-Viguera (2002):** Glucosinolates and vitamin C content in edible parts of broccoli florets after domestic cooking. *European Food Research and Technology*, 215(4), 310–316. doi: 10.1007/s00217-002-0560-8
- Vogiatzoglou, A., Mulligan, A. A., Lentjes, M. A. H., Luben, R. N., Spencer, J. P. E., Schroeter, H., Khaw K-T. Kuhnle, G. G. C. (2015):** Flavonoid Intake in European Adults (18 to 64 Years). *PLOS ONE*, 10(5), e0128132. doi:10.1371/journal.pone.0128132
- Volkhardt, Ina; Dissertation, 2021:** Ernährungsphysiologische Optimierung von Lebensmitteln und Rezepturen. - Ein interdisziplinäres Konzept für Modellerstellungen unter Berücksichtigung von Praxispartnerakquise, rechtlichen, sozioökonomischen und kommunikativen Aspekten, exemplarisch am Beispiel *nutriRECIPE* zur Bewertung von Speisen im Außer-Haus-Verzehr
- Wang, Z.M.; Zhao, D.; Nie, Z.L.; Zhao, H.; Zhou, B.; Gao, W.; Wang, L.S.; Yang, Z.J. (2014):** Flavonol intake and stroke risk: A meta-analysis of cohort studies. *Nutrition* 2014, 30, 518–523. doi: 10.1016/j.nut.2013.10.009
- Watzl, Bernhard; Leitzmann, Claus; (2005):** Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln, 3. unveränderte Auflage, Hippokrates Verlag, Stuttgart
- Watzl, Bernhard und Rechkemmer Gerhard; (2001a):** Basiswissen aktualisiert – Phytosterine. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) Heft 4, Seite 161-164.
- Watzl, Bernhard und Rechkemmer Gerhard; (2001b):** Basiswissen aktualisiert – Glucosinolate. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) Heft 8, Seite 330-333.
- Watzl, Bernhard und Rechkemmer Gerhard; (2001c):** Basiswissen aktualisiert – Phenolsäuren. *Ernährungs-Umschau* 48 (2001) Heft 10, Seite 413-416.
- Westphal A, Böhm V (2015):** Carotenoids. Properties, distribution, bioavailability, metabolism and health effects. *Ernährungs Umschau* 62(11): 196–207; DOI: 10.4455/eu.2015.036

- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... Murray, C. J. L. (2019):** Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*. doi: 10.1016/s0140-6736(18)31788-4
- Winkler, Jill K., K. Warner, Martin T. Glynn (2007):** Effect of Deep-Fat Frying on Phytosterol Content in Oils with Differing Fatty Acid Composition. *J Am Oil Chem Soc* (2007) 84:1023–1030; DOI 10.1007/s11746-007-1138-1
- WHO (World Health Organization) World Health Survey 2002:** guide to administration and question by question specifications. Geneva, Switzerland: WHO, 2002.
- WHO (World Health Organization) (Hg.) (2015):** Guideline. Sugars intake for adults and children. Geneva, Switzerland, Nonserial Publications, 2015.
- Woo, H. D., Kim J. (2013):** Dietary flavonoid intake and risk of stomach and colorectal cancer. *World Journal of Gastroenterology*, 19(7), 1011. doi:10.3748/wjg.v19.i7.1011
- Wu, Q. J., Yang, Y., Wang, J., Han, L. H., & Xiang, Y. B. (2013a):** Cruciferous vegetable consumption and gastric cancer risk: a meta-analysis of epidemiological studies. *Cancer Science*, 104, 1067e1073.
- Wu, Q. J., Yang, Y., Vogtmann, E., Wang, J., Han, L. H., Li, H. L., & Xiang, Y. B. (2013b):** Cruciferous vegetables intake and the risk of colorectal cancer: a meta-analysis of observational studies. *Annals of Oncology*, 24, 1079e1087.
- Xie, Y., Huang, S., & Su, Y. (2016):** Dietary Flavonols Intake and Risk of Esophageal and Gastric Cancer: A Meta-Analysis of Epidemiological Studies. *Nutrients*, 8(2), 91. doi:10.3390/nu8020091
- Xu, B., & Chang, S. K. C. (2009):** Phytochemical Profiles and Health-Promoting Effects of Cool-Season Food Legumes As Influenced by Thermal Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(22), 10718–10731. doi:10.1021/jf902594m
- Xu, J.; Song, C.; Song, X.; Zhang, X.; Li, X. (2017):** Carotenoids and risk of fracture: A meta-analysis of observational studies. *Oncotarget* 2017, 8, 2391–2399.
- Yagishita, Y., Fahey, J. W., Dinkova-Kostova, A. T., & Kensler, T. W. (2019):** Broccoli or Sulforaphane: Is It the Source or Dose That Matters? *Molecules*, 24(19), 3593. doi:10.3390/molecules24193593
- Yamaguchi, T., Chikama, A., Mori, K., Watanabe, T., Shioya, Y., Katsuragi, Y., & Tokimitsu, I. (2008):** Hydroxyhydroquinone-free coffee: A double-blind, randomized controlled dose–response study of blood pressure. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 18(6), 408–414. doi:10.1016/j.numecd.2007.03.004
- Yao, B., Yan, Y., Ye, X., Fang, H., Xu, H., Liu, Y., Li S., Zhao, Y. (2014):** Intake of fruit and vegetables and risk of bladder cancer: a dose–response meta-analysis of observational studies. *Cancer Causes & Control*, 25(12), 1645–1658. doi:10.1007/s10552-014-0469-0
- Yao, N., Yan, S., Guo, Y., Wang, H., Li, X., Wang, L., Hu, W., Cui, W. (2021).** The association between carotenoids and subjects with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis. *Food & Function*, 12(11), 4768–4782. doi: 10.1039/d1fo00004g

Zamora-Ros, R., Cayssials, V., Jenab, M., Rothwell, J. A., Fedirko, V., Aleksandrova, K., ... Scalbert, A. (2018): Dietary intake of total polyphenol and polyphenol classes and the risk of colorectal cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohort. *European Journal of Epidemiology*. doi:10.1007/s10654-018-0408-6

Zhou, Y.; Wang, T.; Meng, Q.; Zhai, S. (2016): Association of carotenoids with risk of gastric cancer: A meta-analysis. *Clin. Nutr.* 2016, 35, 109–116.

Anhang A – Arbeitsaufteilung nutriRECIPE-Index

Arbeitsaufteilung nutriRECIPE zwischen Ina Volkhardt und Frank Forner

Hinweis: Diese Punkte betreffen nur die *nutriRECIPE*-Entwicklung im engeren Sinne (*nutriRECIPE*Modell für Mikro- und Makronährstoffe, sowie das erweiterte *nutriRECIPE*-Modell, welches eine Erweiterung um bioaktive Pflanzeninhaltsstoffe beinhaltet), welche sich F. Forner und I. Volkhardt geteilt haben; weitere Arbeitspakete wurden von beiden zusätzlich und unabhängig bearbeitet.

Schritt	Arbeitsaufgabe	Hauptverantwortliche Person (mit %)	weitere verantwortliche Person (mit %)
Festlegen der Schritte	Ableiten der Schritt-Reihenfolge bei Modellentwicklungen	Ina Volkhardt (100 %)	keine
Entwicklung der Zielstellung	Festlegung der Zielstellung des Modells	vorgegeben durch Projektausschreibung: Bewertung (und Optimierung) von Rezepturen einzelner Mahlzeiten; Ausformulierung: Ina Volkhardt	
Wahl der Komponentenart	Festlegung der Komponentenart	vorgegeben durch Projektausschreibung: nährstoffbasiert, nicht lebensmittel- oder lebensmittelgruppenbasiert; Ausformulierung: Ina Volkhardt	
Auswahl der Komponenten	Auswahl der zu betrachtenden Mikro- und Makronährstoffe	Ina Volkhardt (95 %)	Frank Forner (5 %)
	Auswahl der zu betrachtende sekundären Pflanzenstoffe/bioaktiven Pflanzeninhaltsstoffe	Frank Forner (100 %)	keine
Zielgrößen	Festlegung der Zielgrößen der ausgewählten Mikro- und Makronährstoffe	Ina Volkhardt (90 %)	Frank Forner (10 %)
	Festlegung der Zielgrößen der ausgewählten sekundären Pflanzenstoffe/bioaktiven Pflanzeninhaltsstoffe und Aufbau einer Datenbank	Frank Forner (100 %)	keine
Skalierung	Festlegung der Skalierung (Entscheidung gegen lineare, für logarithmische Skalierung)	Ina Volkhardt (50 %) und Frank Forner (50 %)	
Gewichtung	Festlegung des Gewichtungsfaktors bzw. dessen Berechnung (distance-to-target-method)	Ina Volkhardt (50 %) und Frank Forner (50 %)	
Bildung des Gesamtscores	Festlegung, wie der Gesamtwert gebildet wird (Kumulierung)	Ina Volkhardt (50 %) und Frank Forner (50 %)	

Validierung	Auswahl der Validierungsmethoden (Vergleich <i>nutriRECIPE</i> -Scores mit andere Indizes)	Ina Volkhardt (50 %) und Frank Forner (50 %)	
	Festlegung zur Systematik von Nährwertberechnungen	Ina Volkhardt (50 %) und Frank Forner (50 %)	
	Entwicklung der ACCESS-Datenbank zur Berechnung des <i>nutriRECIPE</i> -Scores	Frank Forner (100 %)	keine
	Nährwertberechnung von 106 Rezepturen des Studentenwerks Chemnitz-Zwickau	Ina Volkhardt: (50 %) und Frank Forner (50 %)	
	Berechnung der <i>nutriRECIPE</i> -Scores	<i>nutriRECIPE</i> für Mikro- und Makronährstoffe: Ina Volkhardt; erweitertes <i>nutriRECIPE</i> -Modell mit sekundären Pflanzeninhaltsstoffen: Frank Forner	
	Kontaktierung von potentiellen Praxispartnern	Ina Volkhardt (50 %) und Frank Forner (50 %)	
	Validierung mittels Vergleich mit Healthy Meal Index	Ina Volkhardt (100 %)	keine
	Validierung mittels Vergleich mit Nutri-Score	Frank Forner (100 %)	keine

22.08.2021, Halle

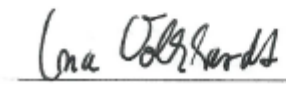
Datum, Ort



Unterschrift

25.08.'21, Leipzig

Datum, Ort



Unterschrift

Anhang B – Datenbank bioaktiver Pflanzenstoffe in Lebensmitteln

Tab. 28: Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstaben A bis B

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Refer	Refer	Refer	Refer	Refer	Refer	Refer	Refer	Refer	Refer	Refer	Refer	Refer
Acerola	Acerola roh	_Carotenoids (total value)	3,4	3,2	31	mg/kg FW	raw	2	3											
Acerola	Acerola roh	_Phenolic Acids (total value)	2,2	2,2	3	mg/kg FW	raw	1												
Acerola	Acerola roh	_Polyphenols (total value)	4,5	4,5	3	mg/kg FW	raw	1												
Acerola	Acerola Fruchtsaft	_Carotenoids (total value)	2,1	2,2	18	mg/kg FW	juice	2												
Almond	Mandel süß roh	_Polyphenols (total value)	59,2	59,2	5	mg/kg FW	raw	4												
Almond	Mandel süß roh	_Phytosterols (total value)	1823,7	1846,0	14	mg/kg FW	raw	5-7												
Almond	Mandel süß geröstet	_Phytosterols (total value)	1313,0	1313,0	3	mg/kg FW	roasted	8												
Apple	Apfel roh	_Carotenoids (total value)	0,8	0,7	5	mg/kg FW	raw	14	15											
Apple	Apfel roh	_Phenolic Acids (total value)	1239,3	764,0	146	mg/kg FW	raw	16-30												
Apple	Apfel roh	_Phytosterols (total value)	150,5	148,0	7	mg/kg FW	raw	5	7	8										
Apple	Apfel roh	_Polyphenols (total value)	830,9	571,4	298	mg/kg FW	raw	4	9	13	17	29	35-41							
Apple	Apfel Fruchtsaft	_Phenolic Acids (total value)	273,7	195,3	190	mg/kg FW	juice	24	43-52											
Apple	Apfel Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	434,2	378,5	162	mg/kg FW	juice	43-48	50-53											
Apple	Apfel geschält	_Carotenoids (total value)	1,1	1,1	3	mg/kg FW	raw	14												
Apple	Apfel geschält	_Phenolic Acids (total value)	136,9	128,0	11	mg/kg FW	raw	13	20	23										
Apple	Apfel geschält	_Polyphenols (total value)	304,9	292,8	58	mg/kg FW	raw	4	13	20	23	31	33							
Apple	Apfel geschält	_Phytosterols (total value)	149,0	149,0	3	mg/kg FW	raw	8												
Apricot	Aprikose roh	_Carotenoids (total value)	2,5	2,5	6	mg/kg FW	raw	14												
Apricot	Aprikose roh	_Phenolic Acids (total value)	40,4	43,0	14	mg/kg FW	raw	56	57											
Apricot	Aprikose roh	_Phytosterols (total value)	90,0	90,0	4	mg/kg FW	raw	8												
Apricot	Aprikose Konfitüre	_Polyphenols (total value)	8,2	8,1	12	mg/kg FW	jam	54												
Apricot	Aprikose Konserve abgetropf	_Phenolic Acids (total value)	151,2	140,9	8	mg/kg FW	canned	55												
Apricot	Aprikose Konserve abgetropf	_Polyphenols (total value)	187,4	155,2	14	mg/kg FW	canned	55												
Artichoke, globe	Artischocken gegart	_Phenolic Acids (total value)	5119,6	2321,6	11	mg/kg FW	blanched	63	64	65										
Artichoke, globe	Artischocken roh	_Carotenoids (total value)	1,6	1,6	1	mg/kg FW	raw	59												
Artichoke, globe	Artischocken roh	_Phenolic Acids (total value)	1853,9	1237,0	113	mg/kg FW	raw	60	61	62	63									
Artichoke, globe	Artischocken roh	_Polyphenols (total value)	505,7	379,7	110	mg/kg FW	raw	60	61	62										
Artichoke, globe	Artischocken roh	_Phytosterols (total value)	300,0	300,0	4	mg/kg FW	raw	8												
Asparagus	Spargel roh	_Phenolic Acids (total value)	29,2	29,2	1	mg/kg FW	raw	66												
Asparagus	Spargel roh	_Phytosterols (total value)	86,0	86,0	3	mg/kg FW	raw	8												
Asparagus	Spargel roh	_Polyphenols (total value)	0,5	0,5	1	mg/kg FW	raw	39												
Aubergine, eggplant	Aubergine roh	_Carotenoids (total value)	1,7	1,7	1	mg/kg FW	raw	67												
Aubergine, eggplant	Aubergine roh	_Phenolic Acids (total value)	401,5	401,5	8	mg/kg FW	raw	18												
Aubergine, eggplant	Aubergine roh	_Polyphenols (total value)	859,0	859,0	6	mg/kg FW	raw	10	35											
Aubergine, eggplant	Aubergine roh	_Phytosterols (total value)	52,0	52,0	3	mg/kg FW	raw	8												
Avocado	Avocado roh	_Polyphenols (total value)	9,5	10,0	5	mg/kg FW	raw	4	31	33										
Avocado	Avocado roh	_Phytosterols (total value)	662,0	662,0	3	mg/kg FW	raw	5												
Banana	Banane roh	_Phytosterols (total value)	143,3	144,0	10	mg/kg FW	raw	5	8	68										
Barley (two-rowed)	Gerste roh	_Phytosterols (total value)	755,0	755,0	15	mg/kg FW	raw	69												
Barley (two-rowed)	Gerste Mehl	_Phytosterols (total value)	577,0	577,0	12	mg/kg FW	raw	69												
Basil	Basilikum frisch	_Carotenoids (total value)	71,4	71,4	2	mg/kg FW	raw	67												
Bean, Faba	Bohnen dick roh	_Carotenoids (total value)	5,1	5,1	1	mg/kg FW	raw	14												
Bean, Faba	Bohnen dick roh	_Polyphenols (total value)	732,9	756,1	14	mg/kg FW	raw	31	33	40	70									

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 28 (Fortsetzung): Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstabe C

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz
Cabbage, red	Rotkohl roh	_Phenolic Acids (total value)	1040,1	1040,1	10	mg/kg FW	raw	139	140	147											
Cabbage, red	Rotkohl roh	_Polyphenols (total value)	1615,6	1615,7	9	mg/kg FW	raw	10	40	70	147										
Cabbage, red	Rotkohl roh	_Glucosinolates (total value)	610,3	350,3	64	mg/kg FW	raw	123	135	142	148	149	150								
Cabbage, savoy	Wirsingkohlröhrl	_Carotenoids (total value)	1,0	1,0	1	mg/kg FW	raw	14													
Cabbage, savoy	Wirsingkohlröhrl	_Phenolic Acids (total value)	51,7	51,7	2	mg/kg FW	raw	139	140												
Cabbage, savoy	Wirsingkohlröhrl	_Glucosinolates (total value)	670,7	105,3	23	mg/kg FW	raw	142	151												
Cabbage, spring	Spitzkohlröhrl	_Phenolic Acids (total value)	67,3	67,3	4	mg/kg FW	raw	71	140	152											
Cabbage, spring	Spitzkohlröhrl	_Glucosinolates (total value)	830,8	719,1	54	mg/kg FW	raw	118	133	151	153	154									
Cabbage, white	Weißkohlröhrl	_Carotenoids (total value)	4,1	2,7	4	mg/kg FW	raw	14	67	155	156										
Cabbage, white	Weißkohlröhrl	_Phenolic Acids (total value)	116,6	116,6	10	mg/kg FW	raw	18	147	155											
Cabbage, white	Weißkohlröhrl	_Polyphenols (total value)	20,3	20,3	5	mg/kg FW	raw	18	37	38	157										
Cabbage, white	Weißkohlröhrl	_Glucosinolates (total value)	652,5	514,8	363	mg/kg FW	raw	119	123	132	142	155	158	159							
Cacao	Hausmilchschokolade	_Phytosterols (total value)	318,5	312,8	12	mg/kg FW	raw	5	8	68											
Cacao	Milchschokolade	_Polyphenols (total value)	3080,4	3022,5	24	mg/kg	chocolate	160	161	162	163	164	165								
Cacao	Vollmilchschokolade	_Polyphenols (total value)	3080,4	3022,5	24	mg/kg	chocolate	160	161	162	163	164	165								
Cacao	Magermilchschokolade	_Polyphenols (total value)	3080,4	3022,5	24	mg/kg	chocolate	160	161	162	163	164	165								
Cacao	Sahnemilchschokolade	_Polyphenols (total value)	3080,4	3022,5	24	mg/kg	chocolate	160	161	162	163	164	165								
Cacao	Sahnemilchschokolade	_Polyphenols (total value)	3080,4	3022,5	24	mg/kg	chocolate	160	161	162	163	164	165								
Cacao	Zartbitterschokolade	_Polyphenols (total value)	13867,9	13605,5	30	mg/kg	chocolate	160	161	162	163	164	165	166							
Cacao	Zartbitterschokolade	_Phytosterols (total value)	1263,0	1263,0	6	mg/kg	chocolate	7													
Cacao	Bitterschokolade	_Polyphenols (total value)	18925,2	18675,0	16	mg/kg	chocolate	160	162	164	166										
Cacao	Bitterschokolade	_Phytosterols (total value)	1263,0	1263,0	6	mg/kg	chocolate	7													
Cacao	Kakaopulver schwach entölt	_Polyphenols (total value)	25648,9	23544,0	21	mg/kg DW	roasted	162	165	167	168										
Cacao	Kakaopulver stark entölt	_Polyphenols (total value)	25648,9	23544,0	21	mg/kg DW	roasted	162	165	167	168										
Caper	Kapern roh	_Glucosinolates (total value)	4091,7	4314,0	33	mg/kg FW	raw	169													
Carrot	Karotte (Mohrröhre, Möhre) rc	_Carotenoids (total value)	3,5	2,9	5	mg/kg FW	raw	14	67	170											
Carrot	Karotte (Mohrröhre, Möhre) rc	_Phenolic Acids (total value)	727,3	727,5	6	mg/kg FW	raw	140	171	172											
Carrot	Karotte (Mohrröhre, Möhre) rc	_Polyphenols (total value)	92,4	59,2	16	mg/kg FW	raw	35	37	38	39	157	173								
Carrot	Karotte (Mohrröhre, Möhre) rc	_Phytosterols (total value)	166,4	161,4	11	mg/kg FW	raw	5	8	68											
Carrot	Karotte (Mohrröhre, Möhre) gr	_Carotenoids (total value)	3,5	2,9	5	mg/kg FW	boiled	14													
Cashew	Cashewapfel roh	_Phenolic Acids (total value)	23,7	23,7	4	mg/kg FW	raw	1													
Cashew	Cashewapfel roh	_Polyphenols (total value)	37,1	37,1	4	mg/kg FW	raw	1	4												
Cashew	Cashewnuss roh	_Phytosterols (total value)	1510,5	1519,5	17	mg/kg FW	raw	6	7												
Cassia	Zimt	_Phenolic Acids (total value)	39021,0	25849,7	19	mg/kg DW	dried	42	174												
Cauliflower	Blumenkohl roh	_Carotenoids (total value)	0,1	0,1	3	mg/kg FW	raw	111													
Cauliflower	Blumenkohl roh	_Phenolic Acids (total value)	30,7	30,7	1	mg/kg FW	raw	140													
Cauliflower	Blumenkohl roh	_Polyphenols (total value)	327,6	165,9	7	mg/kg FW	raw	37	38	111	157										
Cauliflower	Blumenkohl roh	_Glucosinolates (total value)	402,7	222,3	125	mg/kg FW	raw	115	119	130	131	132	133	134	135	141	142	155	175	176	177
Cauliflower	Blumenkohl roh	_Phytosterols (total value)	340,1	326,6	19	mg/kg FW	raw	5	8	68											
Celeriac	Sellerieblätter frisch	_Phenolic Acids (total value)	121,5	121,5	4	mg/kg FW	raw	18													
Celeriac	Sellerieblätter frisch	_Polyphenols (total value)	214,6	160,9	7	mg/kg FW	raw	18	107												
Celeriac	Knollensellerie roh	_Phenolic Acids (total value)	120,4	120,4	31	mg/kg FW	raw	71	140												
Celeriac	Knollensellerie roh	_Polyphenols (total value)	110,2	118,5	13	mg/kg FW	raw	32	173	178											
Celery, leaf/stalk	Bleichsellerie roh	_Polyphenols (total value)	265,2	211,7	18	mg/kg FW	raw	4	37	39	173										
Celery, leaf/stalk	Bleichsellerie roh	_Phytosterols (total value)	124,8	124,8	7	mg/kg FW	raw	8	68												

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 28 (Fortsetzung): Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstabe C

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere
Chard	Mangold roh	_Phenolic Acids (total value)	216,0	216,0	2	mg/kg FW	raw	147																
Chard	Mangold roh	_Polyphenols (total value)	139,5	139,5	2	mg/kg FW	raw	147																
Cherry	Süßkirsche roh	_Phenolic Acids (total value)	1573,3	1573,3	10	mg/kg FW	raw	4	10	11	90	95	179											
Cherry	Süßkirsche roh	_Polyphenols (total value)	584,3	609,4	34	mg/kg FW	raw	4	31	32	33	36	39	40	70	90	95							
Cherry	Süßkirsche roh	_Phytosterols (total value)	179,0	179,0	4	mg/kg FW	raw	8																
Cherry	Süßkirsche Fruchtsaft	_Phenolic Acids (total value)	690,1	690,1	5	mg/l	juice	180	181															
Cherry	Süßkirsche Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	455,3	455,3	15	mg/l	juice	110	181															
Cherry, sour	Sauerkirsche roh	_Phenolic Acids (total value)	95,6	95,6	10	mg/kg FW	raw	90	95	98														
Cherry, sour	Sauerkirsche roh	_Polyphenols (total value)	298,4	220,1	22	mg/kg FW	raw	36	90	95	98	182												
Cherry, sour	Sauerkirsche Fruchtsaft	_Phenolic Acids (total value)	263,8	263,8	3	mg/l	juice	181																
Cherry, sour	Sauerkirsche Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	228,1	228,1	10	mg/l	juice	181	182															
Chickpea	Kichererbsen roh	_Phytosterols (total value)	1153,0	1153,0	4	mg/kg FW	raw	8																
Chicory	Chicoree roh	_Carotenoids (total value)	85,4	85,4	2	mg/kg FW	raw	170																
Chicory	Chicoree roh	_Phenolic Acids (total value)	1911,1	1938,2	16	mg/kg FW	raw	140	183															
Chicory	Chicoree roh	_Polyphenols (total value)	280,5	280,5	8	mg/kg FW	raw	9																
Chicory	Chicoree roh	_Phytosterols (total value)	185,0	185,0	4	mg/kg FW	raw	8																
Chives	Schnittlauch frisch	_Phenolic Acids (total value)	55,0	55,0	1	mg/kg FW	raw	140																
Chives	Schnittlauch frisch	_Polyphenols (total value)	28,5	28,5	3	mg/kg FW	raw	140	184															
Clementine mandarin	Mandarine roh	_Carotenoids (total value)	12,8	12,8	4	mg/kg FW	raw	186																
Clementine mandarin	Mandarine roh	_Polyphenols (total value)	174,4	146,5	20	mg/kg FW	raw	185																
Clementine mandarin	Mandarine Fruchtsaft	_Carotenoids (total value)	12,8	12,8	4	mg/l	juice	186																
Clementine mandarin	Mandarine Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	148,7	38,5	6	mg/l	juice	186	187	188														
Clementine mandarin	Clementine roh	_Carotenoids (total value)	12,8	12,8	4	mg/kg FW	raw	186																
Clementine mandarin	Clementine roh	_Polyphenols (total value)	174,4	146,5	20	mg/kg FW	raw	185																
Clementine mandarin	Clementine Fruchtsaft	_Carotenoids (total value)	12,8	12,8	4	mg/l	juice	186																
Clementine mandarin	Clementine Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	148,7	38,5	6	mg/l	juice	186	187	188														
Coconut	Kokosfett	_Phytosterols (total value)	1136,4	1089,0	33	mg/kg FW	Fat or Oil	7	189	190	191													
Coffee	Kaffee (Pulver)	_Phenolic Acids (total value)	75859,0	78790,0	38	mg/kg FW	roasted	192																
Coriander	Koriander getrocknet	_Phenolic Acids (total value)	1480,0	1480,0	1	mg/kg DW	dried	18																
Coriander	Koriander getrocknet	_Polyphenols (total value)	1889,9	1889,9	3	mg/kg DW	dried	18	194															
Corn, Maize	Mais Grieß	_Phytosterols (total value)	712,0	712,0	11	mg/kg FW	raw	146	195															
Corn, Maize	Mais Mehl	_Phytosterols (total value)	543,0	543,0	7	mg/kg FW	raw	146	195															
Corn, Maize	Mais Vollkorn roh	_Carotenoids (total value)	17,2	17,2	3	mg/kg FW	raw	196																
Corn, Maize	Mais Vollkorn roh	_Phytosterols (total value)	221,0	221,0	3	mg/kg FW	raw	5																
Corn, Maize	Zuckermais roh	_Carotenoids (total value)	9,6	9,6	2	mg/kg FW	raw	14																
Corn, Maize	Zuckermais roh	_Phytosterols (total value)	221,0	221,0	3	mg/kg FW	raw	5																
Corn, Maize	Zuckermais gekocht	_Carotenoids (total value)	8,2	8,2	2	mg/kg FW	boiled	14																
Corn, Maize	Maiskeimöl	_Phytosterols (total value)	8695,6	8619,0	44	mg/kg FW	raw	7	189	190	191	198												
Courgette	Zucchini roh	_Phytosterols (total value)	19,0	19,0	3	mg/kg FW	raw	8																
Cowberry	Preiselbeere roh	_Carotenoids (total value)	0,1	0,1	5	mg/kg FW	raw	91																
Cowberry	Preiselbeere roh	_Phenolic Acids (total value)	58,3	58,3	2	mg/kg FW	raw	81																
Cowberry	Preiselbeere roh	_Polyphenols (total value)	684,7	688,0	10	mg/kg FW	raw	11	76	81	82													
Cowberry	Preiselbeere roh	_Phytosterols (total value)	175,0	175,0	2	mg/kg FW	raw	5																
Cowberry	Preiselbeere Fruchtsaft	_Phytosterols (total value)	10,4	10,7	3	mg/kg FW	juice	82																
Cranberry	Moosbeere roh	_Polyphenols (total value)	1313,0	1372,9	25	mg/kg FW	raw	4	10	76	83													

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 28 (Fortsetzung): Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstabe C bis H

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere			
Cress, garden	Kresse frisch	_Polyphenols (total value)	140,0	140,0	2	mg/kg FW	raw	199																					
Cress, garden	Kresse frisch	_Glucosinolates (total value)	7356,0	7356,0	1	mg/kg FW	raw	135																					
Cucumber	Gurke roh	_Carotenoids (total value)	7,6	7,6	2	mg/kg FW	raw	14	67																				
Cucumber	Gurke roh	_Polyphenols (total value)	28,5	30,3	10	mg/kg FW	raw	35	37	39																			
Cucumber	Gurke roh	_Phytosterols (total value)	46,0	46,0	3	mg/kg FW	raw	8																					
Curly kale	Grünkohl roh	_Carotenoids (total value)	97,5	75,6	22	mg/kg FW	raw	155	200																				
Curly kale	Grünkohl roh	_Phenolic Acids (total value)	40,5	40,5	4	mg/kg FW	raw	155																					
Curly kale	Grünkohl roh	_Polyphenols (total value)	484,8	417,8	17	mg/kg FW	raw	37	70	107	201																		
Curly kale	Grünkohl roh	_Glucosinolates (total value)	1696,1	1144,3	253	mg/kg FW	raw	119	122	131	134	137	142	155	159														
Curly kale	Grünkohl gekocht	_Glucosinolates (total value)	182,8	182,8	9	mg/kg FW	boiled	122	131																				
Curly kale	Grünkohl gebraten (zubereit)	_Carotenoids (total value)	37,2	36,3	6	mg/kg FW	stir-fried	113																					
Curly kale	Grünkohl gebraten (zubereit)	_Glucosinolates (total value)	757,0	757,0	5	mg/kg FW	stir-fried	135																					
Date	Datteln roh	_Polyphenols (total value)	26,0	26,0	2	mg/kg FW	raw	4																					
Dill	Dill frisch	_Carotenoids (total value)	142,3	142,3	2	mg/kg FW	raw	67																					
Dill	Dill frisch	_Polyphenols (total value)	1235,3	1075,0	8	mg/kg FW	raw	173	199																				
Dill	Dill frisch	_Phytosterols (total value)	306,0	306,0	4	mg/kg FW	raw	5																					
Elder	Holunderbeere roh	_Phenolic Acids (total value)	128,3	128,3	8	mg/kg FW	raw	79	90	98																			
Elder	Holunderbeere roh	_Polyphenols (total value)	4865,2	3216,3	17	mg/kg FW	raw	10	76	79	90	98	202																
Endive	Endivien roh	_Carotenoids (total value)	18,7	18,7	1	mg/kg FW	raw	67																					
Endive	Endivien roh	_Phenolic Acids (total value)	82,8	82,8	3	mg/kg FW	raw	71	140																				
Endive	Endivien roh	_Polyphenols (total value)	66,3	54,9	8	mg/kg FW	raw	37	40	70																			
Endive	Endivien roh	_Phytosterols (total value)	169,0	169,0	4	mg/kg FW	raw	8																					
Fennel, Florence	Fenchel Knolle roh	_Phenolic Acids (total value)	486,8	486,8	18	mg/kg FW	raw	203	204																				
Fennel, Florence	Fenchel Knolle roh	_Polyphenols (total value)	693,1	693,1	12	mg/kg FW	raw	37	203	205																			
Fig	Feige roh	_Polyphenols (total value)	115,3	115,3	22	mg/kg FW	raw	206	207																				
Garlic	Knoblauch roh	_Phenolic Acids (total value)	4,9	4,9	5	mg/kg FW	raw	208																					
Garlic	Knoblauch roh	_Polyphenols (total value)	66,4	66,4	8	mg/kg FW	raw	37	39	208																			
Garlic	Knoblauch roh	_Phytosterols (total value)	182,0	182,0	3	mg/kg FW	raw	8																					
Ginger	Ingwerknolle	_Polyphenols (total value)	168,8	168,8	3	mg/kg FW	raw	37	38																				
Gooseberry	Stachelbeere roh	_Polyphenols (total value)	147,8	96,0	15	mg/kg FW	raw	10	11	33	36	76																	
Gourd, bottle	Kalebasse (Flaschenkürbis)	_Carotenoids (total value)	30,9	30,9	1	mg/kg FW	raw	156																					
Grape	Weintraube rot roh	_Polyphenols (total value)	644,0	680,3	34	mg/kg FW	raw	31	32	33	39	40	84																
Grape	Weintraube rot roh	_Phytosterols (total value)	205,5	205,5	6	mg/kg FW	raw	5	8																				
Grape	Weintraube weiß roh	_Polyphenols (total value)	481,6	354,7	26	mg/kg FW	raw	12	31	32	33	35	37	39	40														
Grape	Weintraube weiß roh	_Phytosterols (total value)	205,5	205,5	6	mg/kg FW	raw	5	8																				
Grapefruit	Grapefruit roh	_Phenolic Acids (total value)	113,7	111,2	8	mg/kg FW	raw	18	209																				
Grapefruit	Grapefruit roh	_Polyphenols (total value)	387,3	387,3	9	mg/kg FW	raw	4	11	18	209	210																	
Grapefruit	Grapefruit roh	_Phytosterols (total value)	185,0	185,0	3	mg/kg FW	raw	68																					
Grapefruit	Grapefruit Fruchtsaft	_Phenolic Acids (total value)	6,0	6,0	1	mg/l	juice	48																					
Grapefruit	Grapefruit Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	192,1	158,0	134	mg/l	juice	48	187	211	212	213	214	215	216														
Guava	Guave roh	_Polyphenols (total value)	257,5	257,5	6	mg/kg FW	raw	104																					
Hazel	Haselnuss roh	_Polyphenols (total value)	124,0	124,0	6	mg/kg FW	raw	4																					
Hazel	Haselnuss roh	_Phytosterols (total value)	1314,0	1294,0	14	mg/kg FW	raw	6	7	8																			
Hazel	Haselnussöl	_Phytosterols (total value)	1547,5	1522,3	180	mg/kg FW	raw	217	218	219																			
Horseradish	Meerrettich roh	_Glucosinolates (total value)	8227,8	6364,9	82	mg/kg FW	raw	220																					

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 28 (Fortsetzung): Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstabe K bis M

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	
Kiwi	Kiwi roh	_Phenolic Acids (total value)	3319,6	3319,6	3	mg/kg FW	raw	18	221																		
Kiwi	Kiwi roh	_Polyphenols (total value)	41,8	39,0	14	mg/kg FW	raw	4	31	33	35	36	37	39													
Kiwi	Kiwi roh	_Phytosterols (total value)	104,5	90,4	9	mg/kg FW	raw	5	8	68																	
Kohlrabi	Kohlrabi roh	_Phenolic Acids (total value)	22,0	22,0	1	mg/kg FW	raw	140																			
Kohlrabi	Kohlrabi roh	_Polyphenols (total value)	229,0	229,0	2	mg/kg FW	raw	40																			
Kohlrabi	Kohlrabi roh	_Glucosinolates (total value)	28,6	29,4	27	mg/kg FW	raw	135	142																		
Kumquat, oval	Kumquat roh	_Carotenoids (total value)	0,5	0,5	2	mg/kg FW	raw	197	222																		
Kumquat, oval	Kumquat roh	_Polyphenols (total value)	155,5	155,5	4	mg/kg FW	raw	37																			
Leek	Porree roh	_Carotenoids (total value)	19,2	19,2	2	mg/kg FW	raw	14	67																		
Leek	Porree roh	_Phenolic Acids (total value)	12,8	12,4	4	mg/kg FW	raw	71	140																		
Leek	Porree roh	_Polyphenols (total value)	137,7	130,8	15	mg/kg FW	raw	37	39	40	70																
Leek	Porree roh	_Phytosterols (total value)	175,5	175,5	5	mg/kg FW	raw	5	8																		
Lemon	Zitrone roh	_Polyphenols (total value)	753,8	753,7	27	mg/kg FW	raw	18	36	39	223																
Lemon	Zitrone roh	_Phytosterols (total value)	176,0	176,0	3	mg/kg FW	raw	68																			
Lemon	Zitrone Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	150,7	131,8	21	mg/l FW	juice	187	212	213	214	224															
Lemon	Zitrone Fruchtsaft	_Phytosterols (total value)	33,0	33,0	3	mg/l FW	juice	8																			
Lemon balm	Zitronenmelisse getrocknet	_Phenolic Acids (total value)	48049,0	40082,0	14	mg/kg DW	dried	225	226	227	228																
Lemon balm	Zitronenmelisse getrocknet	_Polyphenols (total value)	210,0	210,0	1	mg/kg DW	dried	227																			
Lentil	Linsen reif roh	_Polyphenols (total value)	4,9	4,9	2	mg/kg FW	raw	31																			
Lentil	Linsen reif roh	_Phytosterols (total value)	1100,0	1100,0	4	mg/kg FW	raw	8																			
Lettuce	Schnittsalat roh	_Carotenoids (total value)	35,1	29,1	103	mg/kg FW	raw	14	59	67	170	229															
Lettuce	Schnittsalat roh	_Phenolic Acids (total value)	1631,3	1686,7	13	mg/kg FW	raw	18	140	147																	
Lettuce	Schnittsalat roh	_Polyphenols (total value)	331,6	182,9	71	mg/kg FW	raw	4	9	35	37	39	40	70	147	230	231										
Lettuce	Schnittsalat roh	_Phytosterols (total value)	97,5	97,5	7	mg/kg FW	raw	5	8																		
Lime	Limette Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	68,5	78,9	9	mg/l	juice	187	213																		
Linseed	Leinsamen roh	_Phenolic Acids (total value)	3897,1	3715,8	56	mg/kg FW	raw	232	233																		
Linseed	Leinsamen roh	_Phytosterols (total value)	1897,3	1902,0	18	mg/kg FW	raw	6	7																		
Linseed	Leinöl	_Phytosterols (total value)	7126,5	7126,5	18	mg/kg FW	raw	7	191																		
Mandarin	Mandarine roh	_Carotenoids (total value)	7,3	2,9	7	mg/kg FW	raw	14	197	222																	
Mandarin	Mandarine roh	_Polyphenols (total value)	157,2	150,9	20	mg/kg FW	raw	37	234	235																	
Mandarin	Mandarine roh	_Phytosterols (total value)	183,9	183,9	6	mg/kg FW	raw	8	68																		
Mandarin	Mandarine Fruchtsaft	_Carotenoids (total value)	13,3	13,3	4	mg/l	juice	186																			
Mandarin	Mandarine Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	164,1	171,8	38	mg/l	juice	186	187	214	236	237															
Mango	Mango roh	_Phenolic Acids (total value)	492,2	492,2	1	mg/kg FW	raw	221																			
Mango	Mango roh	_Polyphenols (total value)	2874,3	2850,7	24	mg/kg FW	raw	33	238	239																	
Marjoram	Oregano frisch	_Phenolic Acids (total value)	1650,0	1650,0	2	mg/kg FW	raw	240																			
Marjoram	Oregano frisch	_Polyphenols (total value)	522,0	522,0	2	mg/kg FW	raw	240																			
Melón	Zuckermelone roh	_Polyphenols (total value)	28,6	28,6	3	mg/kg FW	raw	36	39																		
Melón	Zuckermelone roh	_Phytosterols (total value)	36,0	36,0	4	mg/kg FW	raw	8																			
Millet	Hirse gegart	_Phytosterols (total value)	550,0	550,0	4	mg/kg FW	boiled	146																			
Millet	Hirse roh	_Phytosterols (total value)	599,0	599,0	5	mg/kg FW	raw	69																			
Millet	Hirse Mehl	_Phytosterols (total value)	599,0	599,0	5	mg/kg FW	raw	69																			
Mulberry, black	Maulbeere roh	_Phenolic Acids (total value)	192,1	205,2	17	mg/kg FW	raw	99	241																		
Mulberry, black	Maulbeere roh	_Polyphenols (total value)	2450,3	1482,0	17	mg/kg FW	raw	36	76	99	241																
Mustard, white	Senfkorn gelb	_Glucosinolates (total value)	42958,3	39755,0	12	mg/kg FW	raw	134	242	243																	

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 28 (Fortsetzung): Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstabe N bis P

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere
Nectarine	Nektarine roh	_Phenolic Acids (total value)	25,0	25,0	1	mg/kg FW	raw	22																		
Nectarine	Nektarine roh	_Polyphenols (total value)	204,0	193,6	17	mg/kg FW	raw	4	10	11	12	22	37	39												
Oat	Hafer roh	_Phenolic Acids (total value)	75,2	75,2	4	mg/kg FW	raw	244																		
Oat	Hafer roh	_Phytosterols (total value)	436,3	414,0	31	mg/kg FW	raw	69	146																	
Okra	Okra roh	_Polyphenols (total value)	247,1	200,3	3	mg/kg FW	raw	18	173																	
Olive	Oliven grün roh	_Phytosterols (total value)	314,0	314,0	4	mg/kg FW	raw	8																		
Olive	Olivenöl	_Phytosterols (total value)	3148,3	2799,0	408	mg/kg FW	raw	7	8	189	191	245	246	247	248	249	250	251	252							
Onion	Zwiebeln roh	_Carotenoids (total value)	2,6	2,6	1	mg/kg FW	raw	14																		
Onion	Zwiebeln roh	_Phenolic Acids (total value)	13,3	13,3	1	mg/kg FW	raw	71	140																	
Onion	Zwiebeln roh	_Polyphenols (total value)	1184,1	1060,8	40	mg/kg FW	raw	4	9	10	18	35	37	38	39	40	41	70	107	114	231	253	254	255		
Onion	Zwiebeln roh	_Phytosterols (total value)	174,1	120,6	27	mg/kg FW	raw	5	8	68	195															
Onion, Welsh	Lauchzwiebel roh	_Carotenoids (total value)	2,6	2,6	1	mg/kg FW	raw	14																		
Onion, Welsh	Lauchzwiebel roh	_Phenolic Acids (total value)	17,0	17,0	2	mg/kg FW	raw	18																		
Onion, Welsh	Lauchzwiebel roh	_Polyphenols (total value)	307,4	307,4	5	mg/kg FW	raw	18	37																	
Orange, sweet	Orange roh	_Carotenoids (total value)	2,7	2,2	18	mg/kg FW	raw	14	197	222																
Orange, sweet	Orange roh	_Phenolic Acids (total value)	125,9	142,3	18	mg/kg FW	raw	17	27	209																
Orange, sweet	Orange roh	_Polyphenols (total value)	1102,5	981,9	39	mg/kg FW	raw	9	35	37	39	107	185	210	256											
Orange, sweet	Orange roh	_Phytosterols (total value)	245,0	248,0	10	mg/kg FW	raw	5	8	68																
Orange, sweet	Orange Fruchtsaft	_Carotenoids (total value)	7,1	7,5	81	mg/l	juice	15	186	257	258	259	260													
Orange, sweet	Orange Fruchtsaft	_Phenolic Acids (total value)	56,5	49,2	33	mg/l	juice	261	262	263	264															
Orange, sweet	Orange Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	362,1	336,5	147	mg/l	juice	48	186	187	188	212	213	214	237	259	261	262	263	264	265	266	267	268	269	
Orange, sweet	Orange Fruchtsaft	_Phytosterols (total value)	84,0	84,0	3	mg/l	juice	5																		
Oregano	Oregano frisch	_Polyphenols (total value)	45,0	45,0	4	mg/kg FW	raw	199																		
Pak-choi	Pakchoy roh	_Phenolic Acids (total value)	98,7	88,0	10	mg/kg FW	raw	18	71	139	140															
Pak-choi	Pakchoy roh	_Polyphenols (total value)	207,7	165,8	6	mg/kg FW	raw	18	37																	
Pak-choi	Pakchoy roh	_Glucosinolates (total value)	198,8	170,5	84	mg/kg FW	raw	134	135	270	271	272	273													
Pak-choi	Pakchoy roh	_Phytosterols (total value)	106,6	106,6	8	mg/kg FW	raw	5	68																	
Papaya	Papaya roh	_Carotenoids (total value)	29,6	23,7	23	mg/kg FW	raw	222	274																	
Papaya	Papaya roh	_Phenolic Acids (total value)	293,7	293,7	1	mg/kg FW	raw	221																		
Papaya	Papaya roh	_Polyphenols (total value)	1854,3	1854,3	10	mg/kg FW	raw	230	239																	
Parsley	Petersilienblatt frisch	_Carotenoids (total value)	61,1	61,1	2	mg/kg FW	raw	14	67																	
Parsley	Petersilienblatt frisch	_Phenolic Acids (total value)	140,0	140,0	1	mg/kg FW	raw	147																		
Parsley	Petersilienblatt frisch	_Polyphenols (total value)	2908,3	1713,4	24	mg/kg FW	raw	18	35	37	147	173	199													
Parsley	Petersilienblatt frisch	_Phytosterols (total value)	245,0	245,0	7	mg/kg FW	raw	5	8																	
Parsnip	Pastinake roh	_Phytosterols (total value)	282,9	282,9	4	mg/kg FW	raw	68																		
Pea, garden	Erbsen grün roh	_Carotenoids (total value)	18,4	19,1	3	mg/kg FW	raw	14	67																	
Pea, garden	Erbsen grün roh	_Polyphenols (total value)	147,7	147,7	6	mg/kg FW	raw	33	37	38	40															
Pea, garden	Erbsen grün roh	_Phytosterols (total value)	260,0	260,0	3	mg/kg FW	raw	5																		
Peach	Pfirsich roh	_Carotenoids (total value)	1,8	2,1	7	mg/kg FW	raw	14	197	222																
Peach	Pfirsich roh	_Phenolic Acids (total value)	172,0	127,6	23	mg/kg FW	raw	17	18	22	275	276														
Peach	Pfirsich roh	_Polyphenols (total value)	2983,5	2269,6	58	mg/kg FW	raw	4	17	22	35	37	276													
Peach	Pfirsich roh	_Phytosterols (total value)	135,4	135,4	6	mg/kg FW	raw	8	68																	
Peach	Pfirsich Konserve, nicht abge	_Phenolic Acids (total value)	82,7	82,7	4	mg/kg FW	canned w	55																		
Peach	Pfirsich Konserve, nicht abge	_Polyphenols (total value)	117,4	130,5	14	mg/kg FW	canned w	33	55																	
Peanut	Erdnuss roh	_Phytosterols (total value)	1280,3	1210,0	12	mg/kg FW	raw	5	7	8																
Peanut	Erdnussöl	_Phytosterols (total value)	3704,7	3046,6	42	mg/kg FW	raw	7	189	278																

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 28 (Fortsetzung): Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstabe P bis Q

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	
Pear	Birne roh	_Phenolic Acids (total value)	396,7	319,0	17	mg/kg FW	raw	17	18	279	280	281														
Pear	Birne roh	_Polyphenols (total value)	3746,8	4273,2	52	mg/kg FW	raw	4	12	17	18	31	32	33	37	39	40	70	279	280	281					
Pear	Birne roh	_Phytosterols (total value)	116,4	116,4	4	mg/kg FW	raw	8	68																	
Pecan	Pecannuss roh	_Polyphenols (total value)	347,0	347,0	7	mg/kg FW	raw	4																		
Pecan	Pecannuss roh	_Phytosterols (total value)	1441,0	1441,0	6	mg/kg FW	raw	6																		
Pepper, bell	Paprikaschoten roh	_Carotenoids (total value)	49,8	24,6	17	mg/kg FW	raw	14	67	156	170	222	283													
Pepper, bell	Paprikaschoten roh	_Phenolic Acids (total value)	817,5	817,5	7	mg/kg FW	raw	18	282																	
Pepper, bell	Paprikaschoten roh	_Polyphenols (total value)	26,7	26,6	43	mg/kg FW	raw	9	35	37	39	40	41	70												
Pepper, bell	Paprikaschoten roh	_Phytosterols (total value)	105,8	77,2	14	mg/kg FW	raw	5	8	68																
Pepper, bell	Gemüsepaprika grün roh	_Carotenoids (total value)	12,7	12,3	4	mg/kg FW	raw	14	67	170																
Pepper, bell	Gemüsepaprika grün roh	_Phenolic Acids (total value)	817,5	817,5	7	mg/kg FW	raw	18	282																	
Pepper, bell	Gemüsepaprika grün roh	_Polyphenols (total value)	43,1	33,5	18	mg/kg FW	raw	9	18	35	37	39	41													
Pepper, bell	Gemüsepaprika grün roh	_Phytosterols (total value)	78,7	78,7	7	mg/kg FW	raw	8	68																	
Pepper, bell	Gemüsepaprika gelb roh	_Carotenoids (total value)	74,8	74,8	7	mg/kg FW	raw	14	156	222																
Pepper, bell	Gemüsepaprika gelb roh	_Phenolic Acids (total value)	817,5	817,5	7	mg/kg FW	raw	18	282																	
Pepper, bell	Gemüsepaprika gelb roh	_Polyphenols (total value)	26,0	26,0	8	mg/kg FW	raw	9																		
Pepper, bell	Gemüsepaprika gelb roh	_Phytosterols (total value)	105,8	77,2	14	mg/kg FW	raw	5	8	68																
Pepper, bell	Gemüsepaprika rot roh	_Carotenoids (total value)	49,8	24,6	17	mg/kg FW	raw	14	67	156	170	222	283													
Pepper, bell	Gemüsepaprika rot roh	_Phenolic Acids (total value)	817,5	817,5	7	mg/kg FW	raw	18	282																	
Pepper, bell	Gemüsepaprika rot roh	_Polyphenols (total value)	17,5	16,0	15	mg/kg FW	raw	9	39	40	70															
Pepper, bell	Gemüsepaprika rot roh	_Phytosterols (total value)	133,0	133,0	7	mg/kg FW	raw	8	68																	
Peppermint	Pfefferminze getrocknet	_Phenolic Acids (total value)	10100,0	10100,0	4	mg/kg DW	dried	226																		
Peppermint	Pfefferminze getrocknet	_Polyphenols (total value)	70745,6	71640,0	55	mg/kg DW	dried	226	284																	
Persimmon	Kaki/Kakipflaume/Persimone	_Carotenoids (total value)	3,6	3,6	4	mg/kg FW	raw	222	285																	
Persimmon	Kaki/Kakipflaume/Persimone	_Polyphenols (total value)	42,8	42,8	6	mg/kg FW	raw	31	35	37																
Persimmon	Kaki roh	_Carotenoids (total value)	3,6	3,6	4	mg/kg FW	raw	222	285																	
Persimmon	Kaki roh	_Polyphenols (total value)	42,8	42,8	6	mg/kg FW	raw	31	35	37																
Pineapple	Ananas roh	_Phenolic Acids (total value)	265,5	265,5	7	mg/kg FW	raw	1	17	286																
Pineapple	Ananas roh	_Phytosterols (total value)	167,7	167,7	5	mg/kg FW	raw	68																		
Pistachio	Pistazie roh	_Phenolic Acids (total value)	29,5	29,5	2	mg/kg FW	raw	287																		
Pistachio	Pistazie roh	_Polyphenols (total value)	2863,7	2856,0	16	mg/kg FW	raw	4	10	287	288															
Pistachio	Pistazie roh	_Phytosterols (total value)	2703,5	2564,5	14	mg/kg FW	raw	6	7	8																
Plum	Pflaume roh	_Phenolic Acids (total value)	1797,3	880,4	10	mg/kg FW	raw	54	100	289																
Plum	Pflaume roh	_Polyphenols (total value)	1523,6	1164,5	43	mg/kg FW	raw	4	10	11	32	33	36	37	38	39	40	54	70	114	289					
Plum	Pflaume roh	_Phytosterols (total value)	154,5	154,5	7	mg/kg FW	raw	5	8																	
Pomegranate	Granatapfel roh	_Phenolic Acids (total value)	60,7	61,5	18	mg/kg FW	raw	291																		
Pomegranate	Granatapfel roh	_Polyphenols (total value)	1435,8	1315,9	43	mg/kg FW	raw	31	104	290	291	292	293													
Pomelo	Pampelmuse Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	51,1	63,2	6	mg/l	juice	187	214																	
Potato	Kartoffeln geschält roh	_Phenolic Acids (total value)	839,3	431,0	36	mg/kg FW	raw	18	71	244	294	295	296	297	298	299	300									
Potato	Kartoffeln geschält roh	_Polyphenols (total value)	62,2	60,9	11	mg/kg FW	raw	4	35	37																
Potato	Kartoffeln geschält roh	_Phytosterols (total value)	42,5	43,1	9	mg/kg FW	raw	5	8	68																
Quince	Quitte roh	_Phenolic Acids (total value)	124,0	124,0	7	mg/kg FW	raw	225																		
Quince	Quitte roh	_Polyphenols (total value)	21,5	21,5	3	mg/kg FW	raw	31																		
Quinoa	Quinoa roh	_Phytosterols (total value)	825,0	825,0	3	mg/kg FW	raw	301																		

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 28 (Fortsetzung): Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstabe R bis S

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere
Radish	Radieschen roh	_Polyphenols (total value)	631,7	631,7	3	mg/kg FW	raw	4	10	37	40	70																	
Radish	Radieschen roh	_Glucosinolates (total value)	464,3	464,1	22	mg/kg FW	raw	135	142																				
Radish	Radieschen roh	_Phytosterols (total value)	44,0	44,0	1	mg/kg FW	raw	68																					
Radish, Japanese	Rettich roh	_Phenolic Acids (total value)	11,9	11,9	2	mg/kg FW	raw	66																					
Radish, Japanese	Rettich roh	_Polyphenols (total value)	40,4	47,8	9	mg/kg FW	raw	35	37																				
Radish, Japanese	Rettich roh	_Glucosinolates (total value)	728,3	881,0	10	mg/kg FW	raw	302	303	304																			
Rape	Rüböl (Rapsöl)	_Phytosterols (total value)	7251,2	7452,0	140	mg/kg FW	raw	7	189	191	195	305																	
Raspberry	Himbeere roh	_Carotenoids (total value)	0,8	0,8	1	mg/kg FW	raw	15																					
Raspberry	Himbeere roh	_Phenolic Acids (total value)	343,1	28,0	56	mg/kg FW	raw	27	90	95	98	99	311	314															
Raspberry	Himbeere roh	_Polyphenols (total value)	4129,4	3690,3	449	mg/kg FW	raw	4	10	11	31	32	33	76	82	85	88	90	92	95	98	99	101	103	306-321				
Raspberry	Himbeere roh	_Phytosterols (total value)	242,0	242,0	2	mg/kg FW	raw	5																					
Red currant, garden c	Johannisbeere rot roh	_Phenolic Acids (total value)	31,4	31,4	6	mg/kg FW	raw	81	90																				
Red currant, garden c	Johannisbeere rot roh	_Polyphenols (total value)	188,3	168,8	104	mg/kg FW	raw	10	11	31	33	36	40	70	90	322													
Red currant, garden c	Johannisbeere rot roh	_Phytosterols (total value)	60,0	60,0	3	mg/kg FW	raw	5																					
Rhubarb	Rhabarber roh	_Polyphenols (total value)	32,8	32,8	3	mg/kg FW	raw	33																					
Rhubarb	Rhabarber gegart	_Polyphenols (total value)	23,5	23,5	3	mg/kg FW	boiled	33																					
Rice	Basmatireis gekocht	_Phytosterols (total value)	211,0	211,0	4	mg/kg FW	boiled	146																					
Rice	Reis parboiled roh	_Phytosterols (total value)	302,5	302,5	6	mg/kg FW	raw	69																					
Rice	Reis parboiled gegart	_Phytosterols (total value)	384,0	384,0	3	mg/kg FW	boiled	146																					
Rice	Reis Mehl	_Phenolic Acids (total value)	78,3	78,3	2	mg/kg FW	raw	244																					
Rice	Reis Mehl	_Phytosterols (total value)	225,0	225,0	3	mg/kg FW	raw	163																					
Rocket, Salad rocket	Rucola roh	_Phenolic Acids (total value)	136,1	136,1	4	mg/kg FW	raw	147																					
Rocket, Salad rocket	Rucola roh	_Polyphenols (total value)	626,6	577,1	6	mg/kg FW	raw	9	147																				
Rocket, Salad rocket	Rucola roh	_Glucosinolates (total value)	1139,0	1139,0	2	mg/kg FW	raw	135																					
Rosemary	Rosmarin frisch	_Phenolic Acids (total value)	9805,8	11315,3	9	mg/kg FW	raw	240	323																				
Rosemary	Rosmarin frisch	_Polyphenols (total value)	402,9	402,9	10	mg/kg FW	raw	114	240	324																			
Rowan	Vogelbeere roh	_Phenolic Acids (total value)	865,2	840,0	9	mg/kg FW	raw	325																					
Rowan	Vogelbeere roh	_Polyphenols (total value)	495,1	474,4	13	mg/kg FW	raw	325																					
Rye	Roggen roh	_Phytosterols (total value)	813,0	760,5	102	mg/kg FW	raw	69	146																				
Rye	Roggen Mehl	_Phytosterols (total value)	801,7	810,5	45	mg/kg FW	raw	69	146	326																			
Sage	Salbei frisch	_Carotenoids (total value)	64,4	64,4	2	mg/kg FW	raw	67																					
Sage	Salbei frisch	_Phenolic Acids (total value)	5798,8	5798,8	5	mg/kg FW	raw	226	240																				
Sage	Salbei frisch	_Polyphenols (total value)	714,2	714,2	4	mg/kg FW	raw	226	240																				
sea buckthorn	Sanddornbeere getrocknet	_Phenolic Acids (total value)	267,0	267,0	3	mg/kg DW	dried	78																					
sea buckthorn	Sanddornbeere getrocknet	_Polyphenols (total value)	716,0	308,4	15	mg/kg DW	dried	78	327																				
sea buckthorn	keine	_Phytosterols (total value)	13057,0	16254,0	8	mg/kg FW	seed oil	328																					
Sesame	Sesam roh	_Phenolic Acids (total value)	68,6	34,0	3	mg/kg FW	raw	329	330																				
Sesame	Sesam roh	_Phytosterols (total value)	3815,0	3815,0	9	mg/kg FW	raw	6	7																				
Sesame	Sesamöl	_Phytosterols (total value)	5823,8	5882,0	25	mg/kg FW	raw	7	189	191																			
Shallot	Schalotte roh	_Polyphenols (total value)	145,2	145,2	4	mg/kg FW	raw	37																					
Sorghum	Hirse roh	_Phenolic Acids (total value)	585,4	555,7	16	mg/kg FW	raw	331																					
Sorghum	Hirse roh	_Polyphenols (total value)	45,4	36,5	8	mg/kg FW	raw	331																					
Soya	Sojabohnen getrocknet	_Phenolic Acids (total value)	654,4	654,4	8	mg/kg DW	dried	332																					
Soya	Sojabohnen getrocknet	_Polyphenols (total value)	11,1	11,1	2	mg/kg DW	dried	37																					
Soya	Sojadrink flüssig	_Phenolic Acids (total value)	53,4	47,8	39	mg/l	liquid	333																					
Soya	Sojaöl	_Phytosterols (total value)	3787,3	3697,6	54	mg/kg FW	raw	7	248	305																			

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 28 (Fortsetzung): Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstabe S bis T

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz		
Spinach	Spinat roh	_Carotenoids (total value)	64,0	59,3	3	mg/kg FW	raw	14	67																		
Spinach	Spinat roh	_Phenolic Acids (total value)	182,5	182,5	10	mg/kg FW	raw	18	71	140	147	152															
Spinach	Spinat roh	_Polyphenols (total value)	166,0	140,6	11	mg/kg FW	raw	35	37	38	39	147															
Spinach	Spinat roh	_Phytosterols (total value)	136,5	136,5	6	mg/kg FW	raw	5	8																		
Squash	Kürbis roh	_Carotenoids (total value)	37,6	18,8	29	mg/kg FW	raw	67	334																		
Squash	Kürbis roh	_Polyphenols (total value)	16,3	16,3	1	mg/kg FW	raw	36	37																		
Squash	Kürbiskern roh	_Phytosterols (total value)	243,0	243,0	5	mg/kg FW	raw	6																			
Squash	Kürbiskernöl	_Phytosterols (total value)	645,1	645,1	6	mg/kg FW	raw	335																			
Strawberry	Fruchtaufstrich Erdbeere	_Polyphenols (total value)	486,5	487,8	21	mg/kg FW	jam	11	82	315	336																
Strawberry	Erdbeere roh	_Phenolic Acids (total value)	503,2	159,4	242	mg/kg FW	raw	27	80	81	90	98	99	100	241	345-355											
Strawberry	Erdbeere roh	_Polyphenols (total value)	3027,4	2789,3	1019	mg/kg FW	raw	4	10-11	31-33	35-40	70	74	76	80	82	88	90	98-100	103-104	107	181	241	306-307	315	338-354	356
Strawberry	Erdbeere roh	_Phytosterols (total value)	85,0	85,0	6	mg/kg FW	raw	5	8																		
Strawberry	Erdbeere Fruchtsaft	_Polyphenols (total value)	474,8	458,3	5	mg/kg FW	juice	307																			
Sunflower	Sonnenblumenkern roh	_Phytosterols (total value)	2367,4	2320,5	30	mg/kg FW	raw	6	7	8	195																
Sunflower	Sonnenblumenöl	_Phytosterols (total value)	5191,4	5175,2	96	mg/kg FW	raw	7	8	189	191	198	247	248	305												
Swede	Rüben roh	_Phenolic Acids (total value)	12,5	12,5	1	mg/kg FW	raw	66																			
Swede	Rüben roh	_Glucosinolates (total value)	5489,1	4621,0	23	mg/kg FW	raw	135	151	357	358	359	360	361													
Swede	Rüben roh	_Phytosterols (total value)	130,0	130,0	2	mg/kg FW	raw	5																			
Swede	Kohlrübe roh	_Phenolic Acids (total value)	12,5	12,5	1	mg/kg FW	raw	66																			
Swede	Kohlrübe roh	_Glucosinolates (total value)	5489,1	4621,0	23	mg/kg FW	raw	135	151	357	358	359	360	361													
Swede	Kohlrübe roh	_Phytosterols (total value)	130,0	130,0	2	mg/kg FW	raw	5																			
Sweet potato	Batate (Süßkartoffel)	_Carotenoids (total value)	0,5	0,5	1	mg/kg FW	raw	156																			
Sweet potato	Batate (Süßkartoffel)	_Phenolic Acids (total value)	80,0	80,0	1	mg/kg FW	raw	18	337																		
Sweet potato	Batate (Süßkartoffel)	_Polyphenols (total value)	189,6	196,8	8	mg/kg FW	raw	37	230																		
Tarragon	Estragon frisch	_Phenolic Acids (total value)	118,3	118,3	2	mg/kg FW	raw	362																			
Tarragon	Estragon frisch	_Polyphenols (total value)	265,0	265,0	5	mg/kg FW	raw	199	362																		
Tea	Tee grün trocken	_Phenolic Acids (total value)	3817,9	3834,0	12	mg/kg DW	dried	193	225	386																	
Tea	Tee grün trocken	_Polyphenols (total value)	131291,6	117504,9	150	mg/kg DW	dried	193	386	387	388	389	390	391	392	393											
Tea	Tee grün (Getränk)	_Phenolic Acids (total value)	6,7	8,4	12	mg/l	brewed	225																			
Tea	Tee grün (Getränk)	_Polyphenols (total value)	362,6	275,7	76	mg/l	brewed	41	394	395	396	397	398														
Tea	Tee schwarz trocken	_Phenolic Acids (total value)	5045,7	5010,0	9	mg/kg DW	dried	193	401																		
Tea	Tee schwarz trocken	_Polyphenols (total value)	41246,2	35363,5	308	mg/kg DW	dried	193	388	390	391	401	402														
Tea	Tee schwarz fermentiert (Getränk)	_Phenolic Acids (total value)	68,6	38,2	18	mg/l	brewed	225	399	400																	
Tea	Tee schwarz fermentiert (Getränk)	_Polyphenols (total value)	364,7	251,5	58	mg/l	brewed	41	394	395	397	398	399	400													
Thyme	Thymian frisch	_Phenolic Acids (total value)	1041,2	1041,2	5	mg/kg FW	raw	240																			
Thyme	Thymian frisch	_Polyphenols (total value)	688,5	688,5	5	mg/kg FW	raw	199	240	362																	
Tomato	Tomaten roh	_Carotenoids (total value)	93,9	95,9	195	mg/kg FW	raw	14	67	156	170	285	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372					
Tomato	Tomaten roh	_Phenolic Acids (total value)	119,9	119,9	4	mg/kg FW	raw	18	282	373																	
Tomato	Tomaten roh	_Polyphenols (total value)	52,1	28,0	60	mg/kg FW	raw	4	9	18	35	37	40	70	107	231											
Tomato	Tomaten roh	_Phytosterols (total value)	58,6	59,7	11	mg/kg FW	raw	5	8	68																	
Tomato	Tomate rot roh	_Carotenoids (total value)	93,9	95,9	195	mg/kg FW	raw	14	67	156	170	285	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372					
Tomato	Tomate rot roh	_Phenolic Acids (total value)	119,9	119,9	4	mg/kg FW	raw	18	282	373																	
Tomato	Tomate rot roh	_Polyphenols (total value)	52,1	28,0	60	mg/kg FW	raw	4	9	18	35	37	40	70	107	231											
Tomato	Tomate rot roh	_Phytosterols (total value)	58,6	59,7	11	mg/kg FW	raw	5	8	68																	

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 28 (Fortsetzung): Liste aller Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank – Buchstabe T bis W

Nutzpflanze	Lebensmittel	bioaktive Pflanzenstoffklasse	Mittelwert	Median	Werte	Einheit	Zustand	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere	Refere
Turnip	Weißer Rübchen roh	_Phenolic Acids (total value)	12,0	12,0	1	mg/kg FW	raw	18																	
Turnip	Weißer Rübchen roh	_Polyphenols (total value)	48,6	48,6	2	mg/kg FW	raw	18	38																
Turnip	Weißer Rübchen roh	_Glucosinolates (total value)	1040,6	979,1	81	mg/kg FW	raw	151	358	374	375	376	377												
Turnip	Weißer Rübchen roh	_Phytosterols (total value)	175,6	175,6	3	mg/kg FW	raw	68																	
Walnut	Walnuss roh	_Phenolic Acids (total value)	420,7	138,5	36	mg/kg FW	raw	378	379																
Walnut	Walnuss roh	_Polyphenols (total value)	1861,0	964,9	53	mg/kg FW	raw	36	378	379															
Walnut	Walnuss roh	_Phytosterols (total value)	1163,7	1131,0	11	mg/kg FW	raw	6	7	8															
Walnut	Walnussöl	_Phytosterols (total value)	2179,6	2159,5	41	mg/kg FW	raw	7	191	380															
Watercress	Brunnenkresse frisch	_Carotenoids (total value)	107,1	107,1	1	mg/kg FW	raw	14	381																
Watercress	Brunnenkresse frisch	_Phenolic Acids (total value)	7,3	7,3	4	mg/kg FW	raw	382																	
Watercress	Brunnenkresse frisch	_Polyphenols (total value)	56,8	56,8	3	mg/kg FW	raw	199	382																
Watercress	Brunnenkresse frisch	_Glucosinolates (total value)	585,9	648,2	48	mg/kg FW	raw	384																	
Wassermelone	Wassermelone roh	_Carotenoids (total value)	69,0	69,0	2	mg/kg FW	raw	285																	
Wassermelone	Wassermelone roh	_Polyphenols (total value)	45,7	34,4	5	mg/kg FW	raw	35	37																
Wassermelone	Wassermelone roh	_Phytosterols (total value)	25,8	25,8	7	mg/kg FW	raw	8	68																
Weizen	Weizen roh	_Phenolic Acids (total value)	43,8	43,8	2	mg/kg FW	raw	244																	
Weizen	Weizen roh	_Phytosterols (total value)	753,3	729,0	26	mg/kg FW	raw	69	326																
Weizen	Weizen Mehl	_Phenolic Acids (total value)	43,8	43,8	2	mg/kg FW	raw	244																	
Weizen	Weizen Mehl	_Phytosterols (total value)	541,6	563,8	109	mg/kg FW	raw	69	146	195	385														
Weizen	Weizenkeimöl	_Phytosterols (total value)	27457,0	27457,0	19	mg/kg FW	raw	7	191																

* Mit Hilfe des Zahlencodes in den Spalten rechts neben den Werten, können im zweiten Teil des Anhang B in Tabelle 29 die entsprechenden Referenzen zugeordnet werden.

Tab. 29: zugeordnete Referenzen der Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank in Tabelle 28

Nr.	Autor	Titel	Journal	Vol.	Jahr	Seiten	Herausgeber
1	Bataglion, G.A., da Silva, F.M.A., Eberlin, M.N. and Koolen, H.F.	Determination of the phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLCMS/MS	Food chemistry	180	2015	280-287	
2	Porcu, O.M. and Rodriguez-Amaya, D.B.	Variation in the carotenoid composition of acerola and its processed products	Journal of the Science of Food and Agriculture	86 (12)	2006	1916-1920	
3	De Rosso, V.V. and Mercadante, A.Z.	Carotenoid composition of two Brazilian genotypes of acerola (Malpighia punicifolia L.) from two harvests	Food Research International	38	2005	1073-1077	Elsevier
4	Harnly, J.M., Doherty, R.F., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, P.T., Phipps, R.H., and Blumberg, P.M.	Flavonoid Content of U.S. Fruits, Vegetables, and Nuts	Journal of Agricultural and Food Chemistry	54(26)	2006	9966-9977	Published 2006 American Chemical Society
5	Piironen, V., Toivo, J., Puupponen-Pimia, R. and Lampi, A.-L.	Plant sterols in vegetables, fruits and berries	Journal of the Science of Food and Agriculture	83	2003	330-337	Society of Chemical Industry
6	Phillips, K.M., Ruggio, D.M. and Ashraf-Khorassani, M.	Phytosterol composition of nuts and seeds commonly consumed in the United States	Journal of Agricultural and Food Chemistry	53	2005	9436-9445	ACS
7	Normen, L., Ellegard, L., Brants, H., Dutta, P. and Anderson, H.	A phytosterol database: Fatty foods consumed in Sweden and the Netherlands	Journal of Food Composition and Analysis	20 (3-4)	2007	193-201	
8	Jiménez-Escrig, A., Santos-Hidalgo, A. and Saura-Calixto, F.	Common Sources and Estimated Intake of Plant Sterols in the Spanish Diet	Journal of Agricultural and Food Chemistry	54	2006	3462-3471	ACS
9	Arabbi, P.R., Genovese, M.L., Lajolo, F.M.	Flavonoids in vegetable foods commonly consumed in Brazil and estimated ingestion by the Brazilian population	Journal of Agricultural and Food Chemistry	52	2004	1124-1131	American Chemical Society
10	Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. S., and Blumberg, P. M.	Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	54	2006	4069-4075	
11	Koponen J.M., Happonen A.M., Mattila P.H., Torronen A.R.	Contents of anthocyanins and ellagitannins in selected foods consumed in Finland.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	55	2007	1612,9	
12	Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Saura-Calixto, F.	Proanthocyanidin content in foods is largely underestimated in the literature data: An approach to quantification of	Food Research International	42	2009	1381-1388	
13	Alonso-Salces, R.M., Herrero, C., Barroanco, A., Berrueta, L.A.,	Classification of apple fruits according to their maturity state by the pattern recognition analysis of their polyphenol	Food Chemistry	93 (1)	2005	113-123	Elsevier
14	Hart, D.J. and Scott, D.J.	Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of t	Food Chemistry	54	1995	101-111	Elsevier
15	Heinonen M.I., Ollilainen V., Linkola E.K., Varo P.T., Koivisto	CAROTENOIDS IN FINNISH FOODS - VEGETABLES, FRUITS, AND BERRIES.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	37	1989	655,9	
16	Amiot, M.J., Tacchini, M., Aubert, S. and Nicolas, J.	Phenolic Composition and Browning Susceptibility of Various Apple Cultivars at Maturity	Journal of Food Science	57	1992	958-962	
17	Fernández De Simón, B., Pérez-Izarbe, J., Hernández, T., Górriz, J.M.	Importance of Phenolic Compounds for the Characterisation of Fruit Juices	Journal of Agricultural and Food Chemistry	40	1992	1531-1535	
18	Sakakibara, H., Honda, Y., Ashida, H. and Kanazawa, K.	Simultaneous determination of all polyphenols in vegetables, fruits and teas	Journal of Agricultural and Food Chemistry	51 (3)	2003	571-581	ACS
19	Podsedek, A., Wilska-Jeszka, J., Anders, B. and Markowski, J.	Compositional characterisation of some apple varieties	European Food Research and Technology	210 (4)	2000	268-272	Springer-Verlag
20	Guyot S., Le Bourvellec C., Marnet N., Drilleau J.F.	Procyanidins are the most abundant Polyphenols in Dessert Apples at Maturity.	Journal of Food Science and Technology	35	2002	289-291	

Tab. 29 (Fortsetzung): zugeordnete Referenzen der Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank in Tabelle 28

Nr.	Autor	Titel	Journal	Vol.	Jahr	Seiten	Herausgeber
21	Lee,K.W.,Kim,Y.J., Kim,D.-O., Lee,H.J. and Lee,C.Y.	Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity	Journal of Agricultural and Food Chemistry	51 (22)	2003	6516-6520	
22	Arranz,S., Saura-Calixto,F., Shaha,S., Kroon,P.A.	High Contents of Nonextractable Polyphenols in Fruits Suggest That Polyphenol Contents of Plant Foods Have Been Underestimated	Journal of Agricultural and Food Chemistry	57	2009	7298-7303	American Chemical Society
23	Kondo S., Tsuda K., Muto N., Ueda J	Antioxidative activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars.	Scientia Horticulturae	96	2002	177-185	Elsevier
24	Sluis A.A.v.-d., Dekker M., Skrede G., Jongen W.M.F.	Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple juice. 1. Effect of existing production methods.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	50	2002	7211-7219	
25	Tarko, T.,Duda-Chodak, A., Sroka,P., Satora, P., Michalik, J.	Transformations of Phenolic Compounds in an in vitro Model Simulating the Human Alimentary Tract	Food Technology and Biotechnology	47 (4)	2009	456-463	
26	Sanoner P., Guyot S., Marnet N., Molle D., Drilleau J.P.	Polyphenol profiles of French cider apple varieties (Malus domestica sp.).	Journal of Agricultural and Food Chemistry	47	1999	4879-4883	ACS
27	Mattila, P., Hellstrom, J., Torronen, R.	Phenolic acids in berries, fruits, and beverages	Journal of Agricultural and Food Chemistry	54 (19)	2006	7193-7199	ACS
28	Lu, Y. and Foo, L.Y.	Identification and Quantification of Major Polyphenols in Apple Pomace	Food Chemistry	59	1997	187-194	
29	Vrhovsek,U., Rigo,A., Tonon,D. and Mattivi,F.	Quantitation of polyphenols in different apple varieties	Journal of Agricultural and Food Chemistry	52 (21)	2004	6532-6538	ACS
30	Fuleki,T., Pelayo,E. and Palabay,R.B.	Carboxylic Acid Composition of Varietal Juices Produced from Fresh and Stored Apples	Journal of Agricultural and Food Chemistry	43	1995	598-607	
31	Pascual-Teresa,S.de., Santos-Buelga,C. and Rivas-gonzalo,	Quantitative analysis of flavan-3-ols in spanish foodstuffs and beverages.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	48	2000	5331-5337	ACS
32	Tsanova-Savova,S., Ribarova,F. and Gerova,M.	(+)-Catechin and (-)-epicatechin in Bulgarian Fruits	Journal of Food Composition and Analysis	18	2005	691-698	
33	Arts,I.C.W., van de Putte,B. and Hollman,P.C.H	Catechin contents of foods commonly consumed in the Netherlands. 1.Fruits, vegetables, staple foods and processed	Journal of Agricultural and Food Chemistry	48	2000	1746-1751	ACS
34	Valles,B.S., Victorero,J.S., Alonso,J.J.M. and Gomis,D.B.	High-Performance Liquid Chromatography of the Neutral Phenolic Compounds of Low Molecular Weight in Apple Juice	Journal of Agricultural and Food Chemistry	42	1994	2732-2736	
35	Arai, Y., Watanabe, S., Kimira, M., Shimoi, K., Mochizuki, R.,	Dietary intakes of flavonols, flavones and isoflavones by Japanese women and the inverse correlation between quer	Journal of Nutrition	130(9)	2000	2243-50	American Society for Nutritional
36	Lugasi, A. and Hovari, J.	Flavonoid aglycons in foods of plant origin II. Fresh and dried fruits.	Acta Alimentaria	31	2002	63-71	
37	Cao, J., Chen, W., Zhang, Y., Zhang, Y. Q., Zhao, X. J.	Content of Selected Flavonoids in 100 Edible Vegetables and Fruits	Food Science and Technology Research	16 (5)	2010	395-402	
38	Sultana,B., Anwar,F.	Flavonols (kaempferol, quercetin, myricetin) contents of selected fruits, vegetables and medicinal plants	Food Chemistry	108	2008	879-884	Elsevier Ltd.
39	Kevers,C., Falkowski,M., Tabart,J., Defraigne,J.-O., Dommès,J	Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables	Journal Agricultural and Food Chemistry	55	2007	8596-8603	American Chemical Society
40	Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H., and Katan, M. B.	Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and fruits commonly consumed in The Netherlands	Journal Agricultural and Food Chemistry	40	1992	2379-2383	American Chemical Society
41	Sampson,L., Rimm,E., Hollman,P.C.H., de Vries,J.H.M., and K	Flavonol and flavone intakes in US health professionals.	Journal of the American dietetic association	102	2002	1414-1420	American Dietetic Association
42	He,Z-H., Qiao,C-F., Han,Q-B., Cheng,C-L., Xu,H-X., Jiang, R-W.,	Authentication and Quantitative Analysis on the Chemical Profile of Cassia Bark (Cortex Cinnamomi) by High-Pressure	Journal of Agricultural and Food Chemistry	53	2005	#####	ACS
43	Kahle K., Kraus M., Richling E.	Polyphenol profiles of apple juices.	Molecular Nutrition and Food Research	49	2005	797 - 806	
44	Spanos, G. A. Wroldstad, R. E. and Heatherbell, D.A.	Influence of processing and storage on the phenolic composition of apple juice.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	38	1990	1572-1579	ACS
45	Schieber, A., Keller, P., Carle, R.	Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by high-performance liquid chromatography.	Journal of Chromatography A	910	2001	265-273	
46	Głiszczynska-Swigło A., Tyrakowska B.	Quality of commercial apple juices evaluated on the basis of the polyphenol content and the TEAC antioxidant activit	Journal of Food science	68	2003	1844-1849	
47	Kermasha, S., Goetghebeur, M., Dumont, J. Couture, R.	Analyses of phenolic and furfural compounds in concentrated and non-concentrated apple juices.	Food Research International	28 (3)	1995	245-252	Elsevier
48	Mullen,W., Marks,S.C. and Crozier, A.	Evaluation of phenolic compounds in commercial fruit juices and fruit drinks.	Journal of agricultural and food chemistry	55	2007	3148-3157	American Chemistry Society
49	Bremner, P. D., Blacklock, C. J., Paganga, G., Mullen, W.,	Rice Comparison of the phenolic composition of fruit juices by single step gradient HPLC analysis of multiple components	Free Radical Research	32 (6)	2000	549-559	
50	Mangas J.J., Rodriguez R., Suarez B., Picinelli A., Dapena E.	Study of the phenolic profile of cider apple cultivars at maturity by multivariate techniques	Journal of Agricultural and Food Chemistry	47	1999	4046-4052	ACS
51	Gokmen V., Acar J., Kahraman N.	Influence of conventional clarification and ultrafiltration on the phenolic composition of Golden Delicious apple juic	Journal of Food Quality	26	2003	257-266	Food and Nutrition Press
52	Gokmen V., Artik N., Acar J., Kahraman N., Poyrazoglu Z.	Effects of various clarification treatments on patulin, phenolic compound and organic acid compositions of apple juic	European Food Research and Technology	213	2001	194-199	
53	Suarez-Valles B., Santamaria-Victorero J., Mangas-Alonso J	High performance liquid chromatography of the neutral phenolic compounds of low molecular weight in apple juice.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	42	1994	2732-2736	ACS
54	Tomás-Lorente, F., García-Viguera, C., Ferreres, F., and Tom	Phenolic compounds analysis in the determination of fruit jam genuineness.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	40	1992	1800-1804	
55	Campbell, O. E and Padilla-Zakour, O. I.	Phenolic and carotenoid composition of canned peaches (Prunus persica) and apricots (Prunus armeniaca) as affecte	Food Research International	54	2013	448,455	
56	Schmitzer,V., Slatnar,A., Mikulic-Petkovsek,M., Veberic,R., Ki	Comparative study of primary and secondary metabolites in apricot (Prunus armeniaca L) cultivars	Journal of science of food and agriculture	91	2011	860-866	Society of Chemical Industry
57	Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V. Bursac, D., Boras, M.	The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographic	Food Chemistry	102 (3)	2007	966,975	
58	Garcia-Viguera,C., Bridle,P., Ferreres,F. and Tomas- Barberá	Influence of Variety, Maturity and Processing on Phenolic Compounds of Apricot Juices and Jams	Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung u	199 (6)	1994	433,436	
59	F. Granado, B. Olmedilla, I. Blanco, and E. Rojas-Hidalgo	Carotenoid Composition in Raw and Cooked Spanish Vegetables	J. Agri. Food Chem	40	1992	2135,2140	
60	Lombardo,S., Pandino,G., Mauromicale,G., Knodler,M., Carl	Influence of genotype, harvest time and plant part on polyphenolic composition of globe artichoke Cynara carduncul	Food Chemistry	119	2010	1175,1181	Elsevier Ltd.
61	Schutz,K., Kammerer,D., Carle,R. and Schieber,A.	Identification and quantification of caffeoylquinic acids and flavonoids from artichoke (Cynara scolymus L.) heads, ju	Journal of Agricultural and Food Chemistry	52	2004	4090,4096	ACS
62	Wang,M.F., Simon,J.E., Aviles,I.F., He,K., Zheng,Q.Y. and Tadi	Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke (Cynara scolymus L.)	Journal of Agricultural and Food Chemistry	51	2003	601,608	
63	Curadi, M., Ceccarelli, N., Picciarelli, P. and Graifenberg,A.	Quali-quantitative determination of chlorogenic acid in artichoke heads by means of RP-HPLC and GC/MS.	Proceedings of the Fourth International Con V. Bi	2005	511,515		
64	Lutz,M., Henriquez,C. and Escobar,M.	Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (Cynara scolymus L.), raw and cooke	Journal of Food Composition and Analysis	24	2011	49,54	Elsevier Inc.
65	Guida,V., Ferrari,G., Pataro,G., Chambery,A., Di Maro,A. and	The effects of ohmic and conventional blanching on the nutritional, bioactive compounds and quality parameters of :	Lwt-Food Science and Technology	53	2013	569,579	Elsevier Ltd.
66	Tarrach,F. and Herrmann,K.	Organic Acids of Vegetables. II.	Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung u	181	1985	313,315	
67	Murkovic,M. Gams, K. Draxl, S. and Pfannhauser,W.	Development of an Austrian Carotenoid Database.	Journal of Food Composition and Analysis	13 (4)	2000	435,440	Academic Press
68	Normen,L., Johnsson,M., Andersson,H., van Gameren,Y. and	Plant sterols in vegetables and fruits commonly consumed in Sweden	European Journal of Nutrition	33	1999	84,89	Steinkopff Verlag
69	Piironen,V., Toivo,J. and Lampi,A-M.	Plant Sterols in cereals and cereal products	Cereal Chemistry	79 (1)	2001	148-154	American association of cereal
70	Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H. and Katan, M.B.	Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of 28 Vegetables and 9 Fruits Commonly Consumed in the Netherl	Journal of Agricultural and Food Chemistry	40	1992	2379-2382	
71	Schäfers, F.I. and Herrmann, K.	Occurrence of Methyl- and Ethylesters of Hydroxycinnamic and Hydroxybenzoic Acids in Vegetables. 2. Phenolic Acid C	Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung u	175	1982	117-121	

Tab. 29 (Fortsetzung): zugeordnete Referenzen der Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank in Tabelle 28

Nr.	Autor	Titel	Journal	Vol.	Jahr	Seiten	Herausgeber
72	Srisuma,N., Hammerschmidt,R., Uebersax,M.A., Ruengsakul	Storage Induced Changes of Phenolic Acids and the Development of Hard-to-cook in Dry Beans (Phaseolus vulgaris, ve	Journal of Food Science	54	1989	311-314	
73	Tarrach,F. and Herrmann,K.	Organic Acids of Vegetables. III. Changes in Acids and Sugars During Development and Ripening of Beans, Peas and E	Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung u	183	1986	352-356	
74	Nyman,N.A. and Kumpulainen,J.T.	Determination of anthocyanidins in berries and red wine by high-performance liquid chromatography.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	49	2001	4183-4187	
75	Burdulis, D., Sarkinai, A., Jasutiene, I., Stacekviene, E., Ni	COMPARATIVE STUDY OF ANTHOCYANIN COMPOSITION, ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN BILBERRY (VACCINI	Acta Poloniae Pharmaceutica	66	2009	399-408	
76	Veberic, R., Slatnar, A., Bizjak, J., Stampar, F. and Mikulic-Pe	Anthocyanin composition of different wild and cultivated berry species	LWT - Food Science and Technology	60	2015	509-517	Elsevier
77	Buchert,J., Koponen,J.M., Suutarinen,M., Mustranta,A., Lille	Effect of enzyme-aided pressing on anthocyanin yield and profiles in bilberry and blackcurrant juices.	Journal of the Science of Food and Agricultu	85	2005	2548-2556	
78	Hajazimi,E., Landberg,R. and Zamaratskaia,G.	Simultaneous determination of flavonols and phenolic acids by HPLC-CouArray in berries common in the Nordic diet	LWT	74	2016	128-134	
79	Jakobek, L., et al.	Antioxidant Activity of Berries, Content of some Polyphenols and their Antioxidant Activity. Proceedings of the 2008 Joi	Departement of Applied Chemistry and Ecol	1	2008	359-366	http://bib.irb.hr/prikazi-rad?rad
80	Hakkinen,S.H. and Torronen,A.R.	Content of Flavonols and se-lected phenolic acids in strawberries and Vaccinium species: influence of cultivar, cultiv	Food Research International	33	2000	517-524	Elsevier
81	Ehala,S., Vaher,M. and Kaljurand,M.	Characterization of phenolic profiles of Northern European berries by capillary electrophoresis and determination of	Journal of Agricultural and Food Chemistry	53	2005	6484-6490	American Chemical Society
82	Hakkinen, S.H., Karenlampi, S.O., Mykkanen, H.M. and Torri	Influence of domestic processing and storage on flavonol contents in berries	J. Agric. Food Chem., 2000, 48(7), pp 2960-2965	48	2000	2960-2965	American Chemical Society
83	Tulio Jr.,A., Chang,C., Edirisinghe,I., White,K., Jablonski,J. Ka	Berry Fruits Modulated Endothelial Cell Migration and Angiogenesis via Phosphoinositide-3 Kinase/Protein Kinase B	Journal of Agricultural and Food Chemistry	60	2012	5803-5812	American Chemical Society
84	Cho, M.J., Howard L.R., Prior R.L., Clark J.R.	Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined k	Journal of the Science of Food and Agricultu	84	2004	1771-1782	
85	BORGES,G., DEGENEVE,A., MULLEN,W., CROZIER,A.	Identification of Flavonoid and Phenolic Antioxidants in Black Currants, Blueberries, Raspberries, Red Currants, and C	Journal of Agricultural and Food Chemistry	58	2010	3901-3909	American Chemical Society
86	Brito, A., Areche, C., Sepulveda, B., Kennelly, E. J. and Simirg	Anthocyanin Characterization, Total Phenolic Quantification and Antioxidant Features of Some Chilean Edible Berry El	Molecules	19	2014	10936, 10955	
87	Wang,C., Chen,C., Wang,S.	Changes of flavonoid content and antioxidant capacity in blueberries after illumination with UV-C	Food Chemistry	117	2009	426-431	Elsevier Ltd.
88	Hosseinian, F. S. and Beta, T.	Saskatoon and wild blueberries have higher anthocyanin contents than other Manitoba berries.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	55	2007	10832-10838	
89	Sellappan, S., Akoh, C.C., and Krewer, G.	Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	50	2002	2432-2438	
90	Jakobek L., eruga, M., Novak, I., and Medvidović-Kosanić,	Flavonols, phenolic acids and antioxidant activity of some red fruits.	Deutsche Lebensmittel-Rundschau	103	2007	369-378	
91	Lashmanova K.A., Kuzivanova O.A., Dymova O.V.	Northern berries as a source of carotenoids.	Acta Biochimica Polonica	59	2012	133, 4	
92	Sablani,S., Andrews,P., Davies,N., Walters,T., Saez,H., Syam	Effect of thermal treatments on phytochemicals in conventionally and organically grown berries	Journal of science of food and agriculture	90	2010	769-778	Society of Chemical Industry
93	Jordheim, M. K.H Enerstedt, O.M Andersen.	Identification of Cyanidin 3-O-β-(6"-[3-Hydroxy-3-methylglutaryl)glucoside) and Other Anthocyanins from Wild and Cu	Journal of Agricultural and Food Chemistry	53	2011	7436-7440	
94	Wang,S., Bowman,L., Ding,M.	Methyl jasmonate enhances antioxidant activity and flavonoid content in blackberries (Rubus sp.) and promotes anti	Food Chemistry	107	2008	1261-1269	Elsevier Ltd.
95	Jakobek,L., Seruga,M., Seruga,B., Novak,I., Medvidovic-Kosa	Phenolic compound composition and antioxidant activity of fruits of Rubus and Prunus species from Croatia	International Journal of Food science and T	44	2009	860-868	The authors
96	Kim, M. J., Perkins-Veazie, P., Ma, G. Y. and Fernandez, G.	Shelf life and changes in phenolic compounds of organically grown blackberries during refrigerated storage	Postharvest Biology and Technology	110	2015	257-263	
97	Ochmian, I., Osmianski, J., Skupien, K.	Chemical composition, phenolics, and firmness of small black fruits	Journal of Applied Botany and Food Quality	83	2009	64, 69	
98	Jakobek, L. and Serunga, M.	Influence of anthocyanins, flavonols and phenolic acids on the antiradical activity of berries and small fruits.	International Journal of Food Properties	15	2012	122, 133	
99	Pavlović,A., Dabić,D., Momirović,N., Dojčinović,B., Milojković	Chemical Composition of Two Different Extracts of Berries Harvested in Serbia	Journal of Agricultural and Food Chemistry	61	2013	4188-4194	American Chemical Society
100	VASCO,C., RIHINEN,K., RUALES,J., KAMAL-ELDIN,A.	Phenolic Compounds in Rosaceae Fruits from Ecuador	Journal of Agricultural and Food Chemistry	57	2009	1204-1212	American Chemical Society
101	Vrhovsek, U., Giongo,L., Mattivi, F. and Viola, R	A survey of ellagitannin content in raspberry and blackberry cultivars grown in Trentino (Italy)	European Food Research and Technology	226	2008	817-824	Springer
102	Hager, T. J., L.R. Howard, R.L.Prior	Processing and Storage Effects on the Ellagitannin Composition of Processed Blackberry Products	Journal of Agricultural and Food Chemistry	58	2010	11749-11754	
103	MILIVOJEVIC,J., MAKSIMOVIC,V., NIKOLIC,M., BOGDANOVIĆ,J.	CHEMICAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF CULTIVATED AND WILD FRAGARIA AND RUBUS BERRIES	Journal of Food Quality	34	2010	44440	Wiley Periodicals Inc.
104	Abe,L., Lajolo,F.M., Genovese,M.I.	Potential dietary sources of ellagic acid and other antioxidants among fruits consumed in Brazil: Jabuticaba (Myrciari	Journal of science of food and agriculture	92	2011	1679-1687	Society of Chemical Industry
105	Mikulic-Petkovsek, M., Slatnar,A., Stampar, F., Veberic, R.	HPLC-MSn identification and quantification of flavonol glycosides in 28 wild and cultivated berry species	Food Chemistry	135	2012	2138-2146	Elsevier
106	BORDONABA,J., TERRY,L.	Biochemical Profiling and Chemometric Analysis of Seventeen UK-Grown Black Currant Cultivars	Journal of Agricultural and Food Chemistry	56	2008	7422-7430	American Chemical Society
107	Iustesen,J., Knuthsen,P. and Leth,T.	Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavanones in fruits, vegetables and beverages by high-performance	Journal of Chromatography A	799	1998	101-110	Elsevier Science
108	Diétrich,H., Rechner,A., Patz,C.D., Bitsch,R., Boehm,V. and Ni	Polyphenols and antioxidant capacity of blackcurrant juice during processing.	Obst-, Gemuese- und Kartoffelverarbeitung	87	2002	16, 23	
109	Bermudez-Soto, M. J. and Tomas-Barberan, F. A.	Evaluation of commercial red fruit juice concentrates as ingredients for antioxidant functional juices	European Food Research and Technology	219	2004	133-141	
110	Ćirić,A., Jelčić-Stankov,M., Cvijović,M. and Djurdjević,P.	Statistical optimization of an RP-HPLC method for the determination of selected flavonoids in berry juices and evalua	Biomed Chromatography	32	2018		
111	dos Reis, L. C. R., de Oliveira, V. R., Hagen, M. E. K., Jablonsk	Effect of cooking on the concentration of bioactive compounds in broccoli (Brassica oleracea var. Avenger) and caulifi	Food Chemistry	172	2015	770-777	
112	Fernández-León,M. F. Fernández-León, A. M. Lozano, M. Ayu	Identification, quantification and comparison of the principal bioactive compounds and external quality parameters	Journal of Functional Foods	4	2012	465-473	Elsevier
113	de Sa, M.C. and Rodriguez-Amaya,D.B.	Carotenoid composition of cooked green vegetables from restaurants	Food Chemistry	83	2003	595-600	Elsvier
114	Bajkacz, S. & Adamek, J.	Development of a Method Based on Natural Deep Eutectic Solvents for Extraction of Flavonoids from Food Samples	Food Analytical Methods	11	2017	1330-1344	
115	Schönhof,I., Krumbein,A. and Bruckner,B.	Genotypic effects on glucosinolates and sensory properties of broccoli and cauliflower	Nahrung/Food	48	2004	25, 33	Wiley VCH
116	Charron,C.S., Sams,C.E. and Canaday,C.H.	Impact of glucosinolate content in Broccoli (Brassica oleracea (Italica Group)) on growth of pseudomonas marginis,	Plant Disease	86	2002	629-632	
117	Schönhof,I., Klaring,H.-P., Krumbein,A., Claussen,W. and Sch	Effect of temperature increase under low radiation conditions on phytochemicals and ascorbic acid in greenhouse gr	Agriculture, Ecosystems and Environment	119	2007	103-111	
118	Goodrich,R.M., Perker,R.S., Lisk,D.J. and Stoewsand,G.S.	Glucosinolate, Carotene and Cadmium Content of Brassica oleracea Grown on Municipal Sludge	Food Chemistry	27	1988	141-150	
119	Kushad,M.M., Brown,A.F., Juvik,J.A., Klein,B.P., Wallig,M.A. a	Variation of glucosinolates in vegetable crops of Brassica oleracea	Journal of Agricultural and Food Chemistry	47	1999	1541-1548	
120	Lewis, J. A. and Fenwick, G. R.	Glucosinolate Content of Brassica Vegetables: Analysis of 24 Cultivars of Calabrese	Food Chemistry	25	1987	259-268	
121	Schönhof,I., Kläring,H.-P., Krumbein, A. and Schreiner,M.	Interaction Between Atmospheric CO2 and Glucosinolates in Broccoli	Journal Chemical Ecology	33	2017	105-114	Springer
122	Radoević, K., Srček, V.G., Bubalo, M.C., Brnčić, S.R., Redovnik	Assessment of glucosinolates, antioxidative and antiproliferative activity of broccoli and collard extracts	Journal of Food Composition and Analysis	61	2017	59, 66	Elsevier
123	Verkerk, R., Dekker.M. and Jongen, W.M.F.	Post-harvest increase of indolyl glucosinolates in respsne to chopping and storage of Brassica vegetables	Journal of the Science of Food and Agricultu	81	2001	953-958	Wiley

Tab. 29 (Fortsetzung): zugeordnete Referenzen der Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank in Tabelle 28

Nr.	Autor	Titel	Journal	Vol.	Jahr	Seiten	Herausgeber
124	Valverde, J., Reilly, K., Villacreses, S., Gaffney, M., Grant, J.,	Variation in bioactive content in broccoli (Brassica oleracea var. italica) grown under conventional and organic produ	Journal of the Science of Food and Agriculture	95 (6)	2015	1163-1171	
125	Gliszczynska-Swigo, A., Ciska, E., Pawlak-Lemanska, K., Chmi	Changes in the content of health-promoting compounds and antioxidant activity of broccoli after domestic processing	Food Additives and Contaminants	23 (11)	2006	1088-1098	
126	Vallejo, F., Garcia-Viguere, C. and Tomas-Barberan, F.A	Changes in Broccoli (Brassica oleracea L. Var. italica) health promoting compounds with inflorescence development	Journal of Agricultural and Food Chemistry	51	2003	3776-3782	American Chemical Society
127	Miglio C, Chiavaro E, Visconti A, Fogliano V, Pellegrini N.	Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	56(1)	2008	139,47	ACS
128	Barbieri, G., Pernice, R., Maggio, A., De Pascale, S., and Fogl	Glucosinolates profile of Brassica rapa L. subsp. Sylvestris L. Janch. var. esculenta Hort.	Food Chemistry	107	2008	1687-1691	Elsevier
129	Betz, J.M. and Fox, W.D.	High-Performance Liquid Chromatographic Determination of Glucosinolates in Brassica Vegetables	ACS Symposium Series. Food Phytochemicals	546	1994	181-196	
130	Carlson, D.G., Daxenbichler, M.E., Vanetten, C.H., Kwolek, W.F	Glucosinolates in Brassica Vegetables: Broccoli etc.	Journal of the American Society of Horticultu	112	1987	173-178	
131	Song, L. and Thornalley, P.J.	Effect of storage, processing and cooking on glucosinolate content of Brassica vegetables.	Food and Chemical Toxicology	45	2007	216-224	
132	Song, L., Morrison, J.J., Botting, N.P. and Thornalley, P.J.	Analysis of glucosinolates, isothiocyanates, and amine degradation products in vegetable extracts and blood plasma	Analytical Biochemistry	347	2005	234-243	elsevier
133	Slominski B.A. and Campbell L.D.	Formation of Indole Glucosinolate Breakdown Products in Autolysed, Steamed and Cooked Brassica Vegetables	Journal of Agricultural and Food Chemistry	37	1989	1297-1302	
134	Cai, Z., Cheung, C.Y., Ma, W.-T., Zhang, X.Y. and Lee, A.	Determination of two intact glucosinolates in vegetables and Chinese herbs	Analytical Bioanalytical Chemistry	378	2004	827-833	
135	Vermeulen, M., Van den Berg, R., Freidig, A.P. Van Bladeren, F	Association between consumption of cruciferous vegetables and condiments and excretion in urine of isothiocyanat	Journal of Agricultural and Food Chemistry	54	2006	5350-5358	American Chemical Society
136	Shelp, B.J., Liu, L. and McLellan, D.	Glucosinolate Composition of Broccoli (Brassica oleracea var. italica) Grown under Various Boron Treatments at Three	Canadian Journal of Plant Science	73	1993	885-888	
137	Velasco, P., Carrea, M.E., Gonzaa Lez, C., Vilar, M. and Ordaa, S	Factors affecting the glucosinolate content of Kale (Brassica oleracea acephala Group).	Journal of Agricultural and Food Chemistry	55	2007	955962	ACS
138	Hansen, M. Laustsne, A.M., Olsen, C.E., Poll, L. and Sorensen I	Chemical and sensory quality of broccoli (Brassica Oleracea L. Var italica)	Journal Food Quality	20	1997	441-459	Blackwell synergy
139	Brandl, W. and Herrmann, K.	Hydroxizimtsäureester der Kohlranten und der Gartenkresse	Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung u	176	1983	444-447	
140	Ruhl, J. and Herrmann, K.	Organic Acids of Vegetables. I. Brassica Species, Leaf and Bulbous Vegetables, Carrots, Celery	Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung u	180	1985	215-220	
141	Sones, K., Heaney, R.K. and Fenwick, G. R.	An Estimate of the Mean Daily Intake of Glucosinolates from Brassica Vegetables in the UK	Journal of the Science of Food and Agricultu	35	1984	712-720	
142	Ciska, E., Martyniak-Przybyszewska, B. and Kosłowska, H.	Content of glucosinolates in Cruciferous vegetables grown at the same site for two years under different climatic con	Journal of Agricultural and Food Chemistry	48	2000	2862-2867	American Chemical Society
143	Heaney R.K and Fenwick, G. R.	Glucosinolates in Brassica Vegetables. Analysis of 22 Varieties of Brussels Sprouts	Journal of the Science of Food and Agricultu	31	1980	785-793	
144	Goodrich R.M., Anderson J.L. and Stoewsand G.S.	Glucosinolate Changes in Blanched Broccoli and Brussels Sprouts	Journal of Food Processing and Preservation	13	1989	275-280	
145	Tanaka, T., Hayahi, Y. and Takatsuto, S.	Sterol content determination in buckwheat	Journal of Oleo Science	50 (3)	2001	185-190	
146	Normen, L., Bryngelsson, S., Johnsson, M., Evheden, P., Ellegai	The phytosterol content of some cereal foods commonly consumed in Sweden and in the Netherlands	Journal of Food Composition and Analysis	15	2002	693-704	Elsevier Science
147	Mazzucotelli, C.A., Gonzalez-Aguilar, G.A., Villegas-Ochoa, M	Chemical characterization and functional properties of selected leafy vegetables for innovative mixed salads	Journal of Food Biochemistry	42	2018		
148	Oerlemans, K., Barrett, D.M. Suarda, C.B., Verkerk, R. and Dekk	Thermal degradation of glucosinolates in red cabbage	Food Chemistry	95	2006	19,29	
149	Volden, J., Borge, , Bengtsson, G., Hansen, M., Thygesen, J.	Effect of thermal treatment on glucosinolates and antioxidant-related parameters in red cabbage (Brassica oleracea	Food Chemistry	109 (3)	2008	595-605	Elsevier
150	Verkerk, R. and Dekker, M.	Glucosinolates and myrosinase activity in red cabbage (Brassica oleracea L. var Capitata f. rubra DC.) after various mi	Journal of Agricultural and Food Chemistry	52	2004	7318-7323	American Chemical Society
151	Sones, K., Heaney, R. K. and Fenwick, G.R.	The Glucosinolate Content of UK Vegetables- Cabbage, Swede and Turnip	Food Additives and Contaminants	1	1984	289-296	
152	Huang, H.M., Johanning, G.L. and O'dell, B.L.	Phenolic Acid Content of Food Plants and Possible Nutritional Implications	Journal of Agricultural and Food Chemistry	34	1986	48,51	
153	Rosa, E.A.S. and Heaney, R.K.	The Effect of Cooking and Processing on the Glucosinolate Content: Studies on Four Varieties of Portuguese Cabbage	Journal of the Science of Food and Agricultu	62	1993	259-265	
154	Vanetten, C.H., Daxenbichler, M.E., Williams, P.H. and Kwolek	Glucosinolates and Derived Products in Cruciferous Vegetables. Analysis of the Edible Part from Twenty-Two Varieties	Journal of Agricultural and Food Chemistry	24	1976	452-455	
155	Nilsson, J., Olsson, K., Engqvist, G.I., Ekval, J., Olsson, M., Nym	Variation in the content of glucosinolates, hydroxycinnamic acids, carotenoids, total antioxidant capacity and low-mc	Journal of the Science of Food and Agricultu	86	2006	528-538	Society of Chemical Industry
156	Kidmose, U., Yang, R.-Y., Thilsted, S.H., Christensen, L.P. and B	Content of carotenoids in commonly consumed Asian vegetables and stability and extractability during frying.	Journal of Food Composition and Analysis	19 (6-7)	2006	562-571	Academic Press Inc Elsevier Scie
157	Konar, N., Poyrazoglu, E.S., Demir, K. and Artik, N.	Effect of different sample preparation methods on isoflavone, lignan, coumestan and flavonoid contents of various v	Journal of Food Composition and Analysis	26	2012	26,35	Elsevier Inc.
158	Ciska, E. and Pathak, D.R.	Glucosinolate derivatives in stored fermented cabbage	Journal of Agricultural and Food Chemistry	52	2004	7938-7943	American Chemical Society
159	Cartea, M.E., Velasco, P., Obregón, S., Padilla, G. and de Haro	Seasonal variation in glucosinolate content in Brassica oleracea crops grown in northwestern Spain	Phytochemistry	69(2)	2008	403-410	Elsevier
160	Arts, J.C.W., van de Putte, B. and Houthoff, P.C.H.	Catechin Contents of Foods Commonly Consumed in The Netherlands. 1. Fruits, Vegetables, Staple Foods, and Process	Journal of Agricultural and Food Chemistry	48(5)	2000	1746-1751	
161	Cooper K Campos-Giménez E, Jiménez Alvarez D, Nagy K, Do	Rapid reversed phase ultra-performance liquid chromatography analysis of the major cocoa polyphenols and inter-re	Journal of Agricultural and Food Chemistry	55	2007	2841-2847	
162	Gu L, House S.E., Wu X., Ou B., Prior R.L.	Procyandin and catechin contents and antioxidant capacity of cocoa and chocolate products.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	54	2006	4057-4061	
163	Pascual-Teresa, S.de., Santos-Buelga, C. and Rivas-gonzalo,	Quantitative analysis of flavan-3-ols in spanish foodstuffs and beverages.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	48	2000	5331-5337	ACS
164	Todorovic, V; Redovnikovic, Radojic; Todorovic,	Polyphenols, methylxanthines, and antioxidant capacity of chocolates produced in Serbia	Journal of Food Composition and Analysis	41	2015	137-143	
165	Plaza, M., Oliveira, D., Nilsson, A. and Turner, C.	Green and Efficient Extraction Method to Determine Polyphenols in Cocoa and Cocoa Products	Food Analytical Methods 10(8)	10	2017	2677-2691	
166	Gultekin-Ozguven, M; Berktaş, İ; Ozcelik, B.	Influence of processing conditions on procyandin profiles and antioxidant capacity of chocolates: Optimization of de	Lwt-Food Science and Technology	66	2016	252-259	
167	Andres-Laceuva, C., Monagas, M., Khan, N., Izquierdo-Pulido,	Flavanol and flavonol contents of cocoa powder products: Influence of the manufacturing process. J.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	56	2008	3111-3117	
168	Tomas-Barberan F.A., Cienfuegos-Jovellanos E., Marin A., N	A new process to develop a cocoa powder with higher flavonoid monomer content and enhanced bioavailability in h	Journal of Agricultural and Food Chemistry	55	2007	3926-3935	
169	Matthaus, B. and Ozcan, M.	Glucosinolate composition of young shoots and flower buds of capers (Capparis species) growing wild in Turkey	Journal of Agricultural and Food Chemistry	50	2002	7323-7325	American Chemical Society
170	Niizu, P.Y. and Rodriguez-Amaya, D.B	New data on the carotenoid composition of raw salad vegetables	Journal of Food Composition and Analysis	18	2005	739-749	Elsevier
171	Babic, I., Amiot, M.J., Nguyen-The, C. and Aubert, S.	Changes in the Phenolic Content in Fresh Ready-To-Use Shredded Carrots During Storage	Journal of Food Science	58	1993	351-356	
172	Babic, I., Amiot, M.J., Nguyen-The, C. and Aubert, S.	Accumulation of Chlorogenic Acid in Shredded Carrots During Storage in an Oriented Polypropylene Film	Journal of Food Science	58	1993	840-841	
173	Tsanova-Savova, S. and Ribarova, F.	Flavonols and Flavones in Some Bulgarian Plant Foods	Polish Journal of Food and Nutrition Science	63(3)	2013	173-177	
174	Woehrlin, F., Fry, H., Abraham, K. and Preiss-Weigert, A.	Quantification of Flavoring Constituents in cinnamon: high variation of coumarin in cassia bark from German retail m	Journal of Agricultural and Food Chemistry	58	2010	10568-105 ACS	
175	Sones, K., Heaney, R.K. and Fenwick, G.R.	Glucosinolates in Brassica Vegetables: Analysis of 27 Cauliflower Cultivars	Journal of the Science of Food and Agricultu	35	1984	762-766	

Tab. 29 (Fortsetzung): zugeordnete Referenzen der Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank in Tabelle 28

Nr.	Autor	Titel	Journal	Vol.	Jahr	Seiten	Herausgeber
176	Gow-Chin Yen and Que-King Wei	Determination of Glucosinolate Content in Cruciferous Vegetables	Journal of the Chinese Agricultural Chemistry	30	1992	129-137	
177	Yen, G.C. and Wei, Q.K.	Myrosinase Activity and Total Glucosinolate Content of Cruciferous Vegetables, and some Properties of Cabbage Myrc	Journal of the Science of Food and Agriculture	61	1993	471-475	
178	Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H. and Venema, D.P.	Optimization of a Quantitative HPLC Determination of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids in Vegetables and Fruit	Journal of Agricultural and Food Chemistry	40	1992	1591-1598	
179	Gao, L. and Mazza, G.	Characterization, Quantitation, and Distribution of Anthocyanins and Colorless Phenolics in Sweet Cherries	Journal of Agricultural and Food Chemistry	43	1995	343-346	
180	Shahrzad, S. and Bitsch, I.	Determination of some Pharmacologically Active Phenolic Acids in Juices by High-Performance Liquid Chromatography	Journal of Chromatography A	741	1996	223-231	
181	Kuliscic-Bilusic, T., Schnabbele, K., Schmoller, I., Dragovic-Uze	Antioxidant activity versus cytotoxic and nuclear factor kappa B regulatory activities on HT-29 cells by natural fruit juic	European Food Research and Technology	228	2009	417-424	Springer
182	Simunic, V., Kovac, S., Gaso-Sokac, D., Pfannhauser, W. and M	Determination of anthocyanins in four Croatian cultivars of sour cherries (Prunus cerasus).	European Food Research and Technology	220 (5-1)	2005	575-578	
183	Sinkovic, L., Demar, L., nidaric, D., Vidrih, R., Hribar, J. and Trei	Phenolic profiles in leaves of chicory cultivars (Cichorium intybus L.) as influenced by organic and mineral fertilizers	Food Chemistry	166	2015	507-513	
184	Bilyk, A. and Sapers, G.M.	Distribution of Quercetin and Kaempferol in Lettuce, Kale, Chive, Garlic Chive, Leek, Horseradish, Red Radish, and Rec	Journal of Agricultural and Food Chemistry	33	1985	226-228	
185	Cano, A., Medina, A., Bermejo, A.	Bioactive compounds in different citrus varieties. Discrimination among cultivars	Journal of Food Composition and Analysis	21 (5)	2008	377, 381	
186	Dhuique-Mayer C, Caris-Veyrat C, Ollitrault P, Curk F, Ami	Varietal and interspecific influence on micronutrient contents in citrus from the Mediterranean area	Journal of Agricultural and Food Chemistry	53 (6)	2005	2140, 2145	
187	Kawai, S., Tomono, Y., Katase, E., Ogawa, K., Yano, M.	HL-60 differentiating activity and flavonoid content of the readily extractable fraction prepared from Citrus juices	Journal of Agricultural and Food Chemistry	47 (1)	1999	128, 135	
188	Camardaa, L., Stefanoa, V.D., Boscob, S.F., and Schillacia, D.	Antiproliferative activity of Citrus juices and HPLC evaluation of their flavonoid composition	Fitoterapia	78 (6)	2007	426-429	
189	Phillips, K.M., Ruggio, D.M., Toivo, J.I., Swank, M.A. and Simp	Free and Esterified Sterol Composition of Edible Oils and Fats	Journal of Food Composition and Analysis	15	2002	123-142	Elsevier Science
190	Indyk, H.E.	Simultaneous LC Determination of Cholesterol, Phytosterols and Tocopherols in Foods	Analyst	115	1990	1525-1530	
191	Schwartz, H., Ollilainen, V., Piironen, V. and Lampi, A.-M.	Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats	Journal of Food Composition and Analysis	21 (2)	2007	152-161	ACS
192	Yilmaz, P. K. and Kolak, U.	SPE-HPLC Determination of Chlorogenic and Phenolic Acids in Coffee	Journal of Chromatographic Science	55 (7)	2017	712-718	Oxford University Press
193	Manchon, N., Mateo-Vivarcho, L., D'Arrigo, M., Garcia-Lafu	Distribution Patterns of Polyphenols and Alkaloids in Instant Coffee, Soft and Energy Drinks, and Tea	Czech Journal of Food Sciences	31 (5)	2013	483-500	
194	Adam, M., Dobias, P., Eisner, A. and Ventura, K.	Extraction of antioxidants from plants using ultrasonic methods and their antioxidant capacity	Journal of Separation Science	32	2009	288-294	WILEY-VCH
195	Toivo, J., Phillips, K., Lampi, A.-L. and Piironen, V.	Determination of sterols in foods, recovery of free, esterified and glycosidic sterols	Journal of Food Composition and Analysis	14	2001	631-643	Academic Press
196	Moros, E.E., Darnoko, D., Cheryan, M., Perkins, E.G. and Jerrel, J	Analysis of xanthophylls in corn by HPLC	Journal of Agricultural and Food Chemistry	50	2002	5787-5790	
197	Schlatterer, J. and Breithaupt, D.E.	Cryptoxanthin structural isomers in oranges, orange juice and other fruits	Journal of Agricultural and Food Chemistry	53	2005	6355-6361	ACS
198	Winkler, J.K., Warner, K., Glynn, M. T.	Effect of deep-fat frying on phytosterol content in oils with differing fatty acid composition.	Journal of the American Oil Chemists' Society	84 (11)	2007	1023-1030	ACS
199	Justesen, U. and Knuthsen, P.	Composition of flavonoids in fresh herbs and calculation of flavonoid intake by use of herbs in traditional Danish disl	Food Chemistry	73	2001	245-250	Elsevier
200	De Azevedo, C.H. and Rodriguez-Amaya, D.B.	Carotenoid composition of kale as influenced by maturity, season and minimal processing	Journal of the Science of Food and Agriculture	85	2005	591-597	Society of Chemical Industry
201	Hagen, S. F., Borge, G. I. A., Solhauz, K. A., Bengtsson, G. B.	Effect of cold storage and harvest date on bioactive compounds in curly kale (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i>)	Postharvest Biology and Technology	51 (1)	2009	36, 42	
202	Dudonne, S., Dube, P., Anhe, F.F., Pilon, G., Marette, A., Lem	Comprehensive analysis of phenolic compounds and abscisic acid profiles of twelve native Canadian berries	Journal of Food Composition and Analysis	44	2015	214-224	Elsevier
203	Faudale, M., Viladomat, F., Bastida, J., Poli, F., Codina, C.	Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Wild, Edible and Medical Fennel from Different Mediterranean Cour	Journal of Agricultural and Food Chemistry	56	2008	1912-1920	American Chemical society
204	Khalil, M.Y., Moustafa, A.A. and Naguib, N.Y.	Growth, phenolic compounds and antioxidant activity of some medicinal plants grown under organic farming conditic	World Journal of Agricultural Sciences	3 (4)	2007	451-457	
205	Trichopoulou, A., Vasilopoulou, E., Hollman, P., Chamalides,	Nutritional composition and flavonoid content of edible wild greens and green pies: a potential rich source of antio	Food Chemistry	70 (3)	2000	319-323	Elsevier
206	Duenas, M., Pérez-Alonso, J., Santos-Buelga, C., Escibano-B	Anthocyanin composition in fig (<i>Ficus carica</i> L.)	Journal of Food Composition and Analysis	21	2008	107-115	Elsevier Inc.
207	Wojdylo, A., Nowicka, P., Carbonell-Barrachina, A. A., Hernani	Phenolic compounds, antioxidant and antidiabetic activity of different cultivars of <i>Ficus carica</i> L. fruits	Journal of Functional Foods	25	2016	421-432	
208	Kim, J. S., Kang, O. J. and Gweon, O. C.	Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps	Journal of Functional Foods	5	2013	80, 86	
209	Peleg, H., Naim, M., Rouseff, R.L. and Zehavi, U.	Distribution of Bound and Free Phenolic Acids in Oranges (<i>Citrus sinensis</i>) and Grapefruits (<i>Citrus paradisi</i>)	Journal of the Science of Food and Agriculture	57	1991	417-426	
210	Goulas, V., Manganaris, G.A.	Exploring the phytochemical content and the antioxidant potential of Citrus fruits grown in Cyprus.	Food Chemistry	131	2011	39, 47	Elsevier
211	Ross, S. A., Ziska, D. S., Zhao, K., Elsohly, M. A.	Variance of common flavonoids by brand of grapefruit juice	FITOTERAPIA	71 (2)	2000	154-161	
212	Aturki, Z., Brandi, V., Sinibaldi, M.	Separation of flavanone-7-O-glycoside diastereomers and analysis in citrus juices by multidimensional liquid chrom	Journal of Agricultural and Food Chemistry	52 (17)	2004	5303, 5308	
213	Mouly, P. P., Arzouyan, C. R., Gaydou, E. M., Estienne, J. M.	DIFFERENTIATION OF CITRUS JUICES BY FACTORIAL DISCRIMINANT-ANALYSIS USING LIQUID-CHROMATOGRAPHY OF FLAVAN	Journal of Agricultural and Food Chemistry	42 (1)	1994	70, 79	
214	Xu, G. H., Liu, D. H., Chen, J. C., Ye, X. Q., Ma, Y. Q., Shi, J.	Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China	Food Chemistry	106 (2)	2008	545, 551	
215	Mouly, P., Gaydou, E. M., and Estienne, J.	Column liquid chromatographic determination of flavanone glycosides in Citrus.	Journal of Chromatography	634	1993	129-134	Elsevier
216	Lester, G. E., Manthey, J. A., Buslig, B. S.	Organic vs conventionally grown red whole grapefruit and juice: Comparison of production inputs, market quality,	Journal of Agricultural and Food Chemistry	55 (11)	2007	4474, 4480	
217	Parcerisa, J., Richardson, D.G., Rafecas, M., Codony, R. and Bo	Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelnut varieties (<i>Corylus avellana</i> L.) harvested in Oregon (USA)	Journal of Chromatography A	805	1998	259-268	Elsevier
218	Ameral, J.S., Casal, S., Citova, I., Santos, A., Seabra, R.M. and O	Characterization of several hazelnut (<i>Corylus avellana</i> L.) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol compositi	European Food Research and Technology	222 (3-)	2006	274-280	
219	Alasalvar, C., Amaral, K.S. and Shahidi, F.	Functional Lipid Characteristics of Turkish Tombul Hazelnut (<i>Corylus avellana</i> L.)	Journal of Agricultural and Food Chemistry	54 (26)	2006	10177-10183	
220	Li, X. and Kuschad, M.M.	Correlation of glucosinolate content to myrosinase activity in horseradish (<i>Armoracia rusticana</i>)	Journal of Agricultural and Food Chemistry	52	2004	6950-6955	American Chemical Society
221	Cano, M.P., Torija, E., Marin, M.A. and Cámara, M.	A Simple Ion-Exchange Chromatographic Determination of Non-Volatile Organic Acids in some Spanish Exotic Fruits	Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung u	199	1994	214-218	
222	Breithaupt, D.E. and Bamed, A.	Carotenoid Esters in Vegetables and Fruits: A screening with emphasis on 8-Cryptoxanthin Esters.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	49	2001	2064-2070	American Chemical Society
223	Dei Rio, J.A., Fuster, M.D., Gomez, P., Porras, I., Garcia-Lidon, A	Citrus limon: a source of flavonoids of pharmaceutical interest	Food Chemistry	84	2004	457-461	Elsevier
224	Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H. and Van De Putte, B.	Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of Tea Infusions, Wines, and Fruit Juices	Journal of Agricultural and Food Chemistry	41	1993	1242-1246	
225	Marques, V. and Farah, A.	Chlorogenic acids and related compounds in medicinal plants and infusions	Food Chemistry	113	2009	1370-1376	Elsevier
226	FECKA, I., TUREK, S.	Determination of Water-Soluble Polyphenolic Compounds in Commercial Herbal Teas from Lamiaceae: Peppermint, M	Journal of Agricultural and Food Chemistry	55	2007	10908-109	American Chemical Society
227	Proestos, C., Kapsokafalou, M. and Komaitis, M.	Analysis of naturally occurring phenolic compounds in aromatic plants by RP-HPLC and GC-MS after silylation	Journal of Food Quality	31 (3)	2008	402-414	

Tab. 29 (Fortsetzung): zugeordnete Referenzen der Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank in Tabelle 28

Nr.	Autor	Titel	Journal	Vol.	Jahr	Seiten	Herausgeber
228	Acosta,G., Arce,S., Martinez,L.D., Llabot,J. and Gomez,M.R.	Monitoring of phenolic compounds for the quality control of Melissa officinalis products by capillary electrophoresis	Phytochemical Analysis	23(2)	2012	177-183	John Wiley & Sons, Ltd.
229	Mou,B.Q.	Genetic variation of beta-carotene and lutein contents in lettuce	Journal of the American Society for Horticult	130 (6)	2005	870876	Amer Soc Horticultural Science
230	Franke, A.A., Custer, L.J., Arakaki, C., and Murphy, S.P.	Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii	Journal of Food Composition and Analysis	17	2004	12785	Elsevier Ltd.
231	Crozier,A., Lean,M.E.J., McDonald,M.S and Black,C.	Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce and celery	Journal of Agricultural and Food Chemistry	45	1997	590595	ACS
232	Kraushofer,T. and Sontag,G.	Determination of some phenolic compounds in flax seed and nettle roots by HPLC with coulometric electrode array	European Food Research and Technology	215	2002	529533	
233	Eliasson,C., Kamal-Eldin,A., Andersson,R. and Aman,P.	High-performance liquid chromatographic analysis of secoisolariciresinol diglucoside and hydroxycinnamic acid gluc	Journal of Chromatography, A	1012 (2)	2003	151159	
234	del Caro, A., Piga, A., Vacca, V., and Agabbio, M.	Changes of flavonoids, vitamin C, and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during	Food Chemistry	84	2004	99105	Elsevier
235	Berhow, M., Tisserat, B., Kanes, K., and Vandercook, C.	Survey of the phenolic compounds produced in citrus	USDA technical bulletin number 1856	USDA t	1998	154 pages	USDA
236	Ooghe,W.C. and Detavernier,C.E	Detection of the Addition of Citrus reticulata and Hybrids to Citrus sinensis by Flavonoids	Journal of Agricultural and Food Chemistry	45 (5)	1997	16331637	
237	Lu,Y., Zhang,C., Bucheli,P. and Wei, D.	Citrus Flavonoids in Fruit and Traditional Chinese Medicinal Food Ingredients in China	Plant Foods for Human Nutrition	61 (2)	2006	57,65	
238	Abbasi,A.M., Liu,F.Y., Guo,X.B., Fu,X., Li,T. and Liu,R.H.	Phytochemical composition, cellular antioxidant capacity and antiproliferative activity in mango (Mangifera indica L.)	International Journal of Food Science and T	52	2017	817-826	
239	Sirirompun,S. and Kaewseejan,N.	Quality, bioactive compounds and antioxidant capacity of selected climacteric fruits with relation to their maturity	Scientia Horticulturae	221	2017	33-42	
240	Zheng,W., Wang,S.	Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs	Journal of Agricultural and Food Chemistry	49	2001	5165-5170	American Chemical Society
241	Mahmood,T., Anwar,F., Abbas,M., Saari,N.	Effect of Maturity on Phenolics (Phenolic Acids and Flavonoids) Profile of Strawberry Cultivars and Mulberry Species fr	International Journal of Molecular Sciences	13	2012	4591-4607	
242	Halva,S., Hirvi, T., Makinen,S. and Honkanen,E.	Yield and Glucosinolates in Mustard Seeds and Volatile Oils in Caraway Seeds and Coriander Fruit. I. Yield and Gluc	Journal of Agricultural Science in Finland	58	1986	157-162	
243	Velisek,J., Mikulcova,R., Mikova,K., Woldie,K.B., Link,J. and C	Chemometric Investigation of Mustard Seed	Food Science and Technology	28	1995	620-624	
244	Sosulski,F., Krygier,K. and Hogge,L	Free, Esterified, and Insoluble-Bound Phenolic Acids. 3. Composition of Phenolic Acids in Cereal and Potato Flours	Journal of Agricultural and Food Chemistry	30	1982	337-340	
245	D'Evoli,L., Huikko,L., Lampi,A-M, Lucarini,M, Lombardi-bocci	Influence of rosemary (Rosmarinus officinalis, L) on plant sterol oxidation in extra virgin olive oil	Molecular Nutrition and Food Research	50 (9)	2006	818-823	
246	Sivakumar,G., Briccoli Bati,C., Perri,E. and Uccella,N.	Gas Chromatography screening of bioactive phytosterols from mono-cultivar olive oils.	Food Chemistry	95 (3)	2005	525-528	Elsevier
247	Thanh,T.T., Vergnes,M-F., Kaloustian,J., El-Moselhy,T.F., Am	Effects of storage and heating on phytosterol concentrations in vegetable oils determined by GC/MS	Journal of the Science of Food and Agricultu	86 (2)	2006	220-225	
248	Zhang,X., Cambrai,A., Miesch,M., Roussi,S., Raul,F., Aoude-V	Separation of D5- and D7-phytosterols by adsorption chromatography and semipreparative reversed phase high-perf	Journal of Agriculture and Food Chemistry	54 (4)	2006	1196-1202	
249	Martinez-Vidal,J.L., Garrido-French,A., Escobar-Garcia,M.A.	LC-MS determination of sterols in olive oil	Chromatographia	65 (11)	2007	695-699	
250	Gul,M. and Seker,M.	Comparative analysis of phytosterol components from rapeseed (Brassica napus L.) and olive (Olea europaea L.) vari	European Journal of Lipid Science and Techn	108 (9)	2006	759-765	
251	Lazzez,A., Perri, E., Caravita, M.A., Khelif, M. and Cossentini, M	Influence of Olive Maturity Stage and Geographical Origin on Some Minor Components in Virgin Olive Oil of the Chem	Journal of Agricultural and Food Chemistry	56 (3)	2008	982-988	ACS
252	Canabate-Diaz,B., Segura Carretero,A., Fernandez-Gutierrez	Separation and determination of sterols in olive oil by HPLC-MS	Food Chemistry	102 (3)	2007	593-598	
253	Tsushida,T. and Suzuki,M.	Content of Flavonol Glucosides and some Properties of Enzymes Metabolizing the Glucosides in Onion	Journal of the Japanese Society of Food Scie	43	1996	642-649	
254	Price,K.R. and Rhodes,M.J.C.	Analysis of the Major Flavonol Glycosides Present in Four Varieties of Onion (Allium cepa) and Changes in Compositi	Journal of the Science of Food and Agricultu	74	1997	331-339	
255	Price,K.R., Bacon,J.R. and Rhodes,M.J.C.	Effect of Storage and Domestic Processing on the Content and Composition of Flavonol Glucosides in Onion (Allium c	Journal of Agricultural and Food Chemistry	45	1997	938-942	
256	Lu,Y., Zhang,C., Bucheli,P., Wei,D.	Citrus flavonoids in fruit and traditional Chinese medicinal food ingredients in China	Plant Foods for Human Nutrition	61(2)	2006	57-65	Springer
257	Gama,J.J.T. and Sylos,C.M	Major Carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice: Identification and quantification by HPLC	Food Research International	38 (8-9)	2005	899-903	Elsevier
258	Gama,J.J.T. and de Sylos,C.M.	Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice	Food Chemistry	100 (4)	2007	1686-1690	Elsevier Sci Ltd
259	Sanchez-Moreno, C., Plaza, L., de Ancos, B., and Cano., M.P.	Quantitative bioactive compounds assessment and their relative contribution to the antioxidant capacity of commerc	Journal of the Science of Food and Agricultu	83	2003	430-438	Society of Chemical Industry
260	A.M. Pupin, M.J. Dennis, M.C.F. Toledo	HPLC analysis of carotenoids in orange juice	Food Chemistry	64	1999	269-275	
261	Pronteggente,A.R., Saitta,A., De Pasquale,A. and Rice-Evans,	The compositional characterisation and antioxidant activity of fresh juices from Sicilian sweet orange (Citrus sinensis) Free Radical Research	Free Radical Research	37 (6)	2003	681-687	
262	Diaz-Garcia,M., Obón,J., Castellar,M., Collado,J., Alacid,M.	Quantification by UHPLC of total individual polyphenols in fruit juices	Food Chemistry	138	2013	938-949	Elsevier Ltd.
263	Roussos,P.	Phytochemicals and antioxidant capacity of orange (Citrus sinensis) (L.) Osbeck cv. Salustiana) juice produced under or	scientia horticulturae	129	2011	253-258	Elsevier B.V.
264	Pronteggente, A.R., Saitta, A., De Pasquale, A., and Rice-Evans	The compositional characterisation and antioxidant activity of fresh juices from Sicilian sweet orange (Citrus sinensis) Free Radical Research	Free Radical Research	37 (6)	2003	681-687	Taylor and Francis
265	Mouly,P., Gaydou, E., Faure,R., and Estienne, J.M.	Blood Orange Juice Authentication Using Cinnamic Acid Derivatives. Variety Differentiations Associated with Flavano	Journal of Agricultural and Food Chemistry	45 (2)	1997	373-377	
266	Abad-Garcia,B., Berrueta,L., Garmón-Lobato,S., Urkaregi,A.,	Chemometric Characterization of Fruit Juices from Spanish Cultivars According to Their Phenolic Compound Contents: J	Journal of Agricultural and Food Chemistry	60	2012	3635-3644	American Chemical Society
267	Pupin, A. M., Dennis, M. J., Toledo, M. C. F.	Flavanone glycosides in Brazilian orange juice	Food Chemistry	61 (3)	1998	275-280	
268	CANTERINO,S,DONNO,D., MELLANO,M., BECCARO,G., BOUNOU	NUTRITIONAL AND SENSORY SURVEY OF CITRUS SINENSIS (L.) CULTIVARS GROWN AT THE MOST NORTHERN LIMIT OF THE M	Journal of Food Quality	35	2011	108-118	Wiley Periodicals Inc.
269	Gamache, P., Ryan, E., and Acworth, I. N.	Analysis of phenolic and flavonoid compounds in juice beverages using highperformance liquid chromatography with	Journal of Chromatography	635 (1)	1993	143-150	Elsevier
270	Chen,X.-J., Zhu,Z.-J., Ni,X.-L. and Qian.Q.-Q.	Effect of Nitrogen and Sulfur supply on glucosinolates in Brassica campestris ssp.chinensis	Agricultural Sciences in China	5 (8)	2006	603-608	Science Direct
271	Daxenbichler, M. E., Vanetten,C.H. and Williams, P. H.	Glucosinolates and Derived Products in Cruciferous Vegetables. Analysis of 14 Varieties of Chinese Cabbage	The Journal of Agriculture and Food Chemis	27	1979	34-37	
272	Lewis, J. and Fenwick, G. R.	Glucosinolate Content of Brassica Vegetables: Chinese Cabbages Pe-Tsai and Pak-Choi	Journal of the Science of Food and Agricultu	45	1988	379-386	
273	Shattuck,V.I. and Wang,W.	Growth Stress Induces Glucosinolate Changes in Pakchoy (Brassica campestris ssp. chinensis)	Canadian Journal of Plant Science	74	1994	595-601	
274	Wali,M.M.	Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (Musa sp.) and papaya (Carica papaya) cultivars grown i	Journal of Food Composition and Analysis	19 (5)	2006	434-445	
275	Senter,S.D. and Callahan,A.	Variability in the Quantities of Condensed Tannins and other Major Phenols in Peach Fruit During Maturation	Journal of Food Science	55	1990	1585-1587	
276	Liu,H., Cao,J.K. and Jiang,W.B.	Evaluation and comparison of vitamin C, phenolic compounds, antioxidant properties and metal chelating activity of	Lwt-Food Science and Technology	63	2015	1042-1048	
277	Senter,S.D., Robertson,J.A. and Meredith,F.I.	Phenolic Compounds of the Mesocarp of Crethaven Peaches During Storage and Ripening	Journal of Food Science	54	1989	1259-1260	
278	Jonnala,R.S., Dunford,N.T. and Dashieil,K.E.	Tocopherol, phytosterol and phospholipid compositions of new high oleic peanut cultivars	Journal of Food Composition and Analysis	19 (6-7)	2006	601-605	

Tab. 29 (Fortsetzung): zugeordnete Referenzen der Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank in Tabelle 28

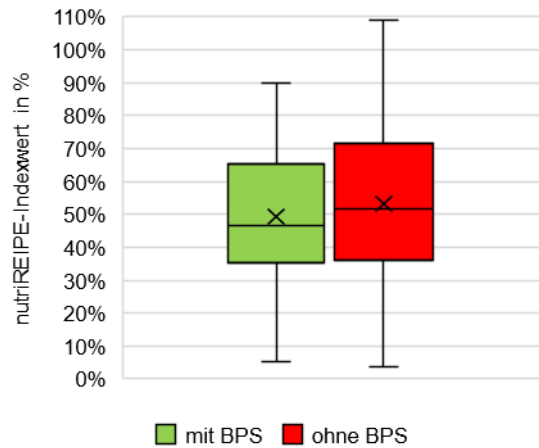
Nr.	Autor	Titel	Journal	Vol.	Jahr	Seiten	Herausgeber
279	Brahema,M., Renarda,C.M.G.C., Edera,S., Loonisa,M., Ounib,	Characterization and quantification of fruit phenolic compounds of European and Tunisian pear cultivars	Food research international	95	2017	125-133	
280	Blankenship,S.M. and Richardson,D.G.	Changes in Phenolic Acids and Internal Ethylene During Long-Term Cold Storage of Pears	Journal of the American Society of Horticultu	110	1985	336339	
281	Amiot,M.J., Aubert,S. and Nicolas,J.	Phenolic Composition and Browning Susceptibility of Various Apple and Pear Cultivars at Maturity	Acta Horticulturae	343	1993	67,69	
282	Tarrach,F. and Herrmann,K.	Organic Acids of Vegetables. IV. Changes in Acids and Sugars During Development and Ripening to Tomatoes, Sweet f	Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung u	183	1986	410415	
283	L.R.Howard, S.T. Talcott, C.H. Brenes and B. Villalon	Changes in Phytochemical and Antioxidant Activity of Selected Pepper Cultivars (Capsicum Species) As Influenced by J. Agric. Food Chem.		48	2000	17131720	
284	Guedon, D. J., Pasquier, B. P.	ANALYSIS AND DISTRIBUTION OF FLAVONOID GLYCOSIDES AND ROSMARINIC ACID IN 40 MENTHA X PIPERITA CLONES	Journal of Agricultural and Food Chemistry	42 (3)	1994	679684	
285	Barba,A.I.O., Hurtado,M.C., Mata,M.C.S., Ruiz,V.F. and de Tej	Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and beta-carotene in vegetable	food Chemistry	95 (2)	2006	328-336	
286	Bartolomé,A.P., Rupérez,P. and Fuster,C.	Non-Volatile Organic Acids, Ph and Titratable Acidity Changes in Pineapple Fruit Slices During Frozen Storage	Journal of the Science of Food and Agricultu	70	1996	475-480	
287	Martinez,M.L., Fabani,M.P., Baroni,M.V., Huaman,R.N.M., Igl	Argentinian pistachio oil and flour: a potential novel approach of pistachio nut utilization	Journal of Food Science and Technology-My	53	2016	2260-2269	
288	Gentile, C. Tesoriere, L. Butera, D. Fazzari, M. Monastero, M	Antioxidant Activity of Sicilian Pistachio (Pistacia vera L Var. Bronte) Nut Extract and Its Bioactive Components	Journal of Agricultural and Food Chemistry	55(3)	2007	643-648	ACS Publications
289	Nowicka, P., Wojdylo, A. and Samoticha, J.	Evaluation of phytochemicals, antioxidant capacity, and antidiabetic activity of novel smoothies from selected Prunu	Journal of Functional Foods	25	2016	397-407	
290	Gil, M. I., Garcia-Viguera, C. Artes, F. and Tomas Barberan, F	Changes in Pomegranate Juice pigmentation during ripening	Journal of the Science of Food and Agricultu	68	1995	77,81	
291	Pande, G. and C. C. Akoh	Antioxidant Capacity and Lipid Characterization of Six GeorgiaGrown Pomegranate Cultivars.	Journal of Agricultural and Food Chemistry	57 (20)	2009	9427, 9436	
292	Lee,J.H., Kim,S.D., Lee,J.Y., Kim,K.N and Kim,H.S	Quantitation of Ellagic Acid in Concentrated Pomegranate Extracts and Their Juices	Food Science and Biotechnology	13	2004	381-383	Springer
293	BACCHUS WP3 partners: Aaby, Borge, Pelban, Alasalvar, Hei	Total hydrolysed ellagitannins in European fruit samples - BACCHUS data pre publication	data produced during BACCHUS project	data pi	2015		
294	Ramamurthy,M.S., Maiti,B., Thomas,P. and Nair,P.M.	High-Performance Liquid Chromatography Determination of Phenolic Acids in Potato Tubers (Solanum tuberosum) dur	Journal of Agricultural and Food Chemistry	40	1992	569572	
295	Rodriguez De Sotillo,D., Hadley,M. and Holm,E.T.	Phenolics in Aqueous Potato Peel Extract: Extraction, Identification and Degradation	Journal of Food Science	59	1994	649-651	
296	Wynne Griffiths,D., Bain,H. and Dale,M.F.B.	Development of a Rapid Colorimetric Method for the Determination of Chlorogenic Acid in Freeze-Dried Potato Tubers	Journal of the Science of Food and Agricultu	58	1992	41,48	
297	Wynne Griffiths,D., Bain,H. and Dale,M.F.B.	Photo-Induced Changes in the Total Chlorogenic Acid Content of Potato (Solanum tuberosum) Tubers	Journal of the Science of Food and Agricultu	68	1995	105-110	
298	Tisza,S., Molnar-Peri,I., Friedman,M. and Sass,P.	Simultaneous Capillary GC of Acids and Sugars As their Silyl(oxime) Derivatives: Quantitation of Chlorogenic Acid, Raf	Journal of High Resolution Chromatography	19	1996	54,58	
299	Dao,L. and Friedman,M.	Chlorogenic Acid Content of Fresh and Processed Potatoes Determined by Ultraviolet Spectrophotometry	Journal of Agricultural and Food Chemistry	40	1992	21522156	
300	Malmberg,A.G. and Theander,O.	Determination of Chlorogenic Acid in Potato Tubers	Journal of Agricultural and Food Chemistry	33	1985	549551	
301	Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T. P., Maguire, A. R., O'Brien, N	Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes.	Plant Foods for Human Nutrition	62(3)	2007	85,91	ACS
302	Carlson,D.G., Daxenbichler,M.E., Vanetten,C.H., Hill,C.B. and	Glucosinolates in Radish Cultivars	Journal of the American Society of Horticultu	110	1985	634638	
303	Ishii G., Saijo R. and Nagata M.	The Difference of Glucosinolate Content in Different Cultivars of Daikon Roots [Raphanus sativus L]	Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi	36	1989	739742	
304	Mee Ree Kim and Hei Soo Rhee	Decrease of Pungency in Radish Kimchii During Fermentation	Journal of Food Science	58	1993	128131	
305	Vlahakis,C. and Hazebroek,J.	Phytosterol accumulation in canola, sunflower, and soybean oils: effects of genetics, planting location, and tempera	Journal of the American Oil Chemists' Socie	77 (1)	2000	49,53	
306	Maatta-Riihinen K.R., Kamal-Eldin A., Torronen A.R.	Identification and quantification of phenolic compounds in berries of Fragaria and Rubus species (Family rosaceae)	Journal of Agricultural and Food Chemistry	52	2004	61786187	
307	Verbeyst,L., Hendrickx,M., Van Loey,A.	Characterisation and screening of the process stability of bioactive compounds in red fruit paste and red fruit juice	European Food Research and Technology	234	2012	593-605	Springer
308	Wang,S., Chen,C., Wang,C.	The influence of light and maturity on fruit quality and flavonoid content of red raspberries	Food Chemistry	112	2009	676-684	Elsevier Ltd.
309	Chen,L., Xin,X., Zhang,H., Yuan,Q.	Phytochemical properties and antioxidant capacities of commercial raspberry varieties	Journal of Functional Foods	5	2013	508515	Elsevier Ltd.
310	Dossetta,M., Leeb,J., Finn,C.	Variation in anthocyanins and total phenolics of black raspberry populations	Journal of Functional Foods	2	2010	292297	Elsevier Ltd.
311	Mullen,W., Stewart,A.J., Lean,M.E.J., Gardner,P., Duthie,G.G	Effect of freezing and storage on the phenolics, ellagitannins, flavonoids, and antioxidant capacity of red raspberries	Journal of Agricultural and Food Chemistry	50 (18)	2002	51975201	American Chemical Society
312	de Ancos,B., Ibanez,E., Reglero, B. and Cano,M.P.	Frozen storage effects on anthocyanins and volatile compounds of raspberry fruit	Journal of Agricultural and Food Chemistry	48 (3)	2000	873879	American Chemical Society
313	de Ancos,B., Gonzalez,E. and Cano,M.P.	Differentiation of raspberry varieties according to anthocyanin composition	European Food Research and Technology	208	1999	3338	Department of Plant Foods Scie
314	Gulcin,I., Topal,F., Cakmaksi,R., Bilisel,M., Goren,A., Erdogar	Pomological Features, Nutritional Quality, Polyphenol Content Analysis, and Antioxidant Properties of Domesticated	Journal of Food Science	76	2011	585-593	Institute of Food Technologists
315	Hakkinen S.H., Karenlampi S.O., Mykkanen H.M., Heinonen	Ellagic acid content in berries: Influence of domestic processing and storage.	European Food Research and Technology	212	2000	75,80	Springer
316	MEJIA-MEZA,E.J., YÁNEZ,J.A., REMSBERG,C.M., TAKEMOTO,J.K.	Effect of Dehydration on Raspberries: Polyphenol and Anthocyanin Retention, Antioxidant Capacity, and Antiadipoger	Journal of Food Science	75	2010	H5-H12	Institute of Food Technologists
317	Zafriilla,P., Ferreres,F. and Tomás-Barberán,F.A.	Effect of Processing and Storage on the Antioxidant Ellagic Acid Derivatives and Flavonoids of Red Raspberry (Rubus	Journal of Agricultural and Food Chemistry	49	2001	3651-3655	American Chemical Society
318	Rommel,A., Wrolstad,R.E. and Durst,R.W.	Red Raspberry Phenolic	Acs Symposium Series	506	1992	259-286	
319	Bobinaite,R., Vikielis,P., Venskutonis,P.	Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (Rubus sp	Food Chemistry	132	2012	1495-1501	Elsevier Ltd.
320	Hakkinen, S. H., Karenlampi, S. O., Heinonen, I. M., Mykkan	Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries	Journal of Agricultural and Food Chemistry	47 (6)	1999	2274-2279	ACS
321	Rommel,A. and Wrolstad,R.E.	Composition of Flavonols in Red Raspberry Juice As Influenced by Cultivar, Processing, and Environmental Factors	Journal of Agricultural and Food Chemistry	41	1993	1941-1950	
322	Djordjević,B., avikin,K., Zdunić,G., Janković,T., Vulić,T., Oparn	Biochemical Properties of Red Currant Varieties in Relation to Storage	Plant Foods for Human Nutrition	65	2010	326-332	Springer
323	Solinas,V., Deiana,S., Gessa,C., Bazzoni,A., Loddo,M.A. and	Effects of Water and Nutritional Conditions on the Rosmarinus officinalis L. Phenolic Fraction and Essential Oil Yield	Rivista Italiana Eppos	19	1996	189-198	
324	Bajer,T., Adam,M., Gallá,L. and Ventura,K.	Comparison of various extraction techniques for isolation and determination of isoflavonoids in plants	Journal of Separation Science	30	2007	122-127	
325	Hukkanen,A.T., Polonen,S.S., Karenlampi,S.O. and Kokko,H.I	Antioxidant capacity and phenolic content of sweet rowanberries	Journal of Agricultural and Food Chemistry	54	2006	112-119	American Chemical Society
326	Nystroem,L., Paasonen,A., Lampi,A.-M. and Piironen,V	Total plant sterols, steryl ferulates and steryl glycosides in milling fraction of wheat and rye	Journal of Cereal Science	45 (1)	2007	106-115	
327	Chen,C., Zhang,H., Xiao,W., Yong,Z.-P., and Bai, N.	High-performance liquid chromatographic fingerprint analysis for different origins of sea buckthorn berries	Journal of ChromatographyA	1154	2007	250-259	Elsevier
328	Arimboor, R., Venugopalan, V., Sarinkumar, K., Arumughan,	Integrated processing of fresh Indian sea buckthorn (Hippophae rhamnoides) berries and chemical evaluation of prc	Journal of the Science of Food and Agricultu	86	2006	2345-2353	Wiley
329	Yoshida,H., Shigezaki,J., Takagi,S. and Kajimoto,G.	Variations in the Composition of Various Acyl Lipids, Tocopherols and Lignans in Sesame Seed Oils Roasted in a Mic	Journal of the Science of Food and Agricultu	68	1995	407-415	

Tab. 29 (Fortsetzung): zugeordnete Referenzen der Daten zu bioaktiven Pflanzenstoffen aus der eBASIS-Datenbank in Tabelle 28

Nr.	Autor	Titel	Journal	Vol.	Jahr	Seiten	Herausgeber
381	Alam Zeb	Phenolic profile and antioxidant potential of wild watercress (<i>Nasturtium officinale</i> L.)	Springer Plus	4	2015	714	
382	Aires, A., Carvalho, R., Rosa, E.A.S. & Saavedra, M.J.	Phytochemical characterization and antioxidant properties of baby-leaf watercress produced under organic production	CyTA - Journal of Food	11	2013	343-351	
383	Engelen-Egiles, G., Holden, G. Cohen, J.D. and Gardner, G.	The effect of temperature, photoperiod and light quality on gluconasturtiin concentration in watercress (<i>nasturtium</i>)	Journal of Agricultural and Food Chemistry	54	2006	328-334	
384	Kopsell, D.A., Barickman, T.C., Sams, C.E. and McElroy, J.S.	Influence of nitrogen and sulfur on biomass production and carotenoid and glucosinolate concentrations in watercress	Journal of Agricultural and Food Chemistry	55 (26)	2007	10628-106	ACS
385	Ruibai-Mendieta, N.L., Rozenberg, R., Delecroix, D.L., Tetitjeai	Spelt (<i>Triticum spelta</i> L.) and winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) wholemeals have similar sterols profiles, as determined	Journal of Agricultural and Food Chemistry	52 (15)	2004	48024807	ACS
386	Tan, J. F., Engelhardt, U. H., Lin, Z., Kaiser, N. and Maiwald, F.	Flavonoids, phenolic acids, alkaloids and theanine in different types of authentic Chinese white tea samples	Journal of Food Composition and Analysis	57	2017	8,15	
387	Lin, Y.-L., Juan, I.-M., Chen, Y.-L., Liang, Y.-C. and Lin, J.-K.	Composition of Polyphenols in Fresh Tea Leaves and Associations of Their Oxygen-Radical-Absorbing Capacity with Antioxidant Activity	Journal of Agricultural and Food Chemistry	44 (6)	1996	13871394	
388	Ning, J. M., Li, D. X., Luo, X. J., Ding, D., Song, Y. S., Zhang, Z. Z.	Stepwise Identification of Six Tea (<i>Camellia sinensis</i> (L.) Categories Based on Catechins, Caffeine, and Theanine Content	Food Analytical Methods	9(11)	2016	32423250	Springer Science+ Business Media
389	Lee, L. S., Kim, S. H., Kim, Y. B. and Kim, Y. C.	Quantitative analysis of major constituents in green tea with different plucking periods and their antioxidant activity	Molecules	19(7)	2014	91739186	
390	Friedman, M., Kim, S.-Y., Lee, S.-J., Han, G.-P., Han, J.-S., Lee, S.-J.	Distribution of Catechins, Theaflavins, Caffeine, and Theobromine in 77 Teas Consumed in the United States	Journal of Food Science	70 (9)	2005	C550, C559	Wiley
391	Fernández, P. L., Martín, M. J., González, A. G. and Pablos, F.	HPLC determination of catechins and caffeine in tea. Differentiation of green, black and instant teas	The Analyst	125	2000	421425	RSC
392	Yuerong, L., Ying, W., Jianliang, L., Lingyun, Z.	Application of chemical composition and infusion colour difference analysis to quality estimation of jasmine-scented tea	International Journal of Food Science and Technology	42(4)	2006	459468	The Authors
393	Yang, Z., Pei, C., Longze, L., Harnly, J.M., Liangli, Y., Zhangwan, L.	Tentative identification, quantitation, and principal component analysis of green pu-erh, green, and white teas using HPLC	Food Chemistry	126(3)	2011	12691277	Elsevier
394	Bronner, W.E. and Beecher, G.R.	Method for determining the content of catechins in tea infusions by high-performance liquid chromatography	Journal of Chromatography A	805 (1-)	1998	137142	
395	Tao, W. Q., Zhou, Z. G., Zhao, B. and Wei, T. Y.	Simultaneous determination of eight catechins and four theaflavins in green, black and oolong tea using new HPLC-ESI/MS	Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis	131	2016	140145	
396	Cordero, C., Canale, F., Del Rio, D., and Bicchi, C.	Identification, quantitation, and method validation for flavan-3-ols in fermented ready-to-drink teas from the Italian Alps	Journal of Separation Science	32	2009	36433651	Wiley
397	Neilson, A.P., Green, R.J., Wood, K.V. and Ferruzia, M.G.	High-throughput analysis of catechins and theaflavins by high performance liquid chromatography with diode array detection	Journal of Chromatography A	1132	2006	132140	Elsevier
398	Wörth, C.C.T., Wießler, M. and Schmitz, O.J.	Analysis of catechins and caffeine in tea extracts by micellar electrokinetic chromatography	Electrophoresis	21	2000	36343638	Wiley
399	Kelebek, H.	LC-DAD-ESI-MS/MS characterization of phenolic constituents in Turkish black tea: Effect of infusion time and temperature	Food Chemistry	204	2016	227238	
400	Couzient-Mossion, A., Balayssac, S., Gilard, V., Malet-Martin, C.	Interaction mechanisms between caffeine and polyphenols in infusions of <i>Camellia sinensis</i> leaves	Food Chemistry	119	2010	173181	Elsevier
401	Pan, H. B., Zhang, D., Li, B., Wu, Y. Y. and Tu, Y. Y.	A Rapid UPLC Method for Simultaneous Analysis of Caffeine and 13 Index Polyphenols in Black Tea	Journal of Chromatographic Science	55(5)	2017	491496	Oxford University Press
402	Liang, Y., Lu, J., Zhang, L., Wu, S. and Wu, Y.	Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions	Food Chemistry	80(2)	2002	283290	

Anhang C – nutriRECIPE-Index BPS versus ohne BPS

Snackprodukte



Tab. 30: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 200 Snackprodukte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	89,9 %	108,9 %
Boxanfang	65,1 %	71,5 %
Mittelwert	49,4 %	53,2 %
Median	46,5 %	51,8 %
Boxende	37,0 %	36,3 %
Ausdehnung der Box	28,1 %	35,2 %
Minimum	5,3 %	3,8 %
Spannweite des Boxplots	84,6 %	105,1 %

Abb. 38: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 200 Snackprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

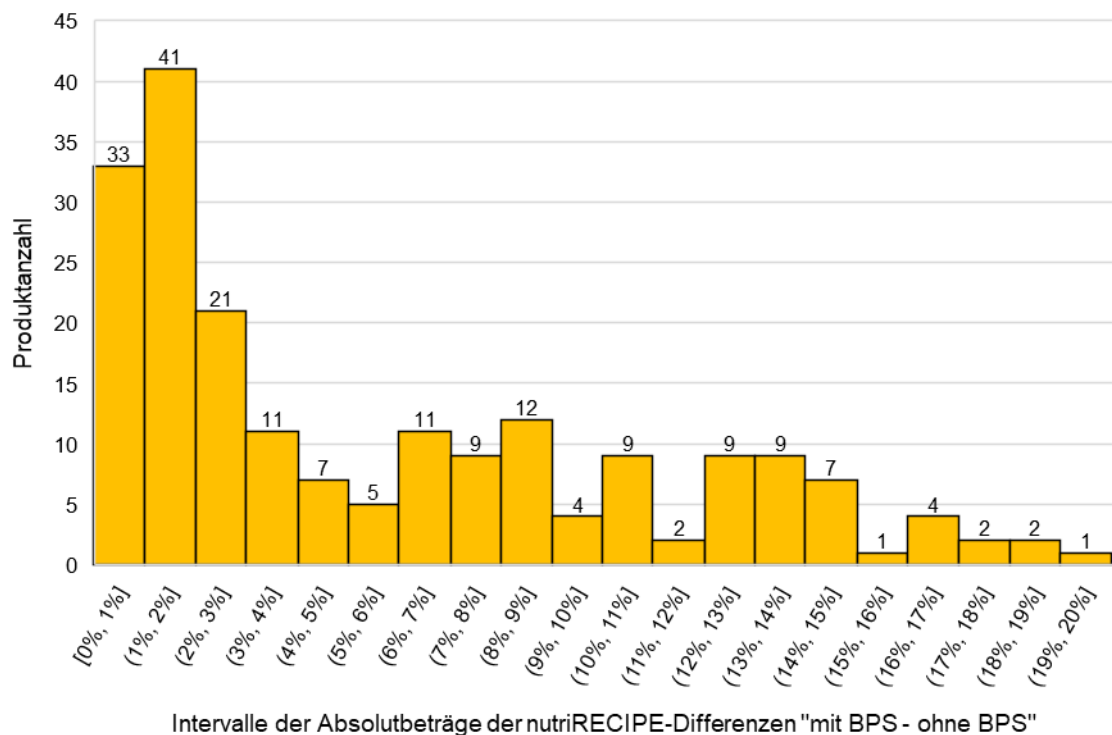


Abb. 39: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 200 Snackprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

TK-Kartoffelprodukte

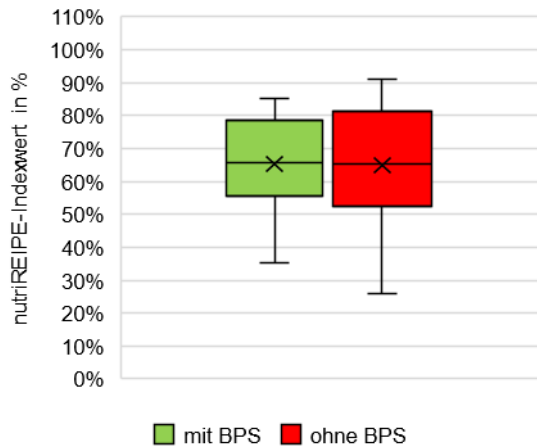


Abb. 40: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 72 TK-Kartoffelprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 31: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 72 TK-Kartoffelprodukte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	91,2 %	85,3 %
Boxanfang	76,5 %	80,0 %
Mittelwert	65,2 %	64,9 %
Median	65,6 %	65,3 %
Boxende	55,8 %	52,5 %
Ausdehnung der Box	20,7 %	27,5 %
Minimum	35,4 %	26,0 %
Spannweite des Boxplots	55,8 %	59,3 %

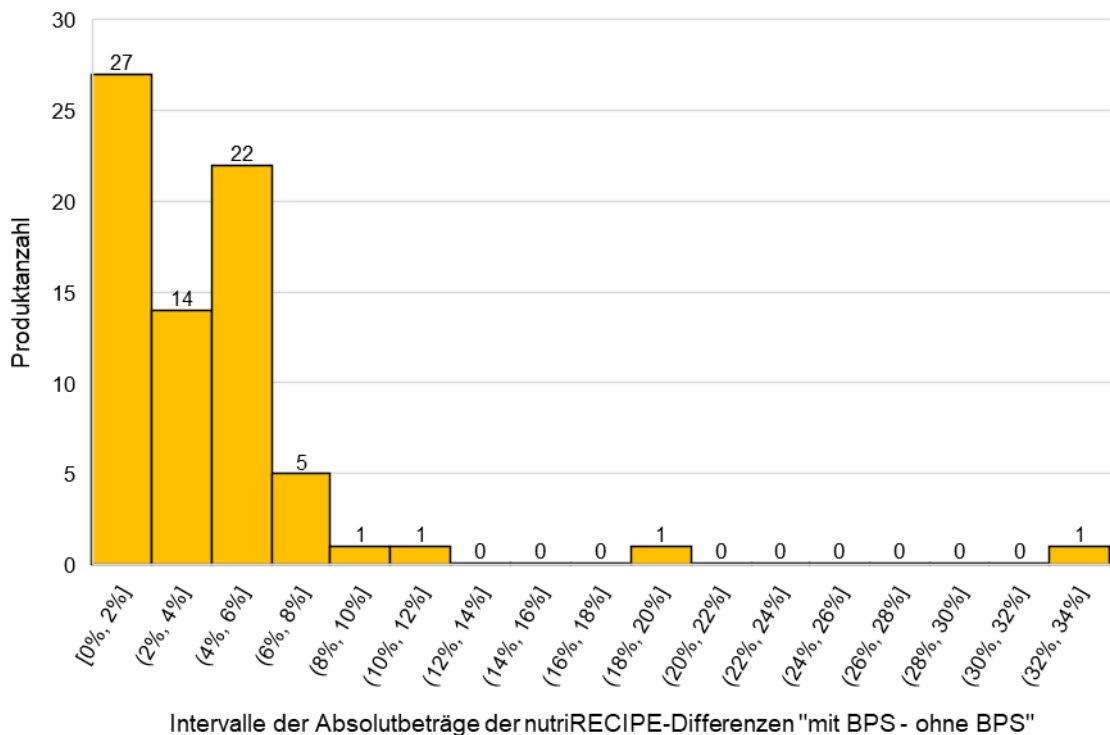
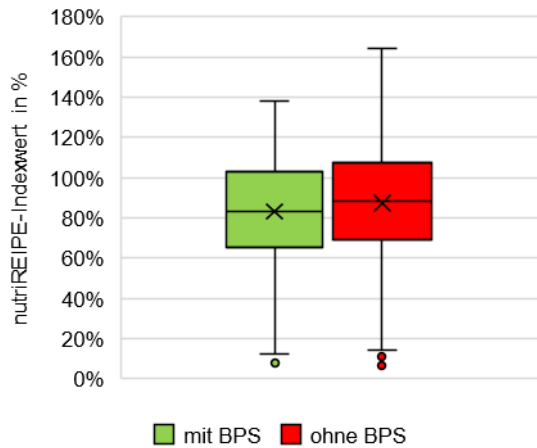


Abb. 41: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 72 TK-Kartoffelprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

herzhafte Konserven



Tab. 32: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 199 herzhafte Konserven

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	138,4 %	164,6 %
Boxanfang	102,6 %	107,6 %
Mittelwert	83,2 %	87,2 %
Median	83,2 %	88,3 %
Boxende	65,5 %	70,0 %
Ausdehnung der Box	37,1 %	37,7 %
Minimum	7,8 %	6,9 %
Spannweite des Boxplots	130,7 %	157,7 %

Abb. 42: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 199 herzhafte Konserven – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

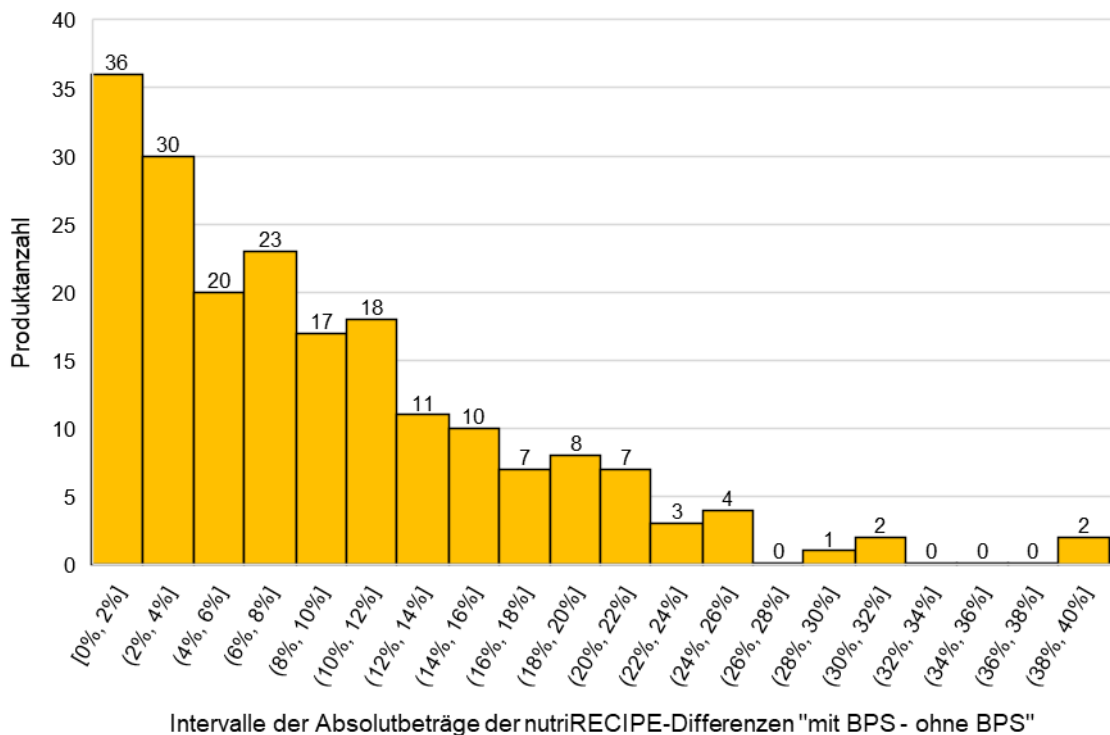
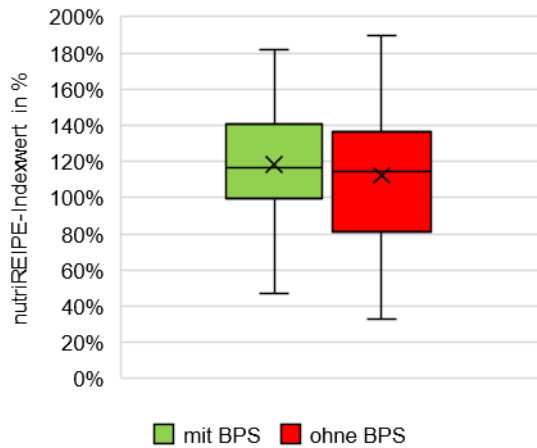


Abb. 43: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 199 herzhafte Konserven – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

TK-Gemüse



Tab. 33: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 109 TK-Gemüseprodukte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	181,8 %	189,6 %
Boxanfang	140,5 %	135,1 %
Mittelwert	118,4 %	112,3 %
Median	116,7 %	114,8 %
Boxende	100,0 %	81,7 %
Ausdehnung der Box	40,5 %	53,4 %
Minimum	46,9 %	33,0 %
Spannweite des Boxplots	134,8 %	156,6 %

Abb. 44: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 109 TK-Gemüseprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

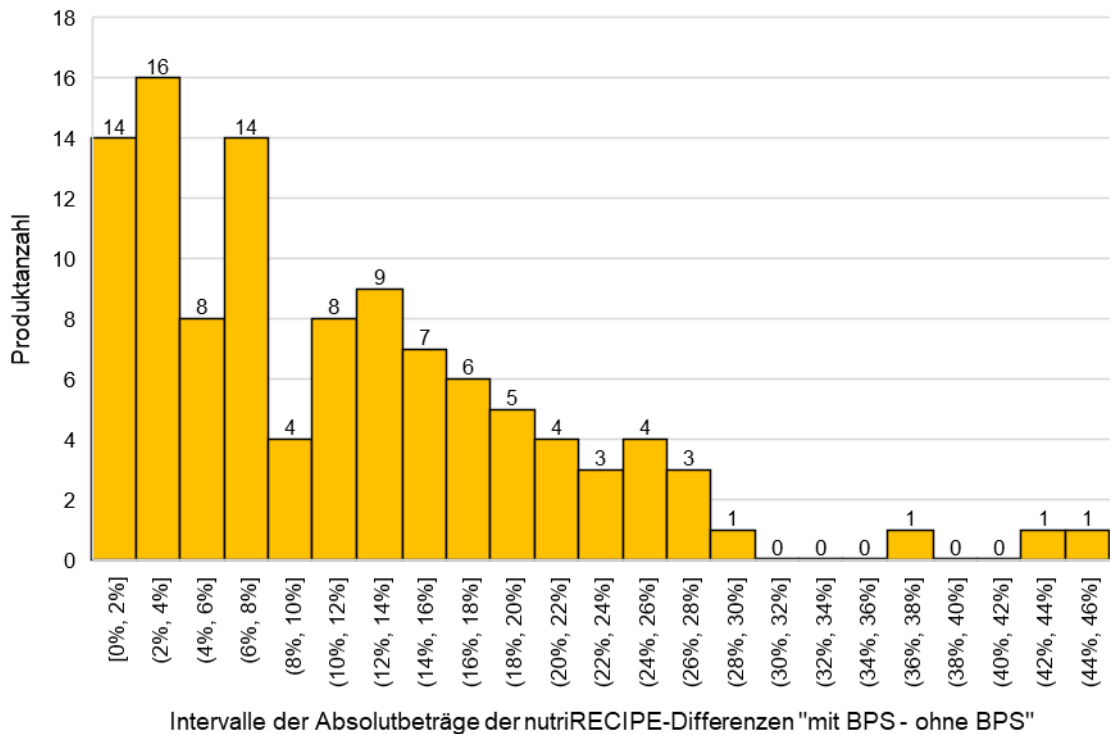
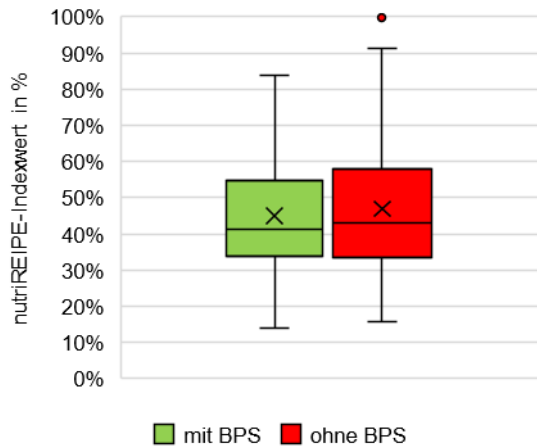


Abb. 45: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 109 TK-Gemüseprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

TK-Pizza



Tab. 34: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 40 TK-Pizzen

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	83,8 %	99,9 %
Boxanfang	54,4 %	57,3 %
Mittelwert	45,0 %	46,9 %
Median	41,3 %	42,9 %
Boxende	34,4 %	33,5 %
Ausdehnung der Box	20,1 %	23,8 %
Minimum	13,9 %	15,6 %
Spannweite des Boxplots	69,9 %	84,3 %

Abb. 46: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 40 TK-Pizzen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

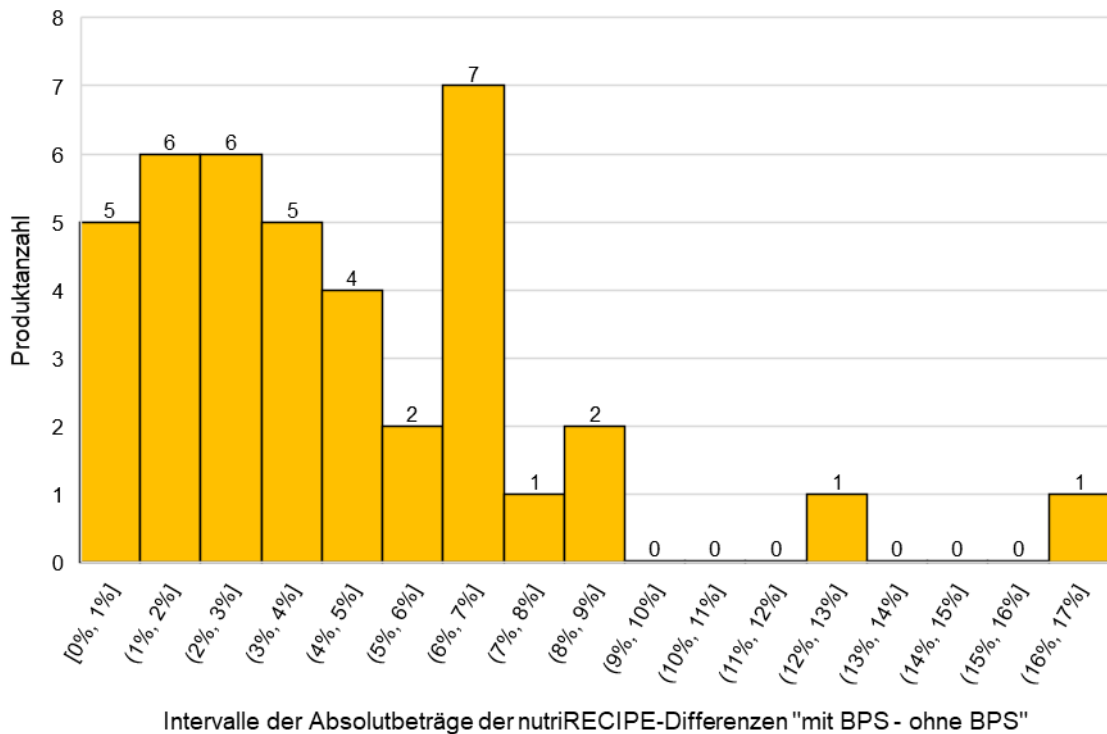
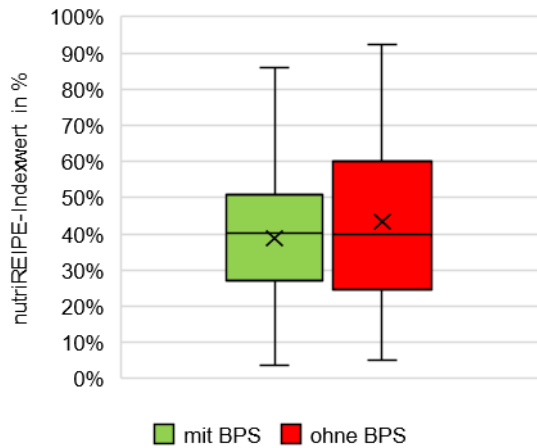


Abb. 47: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 40 TK-Pizzen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Milchprodukte



Tab. 35: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 257 Milchprodukte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	86,0 %	92,4 %
Boxanfang	50,3 %	60,0 %
Mittelwert	37,9 %	43,4 %
Median	37,3 %	39,9 %
Boxende	24,2 %	24,7 %
Ausdehnung der Box	26,1 %	35,3 %
Minimum	3,8 %	5,0 %
Spannweite des Boxplots	82,2 %	87,3 %

Abb. 48: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 257 Milchprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

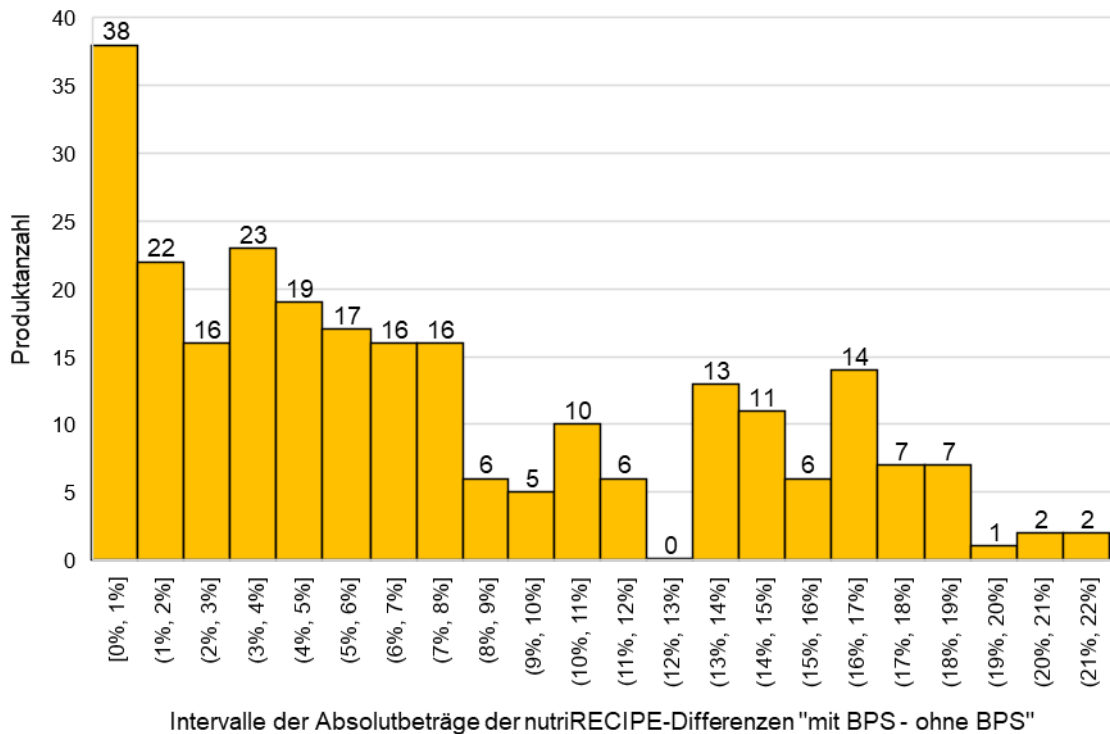
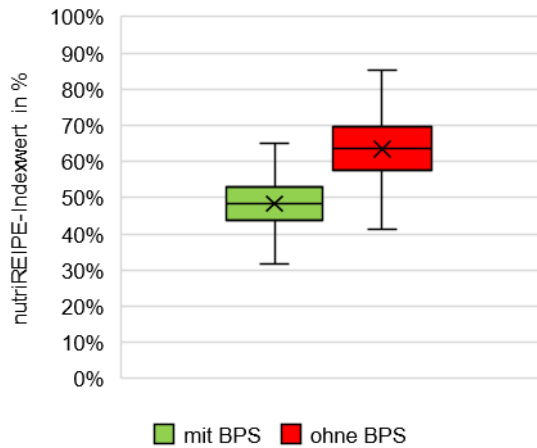


Abb. 49: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 257 Milchprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Käseprodukte



Tab. 36: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 185 Käseprodukte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	64,9 %	85,1 %
Boxanfang	53,0 %	69,6 %
Mittelwert	48,3 %	63,4 %
Median	48,6 %	63,7 %
Boxende	44,0 %	57,7 %
Ausdehnung der Box	9,0 %	11,9 %
Minimum	31,5 %	41,4 %
Spannweite des Boxplots	33,4 %	43,8 %

Abb. 50: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 185 Käseprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

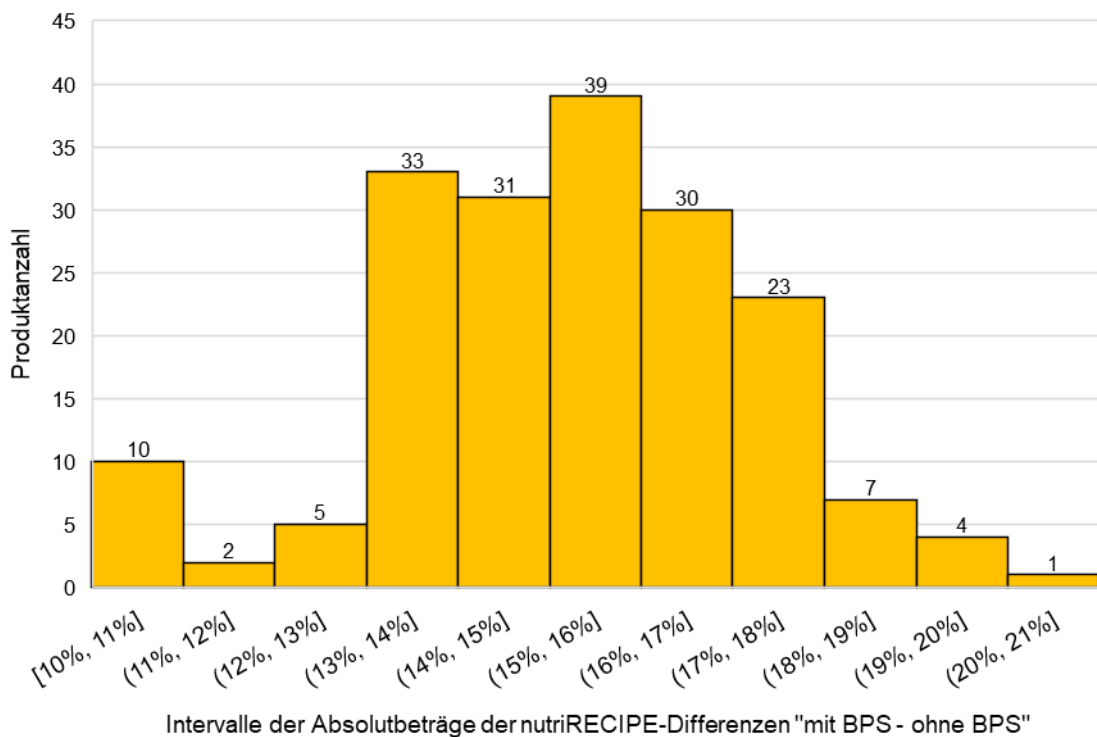
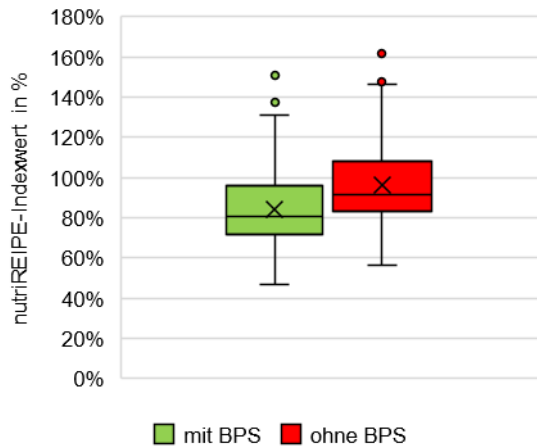


Abb. 51: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 185 Käseprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Fischprodukte



Tab. 37: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 220 Fischprodukte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	151,1 %	165,6 %
Boxanfang	95,8 %	108,4 %
Mittelwert	84,2 %	96,4 %
Median	80,6 %	91,4 %
Boxende	72,2 %	83,1 %
Ausdehnung der Box	23,6 %	25,3 %
Minimum	46,8 %	56,2 %
Spannweite des Boxplots	104,3 %	109,4 %

Abb. 52: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 220 Fischprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

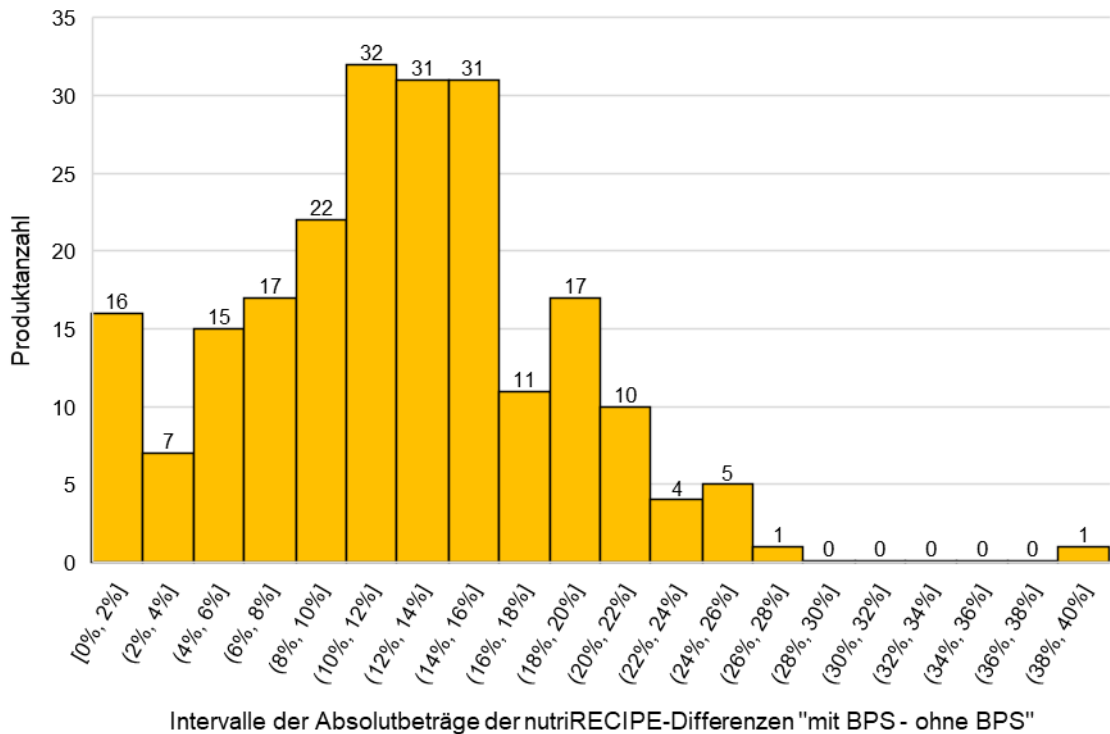
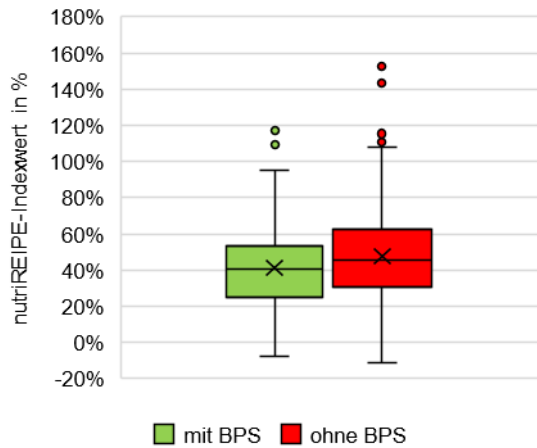


Abb. 53: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 220 Fischprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Energie- und Proteinriegel



Tab. 38: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 259 Energie- und Proteinriegel

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	117,1 %	152,8 %
Boxanfang	53,4 %	61,9 %
Mittelwert	41,3 %	47,9 %
Median	40,5 %	45,6 %
Boxende	25,2 %	31,1 %
Ausdehnung der Box	28,2 %	30,9 %
Minimum	-7,8 %	-11,4 %
Spannweite des Boxplots	124,9 %	164,2 %

Abb. 54: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 259 Energie- und Proteinriegel – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

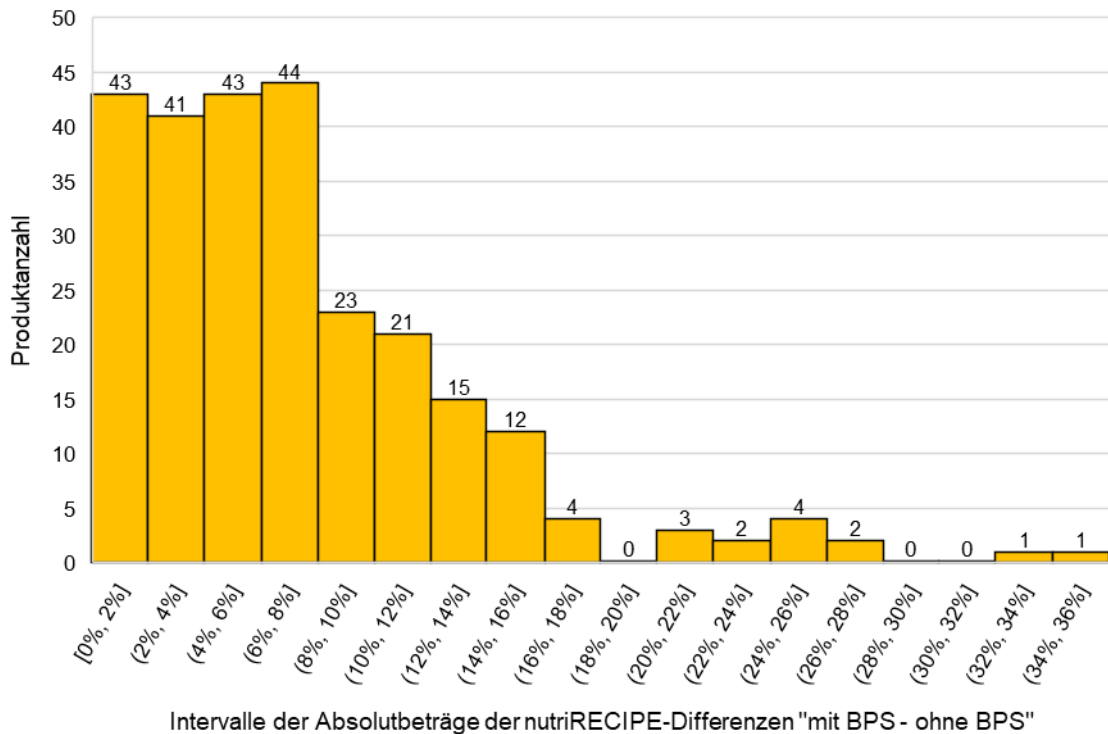
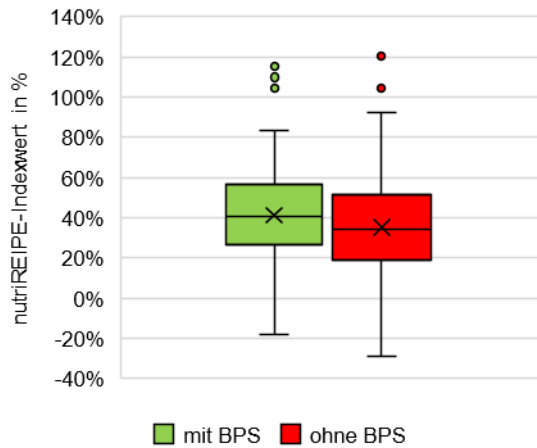


Abb. 55: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 259 Energie- und Proteinriegeln – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Dips, Senf & Saucen



Tab. 39: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 153 Dips, Senf & Saucen

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	115,4 %	124,2 %
Boxanfang	56,6 %	51,4 %
Mittelwert	41,4 %	35,4 %
Median	41,0 %	34,4 %
Boxende	26,7 %	19,3 %
Ausdehnung der Box	29,9 %	32,1 %
Minimum	-18,0 %	-28,7 %
Spannweite des Boxplots	133,4 %	152,9 %

Abb. 56: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 153 Dips, Senf & Saucen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

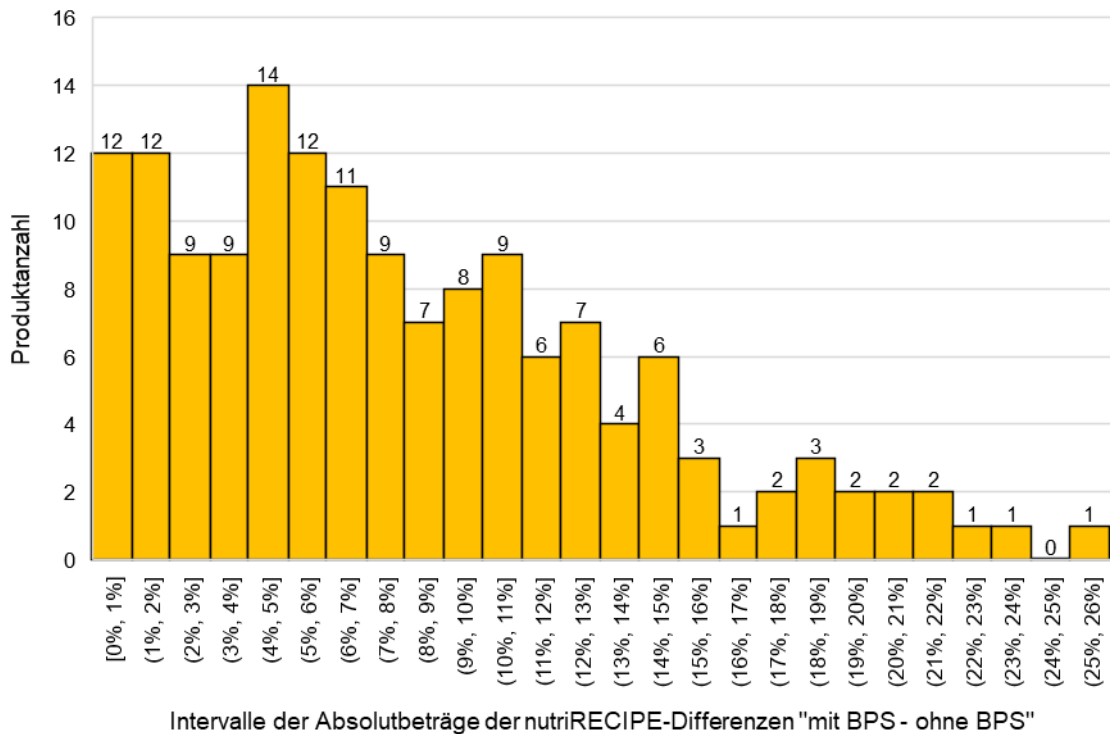


Abb. 57: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 153 Dips, Senf & Saucen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

vegetarische Aufstriche

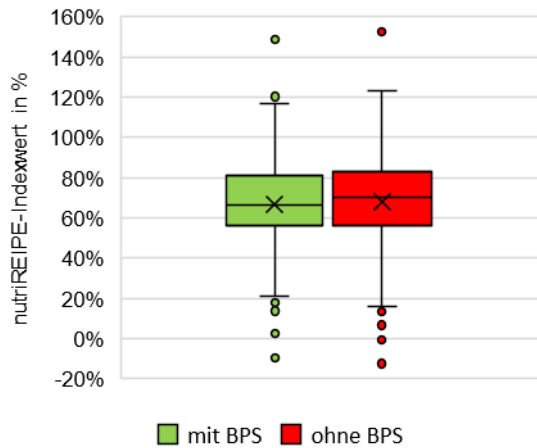


Abb. 58: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 264 vegetarische Aufstriche – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 40: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 264 vegetarische Aufstriche

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	148,7 %	152,8 %
Boxanfang	80,7 %	83,1 %
Mittelwert	66,7 %	68,2 %
Median	66,2 %	70,5 %
Boxende	56,1 %	56,4 %
Ausdehnung der Box	24,6 %	26,8 %
Minimum	-9,5 %	-12,4 %
Spannweite des Boxplots	158,2 %	165,2 %

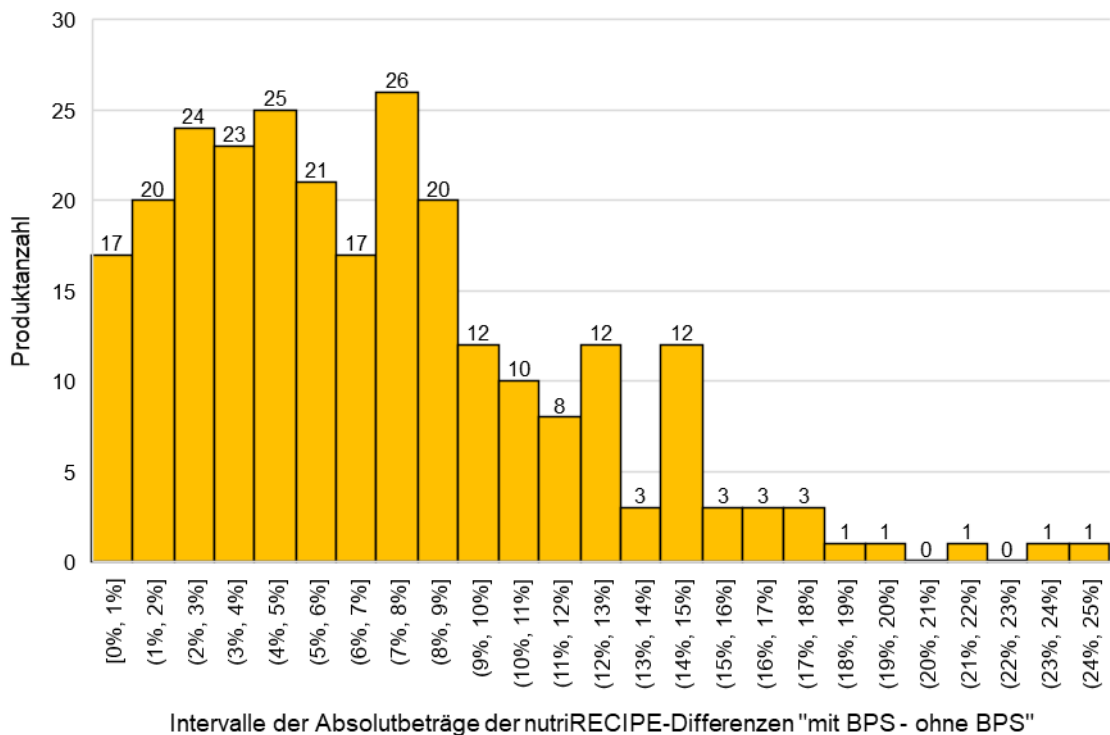
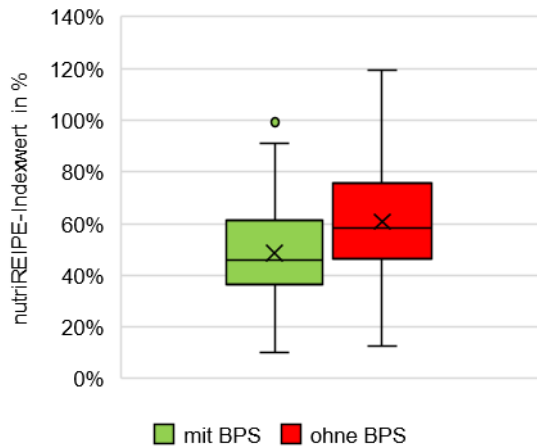


Abb. 59: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 264 vegetarischen Aufstrichen – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Pastaprodukte



Tab. 41: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 180 Pastaprodukte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	101,1 %	119,5 %
Boxanfang	61,0 %	75,8 %
Mittelwert	48,6 %	60,7 %
Median	45,7 %	58,2 %
Boxende	36,3 %	46,7 %
Ausdehnung der Box	24,8 %	29,1 %
Minimum	10,3 %	12,7 %
Spannweite des Boxplots	90,7 %	106,8 %

Abb. 60: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 180 Pastaprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

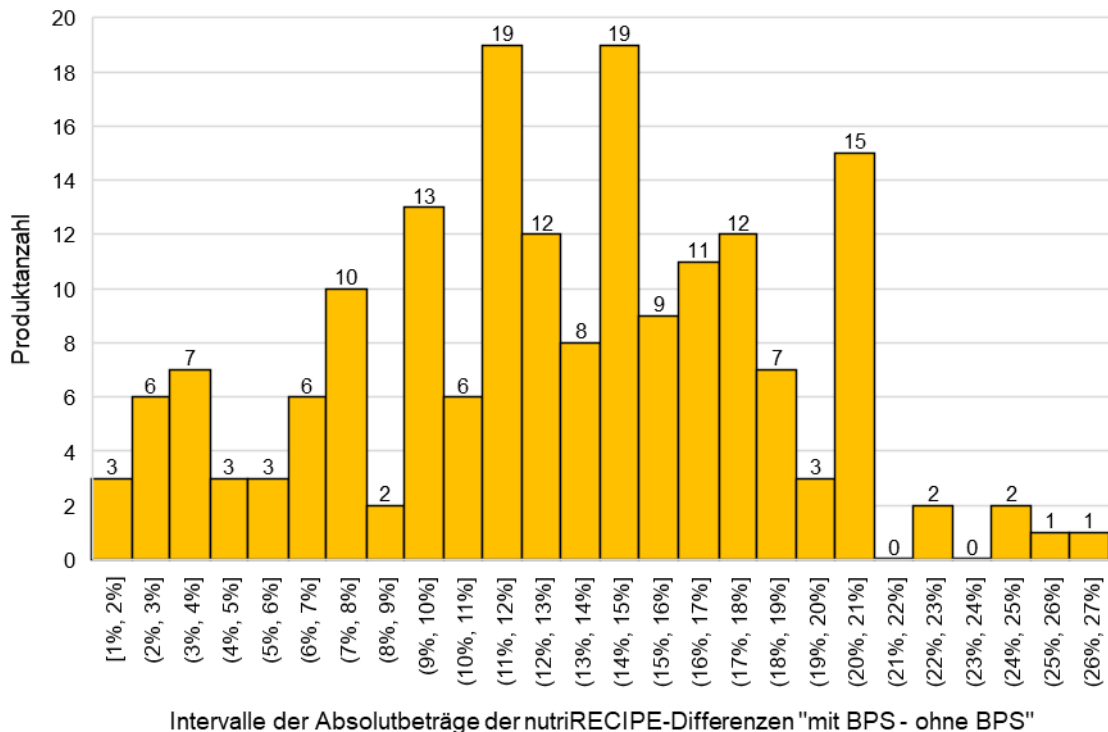
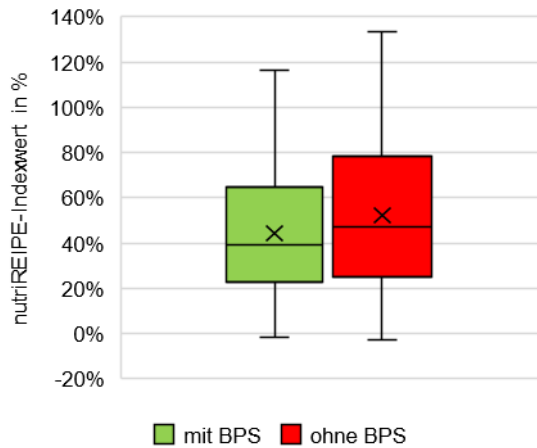


Abb. 61: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 180 Pastaprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Brotbackwaren



Tab. 42: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 285 Brotbackwaren

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	116,5 %	133,2 %
Boxanfang	64,8 %	78,3 %
Mittelwert	44,3 %	52,3 %
Median	39,2 %	47,4 %
Boxende	22,7 %	25,1 %
Ausdehnung der Box	42,2 %	53,1 %
Minimum	-1,7 %	-2,5 %
Spannweite des Boxplots	118,2 %	135,6 %

Abb. 62: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 285 Brotbackwaren – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

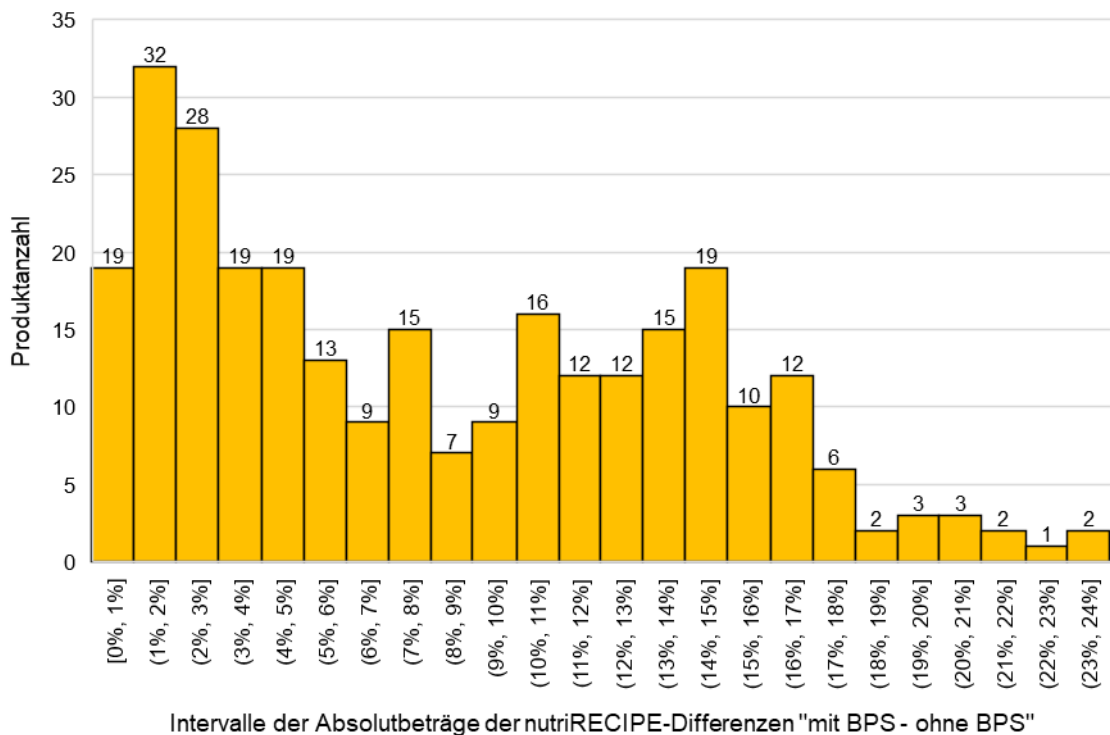
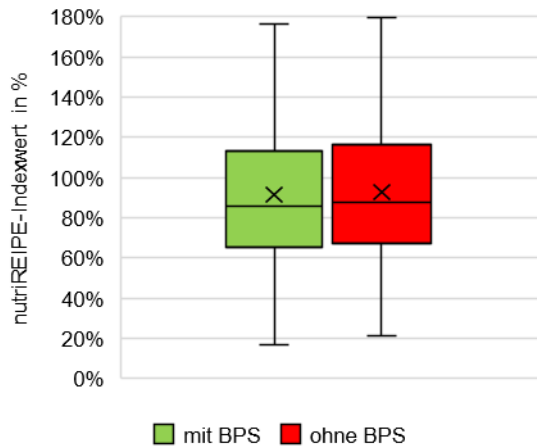


Abb. 63: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 285 Brotbackwaren – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Frosta und Igloprodukte



Tab. 43: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 256 Frosta- und Igloprodukte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	176,4 %	179,4 %
Boxanfang	113,3 %	115,2 %
Mittelwert	91,7 %	92,7 %
Median	85,9 %	87,8 %
Boxende	65,4 %	67,2 %
Ausdehnung der Box	47,9 %	48,1 %
Minimum	16,7 %	21,1 %
Spannweite des Boxplots	159,6 %	158,3 %

Abb. 64: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 256 Frosta- und Igloprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

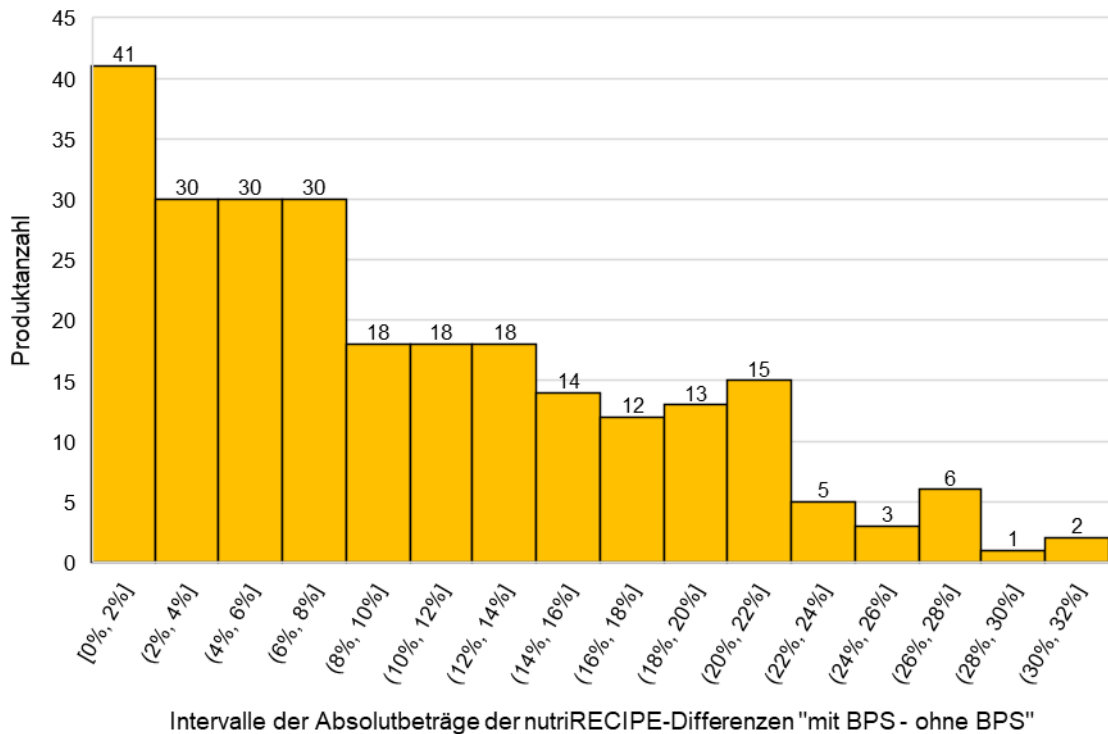
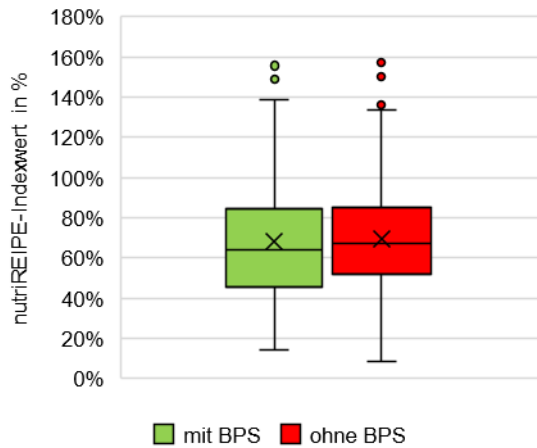


Abb. 65: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 256 Frosta- und Igloprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

TK-Komplettgerichte



Tab. 44: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 301 TK-Fertigprodukte

	mit BPS	ohne BPS
Maximum	156,3 %	157,3 %
Boxanfang	84,6 %	84,6 %
Mittelwert	68,2 %	69,6 %
Median	64,3 %	67,0 %
Boxende	45,9 %	52,1 %
Ausdehnung der Box	38,7 %	32,5 %
Minimum	14,2 %	8,5 %
Spannweite des Boxplots	142,1 %	148,9 %

Abb. 66: Boxplots des nutriRECIPE-Index für 301 TK-Fertigprodukte – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS) – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

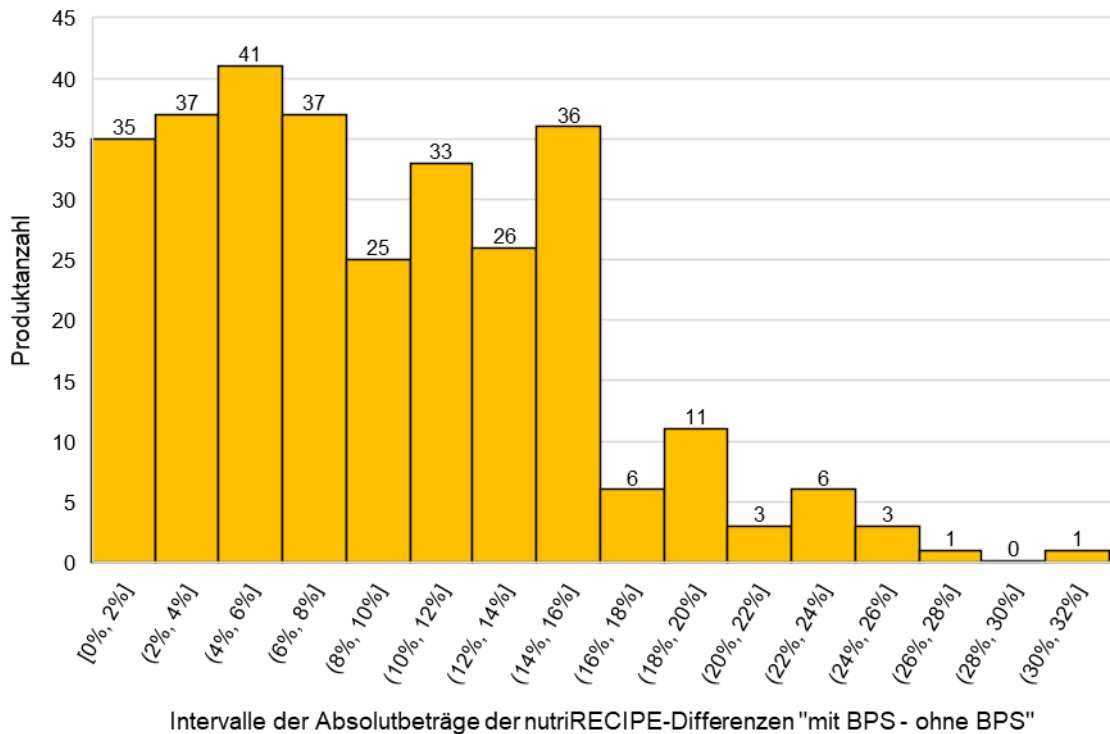


Abb. 67: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen der nutriRECIPE-Indexwerte von 301 TK-Fertigprodukten – Vergleich mit versus ohne bioaktive Pflanzenstoffe (BPS)

Anhang D – nutriRECIPE-Index Männer versus Frauen

Snackprodukte

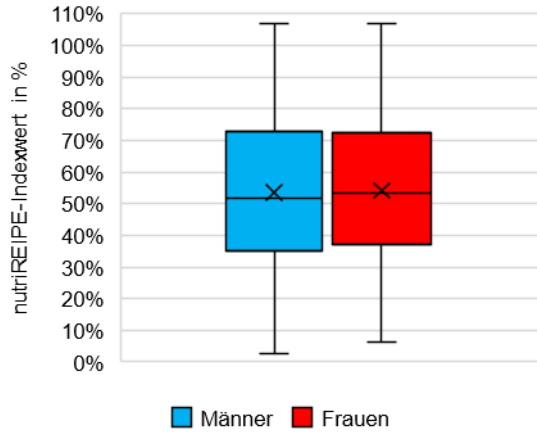


Abb. 68: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 200 Snackprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 45: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 200 Snackprodukte

	Männer	Frauen
Maximum	106,9 %	106,9 %
Boxanfang	73,0 %	72,3 %
Mittelwert	53,5 %	54,1 %
Median	51,7 %	53,4 %
Boxende	35,3 %	37,0 %
Ausdehnung der Box	37,7 %	35,2 %
Minimum	2,5 %	6,4 %
Spannweite des Boxplots	104,4 %	100,5 %

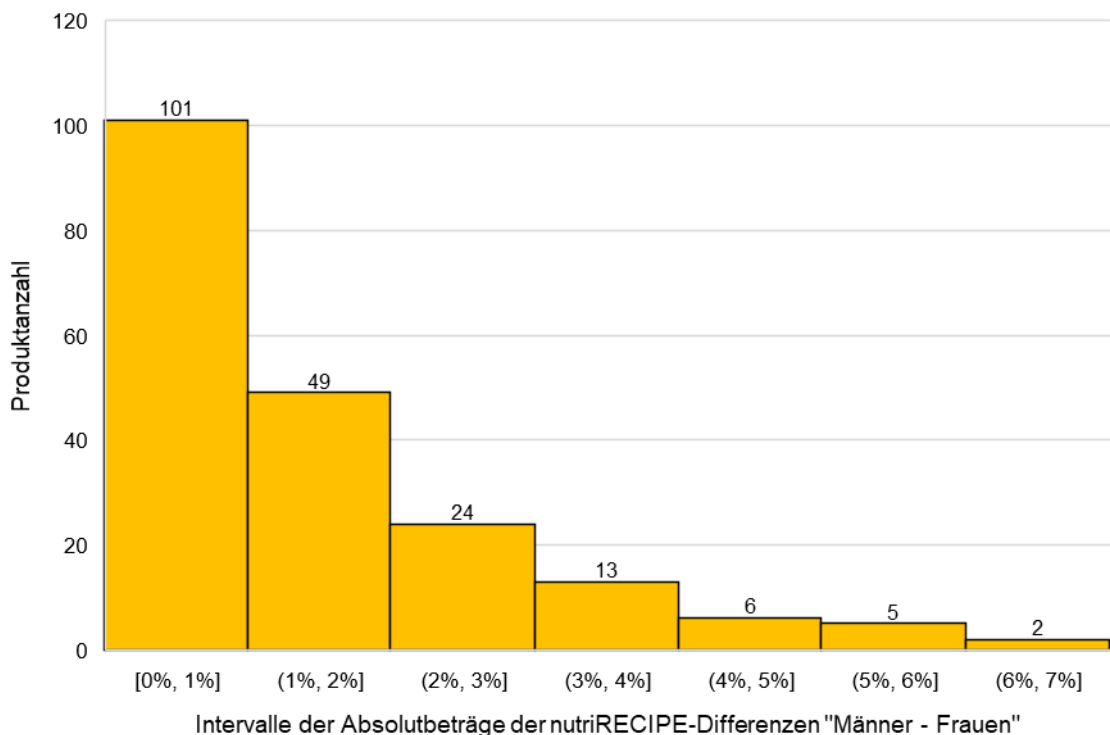


Abb. 69: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 200 Snackprodukte – Vergleich Männer versus Frauen

TK-Kartoffelprodukte

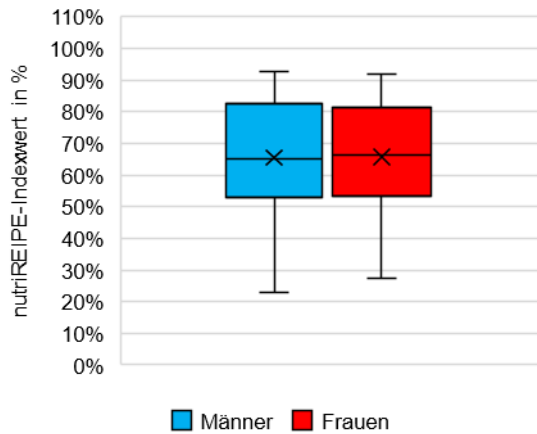


Abb. 70: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 72 TK-Kartoffelprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 46: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 72 TK-Kartoffelprodukte

	Männer	Frauen
Maximum	92,6 %	91,9 %
Boxanfang	80,6 %	80,3 %
Mittelwert	65,5 %	65,7 %
Median	65,0 %	66,4 %
Boxende	53,0 %	53,5 %
Ausdehnung der Box	27,6 %	26,8 %
Minimum	23,0 %	27,3 %
Spannweite des Boxplots	69,6 %	64,6 %

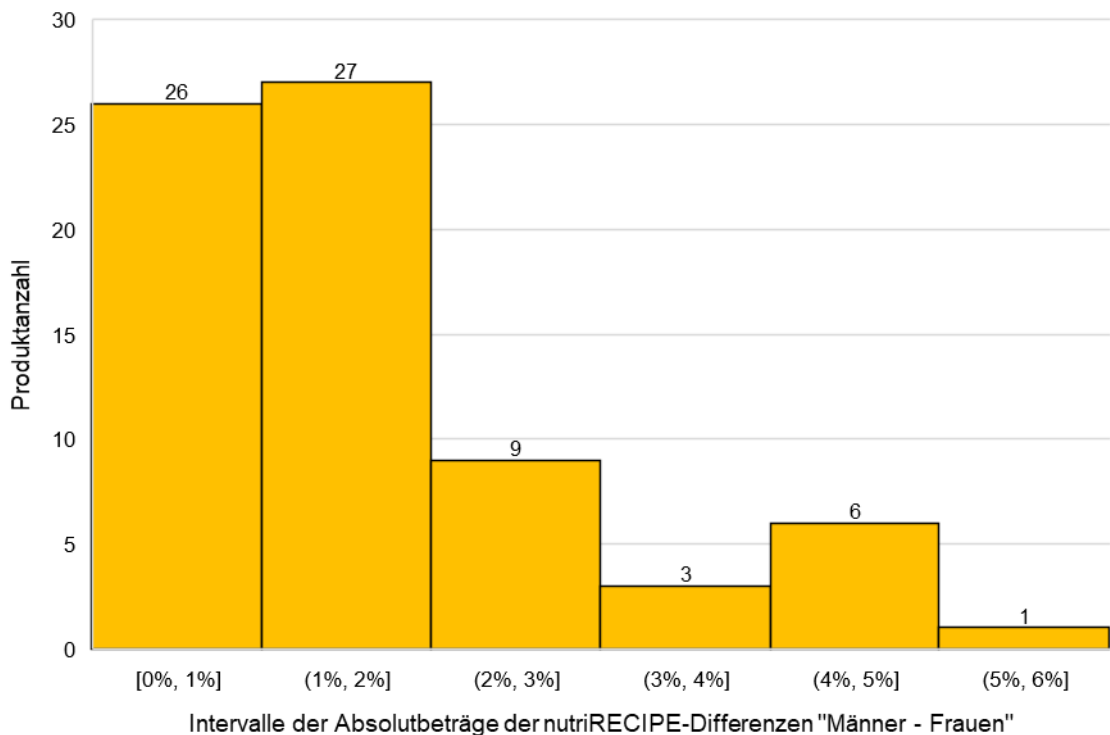


Abb. 71: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 72 TK-Kartoffelprodukte – Vergleich Männer versus Frauen

Fleischerzeugnisse

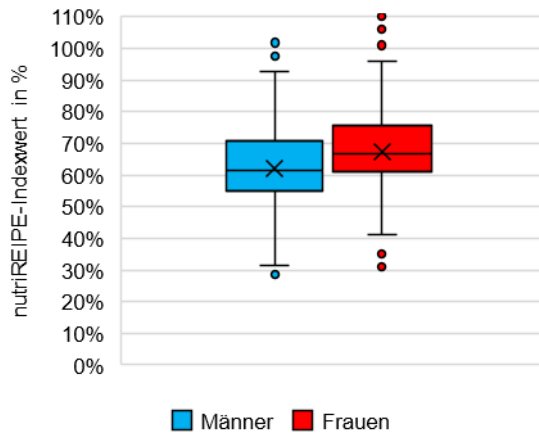


Abb. 72: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 194 Fleischerzeugnisse – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 47: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 194 Fleischerzeugnisse

	Männer	Frauen
Maximum	101,9 %	110,2 %
Boxanfang	70,5 %	75,1 %
Mittelwert	62,1 %	67,4 %
Median	61,4 %	66,8 %
Boxende	54,9 %	61,2 %
Ausdehnung der Box	15,6 %	13,9 %
Minimum	28,6 %	31,0 %
Spannweite des Boxplots	73,3 %	79,2 %

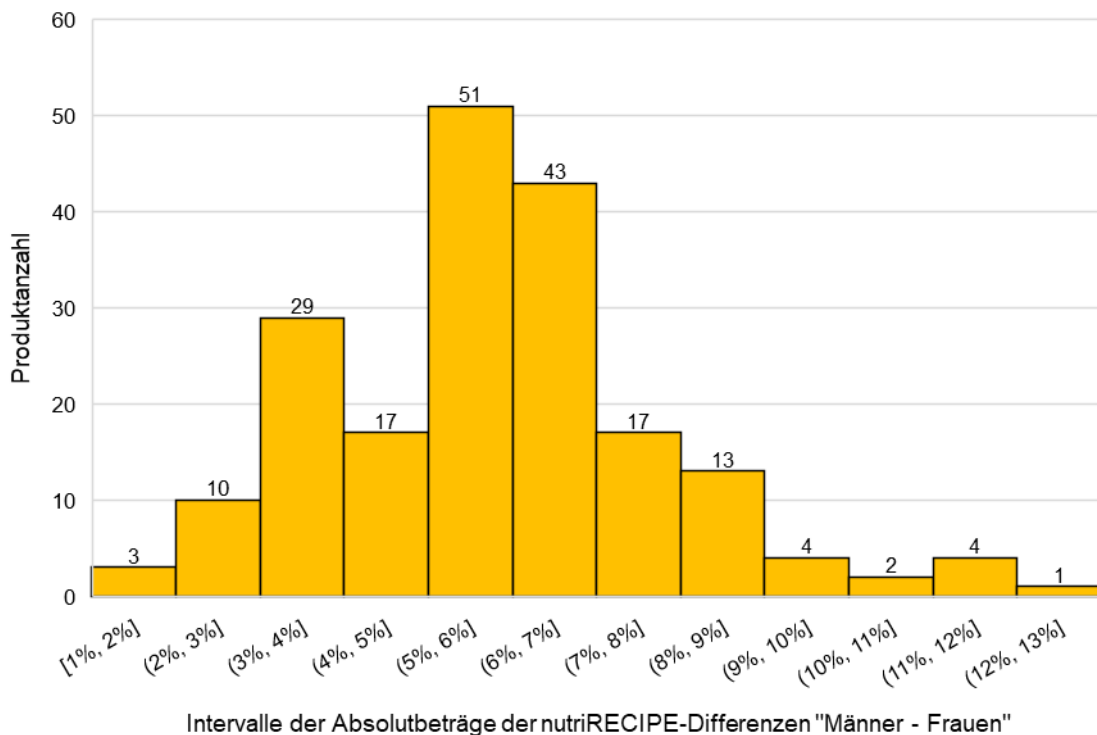


Abb. 73: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 194 Fleischerzeugnisse – Vergleich Männer versus Frauen

Süßwaren

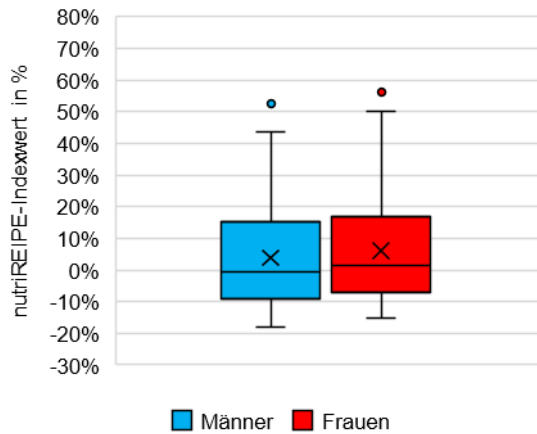


Abb. 74: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 150 Süßwaren – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 48: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 150 Süßwaren

	Männer	Frauen
Maximum	52,5 %	56,3 %
Boxanfang	13,6 %	15,7 %
Mittelwert	3,6 %	5,9 %
Median	-0,4 %	1,3 %
Boxende	-9,1 %	-6,9 %
Ausdehnung der Box	22,8 %	22,6 %
Minimum	-17,9 %	-15,1 %
Spannweite des Boxplots	70,4 %	71,4 %

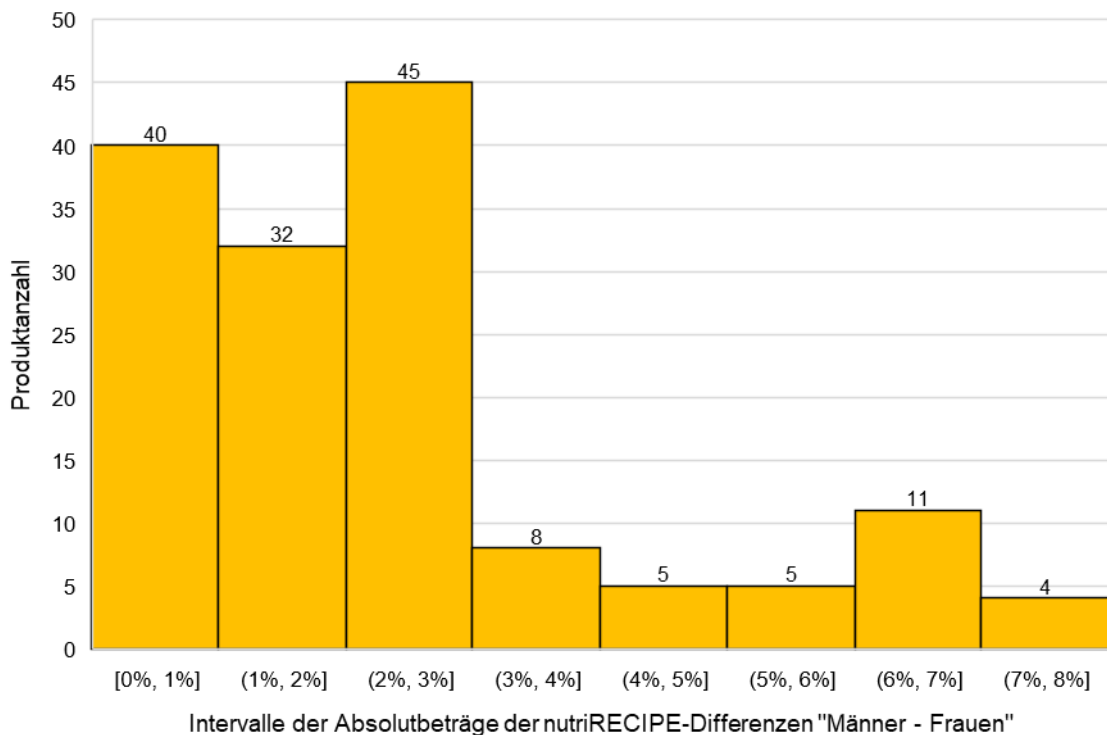


Abb. 75: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 150 Süßwaren – Vergleich Männer versus Frauen

Frühstückscerealien

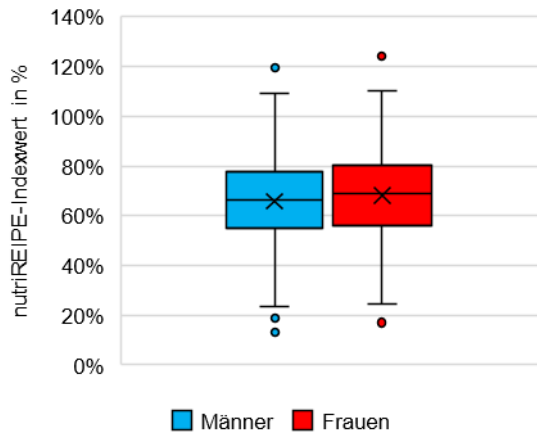


Abb. 76: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 150 Frühstückscerealien – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 49: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 150 Frühstückscerealien

	Männer	Frauen
Maximum	119,4 %	124,6 %
Boxanfang	77,3 %	80,0 %
Mittelwert	65,8 %	68,1 %
Median	66,4 %	68,8 %
Boxende	55,0 %	56,4 %
Ausdehnung der Box	22,3 %	23,6 %
Minimum	13,3 %	17,0 %
Spannweite des Boxplots	106,1 %	107,6 %

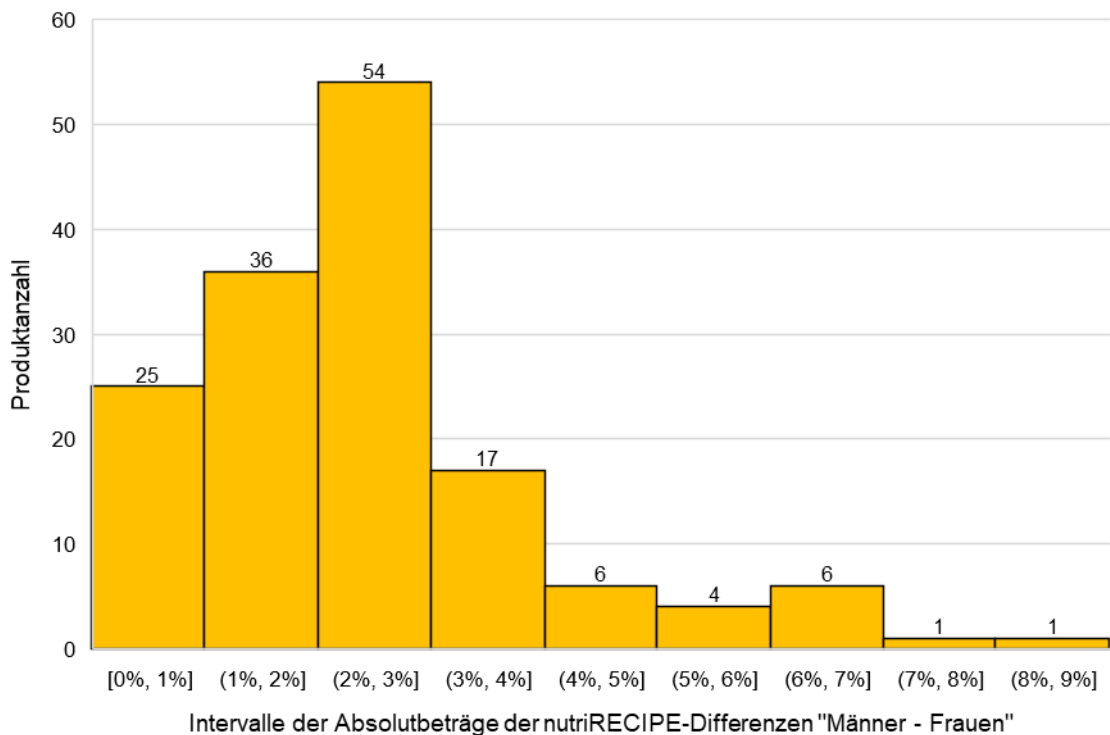
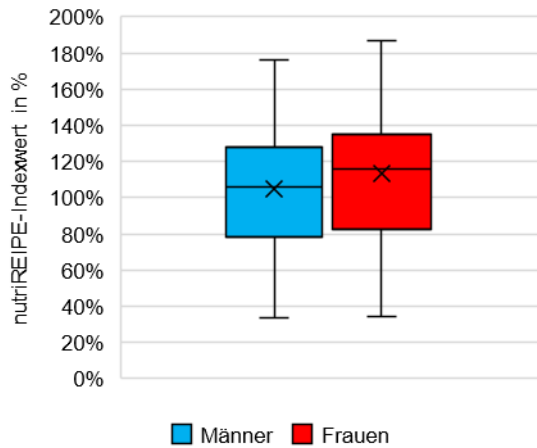


Abb. 77: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 150 Frühstückscerealien – Vergleich Männer versus Frauen

TK-Gemüse



Tab. 50: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 109 TK-Gemüse

	Männer	Frauen
Maximum	175,9 %	186,9 %
Boxanfang	126,4 %	133,6 %
Mittelwert	104,9 %	113,3 %
Median	106,1 %	115,6 %
Boxende	78,8 %	83,2 %
Ausdehnung der Box	47,6 %	50,4 %
Minimum	34,0 %	34,0 %
Spannweite des Boxplots	141,9 %	152,9 %

Abb. 78: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 109 TK-Gemüse – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

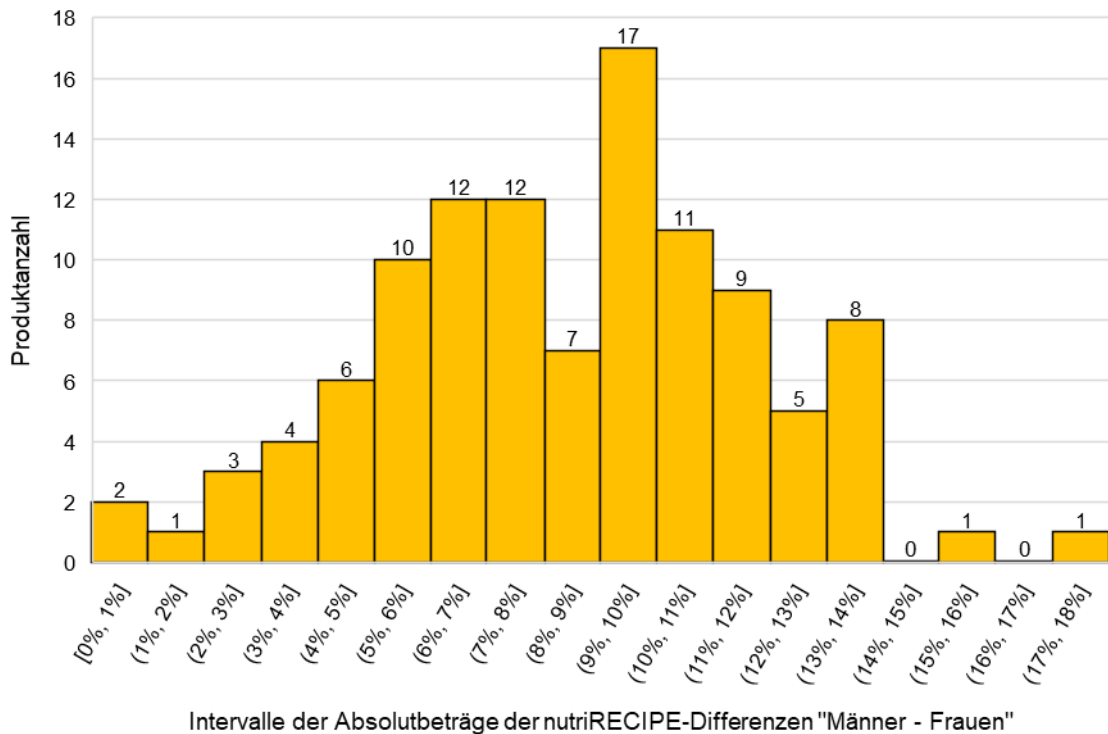


Abb. 79: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 109 TK-Gemüse – Vergleich Männer versus Frauen

TK-Pizza

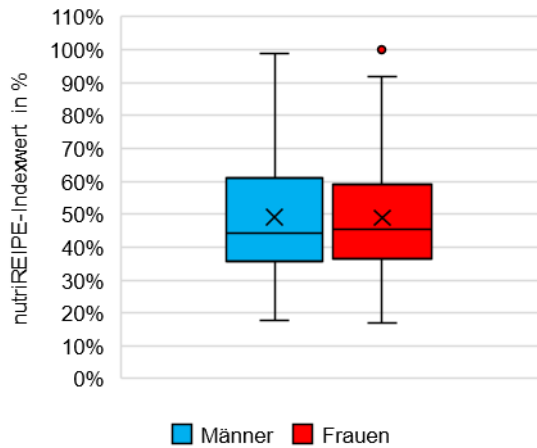


Abb. 80: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 40 TK-Pizzen – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

Tab. 51: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 40 TK-Pizzen

	Männer	Frauen
Maximum	98,7 %	100,0 %
Boxanfang	60,1 %	58,7 %
Mittelwert	49,2 %	48,9 %
Median	44,2 %	45,6 %
Boxende	35,6 %	36,5 %
Ausdehnung der Box	24,5 %	22,2 %
Minimum	17,5 %	16,9 %
Spannweite des Boxplots	81,2 %	83,1 %

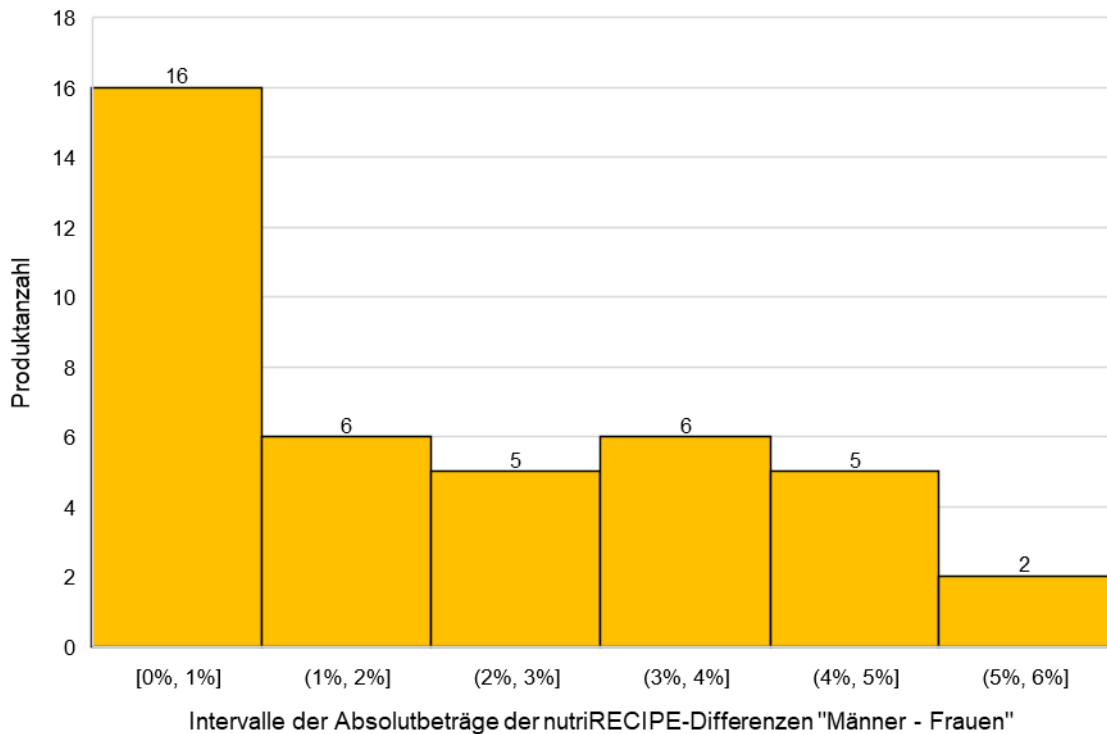
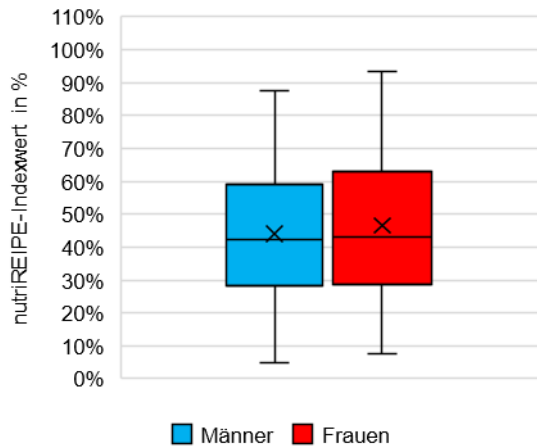


Abb. 81: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 40 TK-Pizzen – Vergleich Männer versus Frauen

Milchprodukte



Tab. 52: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 257 Milchprodukte

	Männer	Frauen
Maximum	90,4 %	93,5 %
Boxanfang	58,9 %	62,9 %
Mittelwert	42,9 %	46,6 %
Median	40,4 %	42,9 %
Boxende	25,6 %	28,6 %
Ausdehnung der Box	33,3 %	34,3 %
Minimum	4,8 %	7,7 %
Spannweite des Boxplots	85,6 %	85,8 %

Abb. 82: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 257 Milchprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

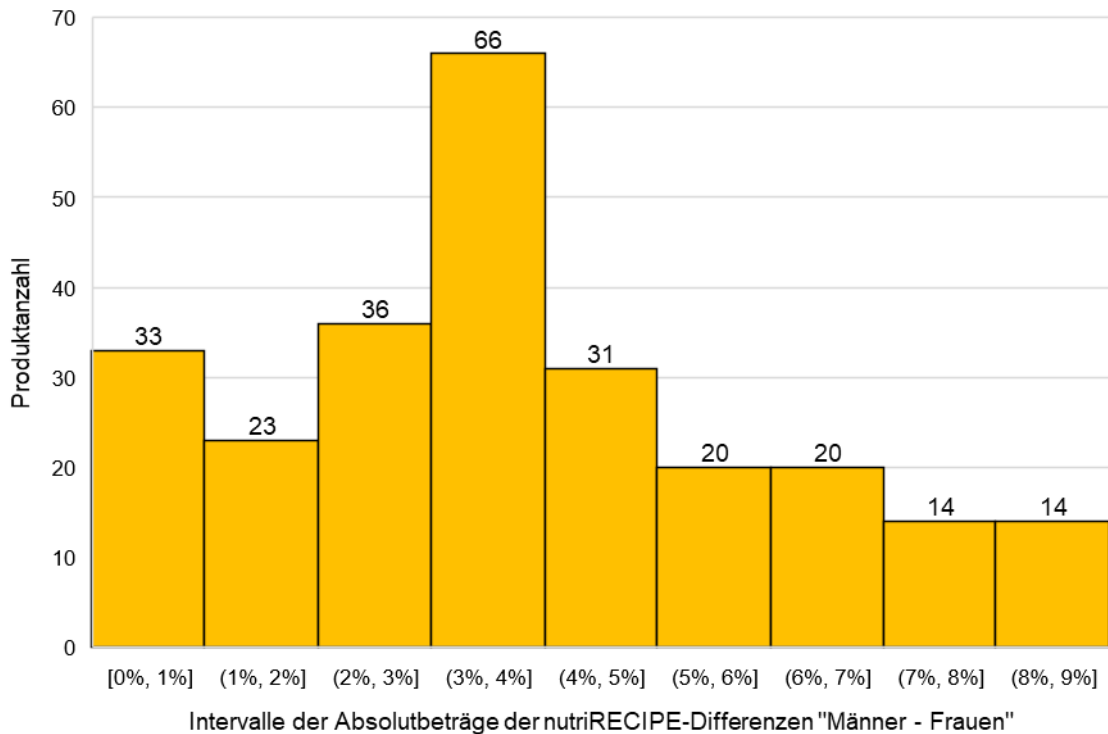
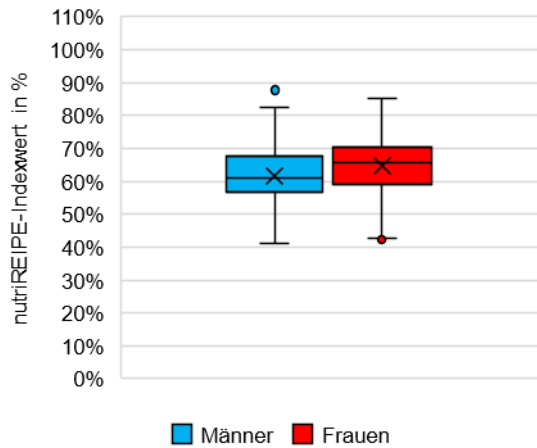


Abb. 83: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 257 Milchprodukte – Vergleich Männer versus Frauen

Käseprodukte



Tab. 53: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 185 Käseprodukte

	Männer	Frauen
Maximum	87,8 %	85,0 %
Boxanfang	67,8 %	70,2 %
Mittelwert	61,7 %	64,7 %
Median	61,1 %	65,7 %
Boxende	56,7 %	59,1 %
Ausdehnung der Box	11,1 %	11,1 %
Minimum	41,3 %	42,2 %
Spannweite des Boxplots	46,5 %	42,8 %

Abb. 84: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 185 Käseprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

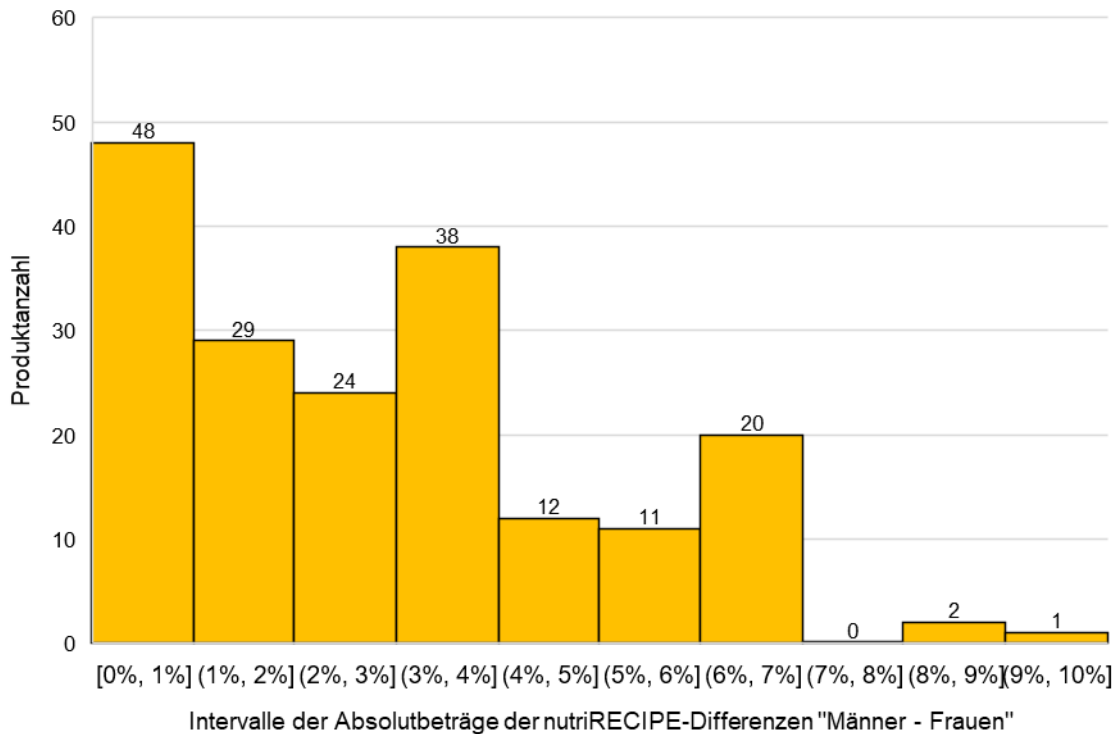
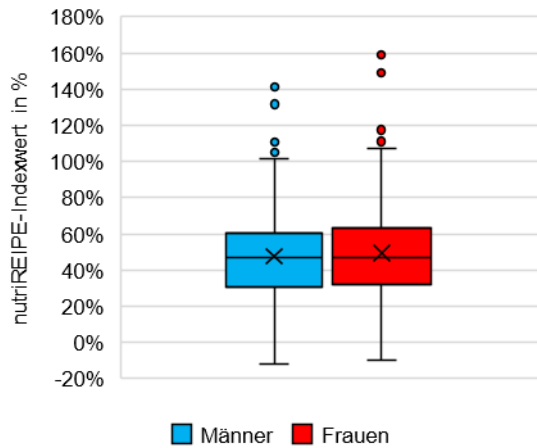


Abb. 85: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 185 Käseprodukte – Vergleich Männer versus Frauen

Energie- und Proteinriegel



Tab. 54: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 259 Energie- und Proteinriegel

	Männer	Frauen
Maximum	141,2 %	159,1 %
Boxanfang	60,4 %	63,1 %
Mittelwert	47,6 %	49,6 %
Median	46,8 %	47,0 %
Boxende	31,1 %	32,4 %
Ausdehnung der Box	29,2 %	30,7 %
Minimum	-11,7 %	-10,1 %
Spannweite des Boxplots	152,9 %	169,1 %

Abb. 86: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 259 Energie- und Proteinriegel – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

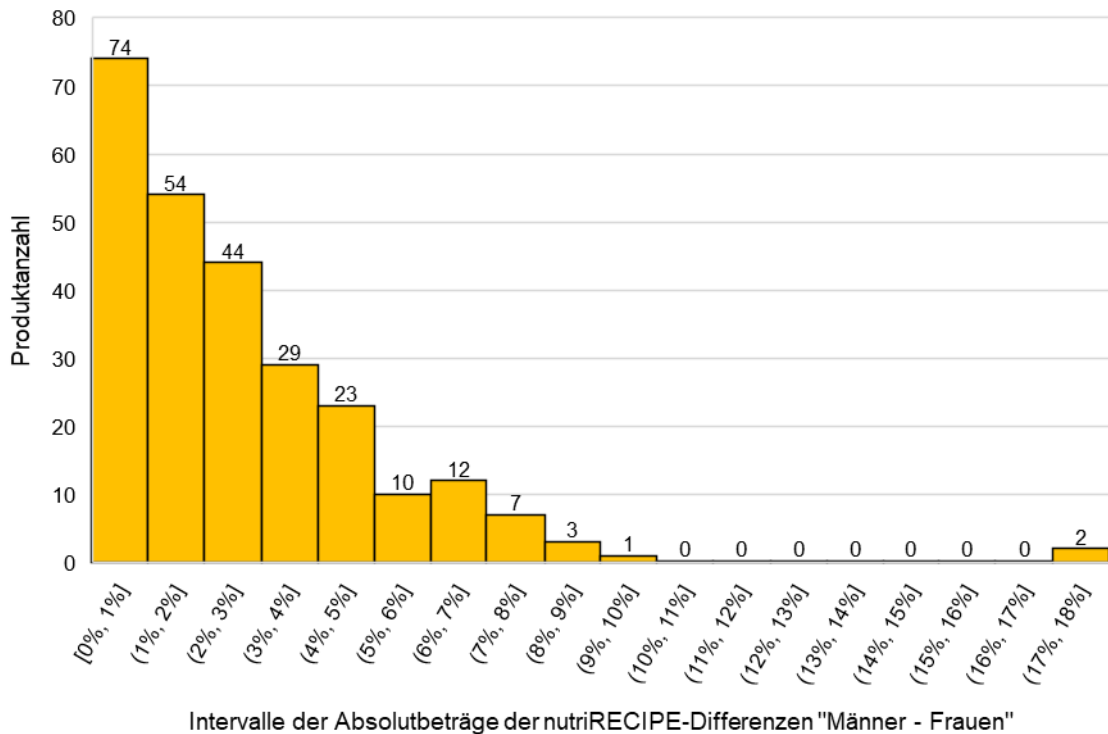
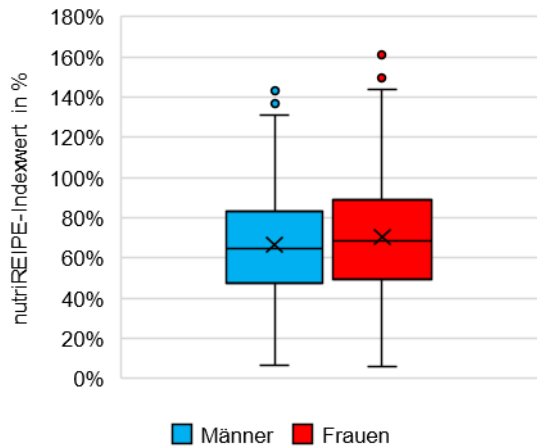


Abb. 87: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 259 Energie- und Proteinriegel – Vergleich Männer versus Frauen

verzehrfertige Salate



Tab. 55: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 294 verzehrfertige Salate

	Männer	Frauen
Maximum	143,6 %	162,3 %
Boxanfang	82,6 %	88,9 %
Mittelwert	66,7 %	70,6 %
Median	64,6 %	68,7 %
Boxende	47,9 %	49,4 %
Ausdehnung der Box	34,7 %	39,5 %
Minimum	6,9 %	6,2 %
Spannweite des Boxplots	136,8 %	156,1 %

Abb. 88: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 294 verzehrfertige Salate – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

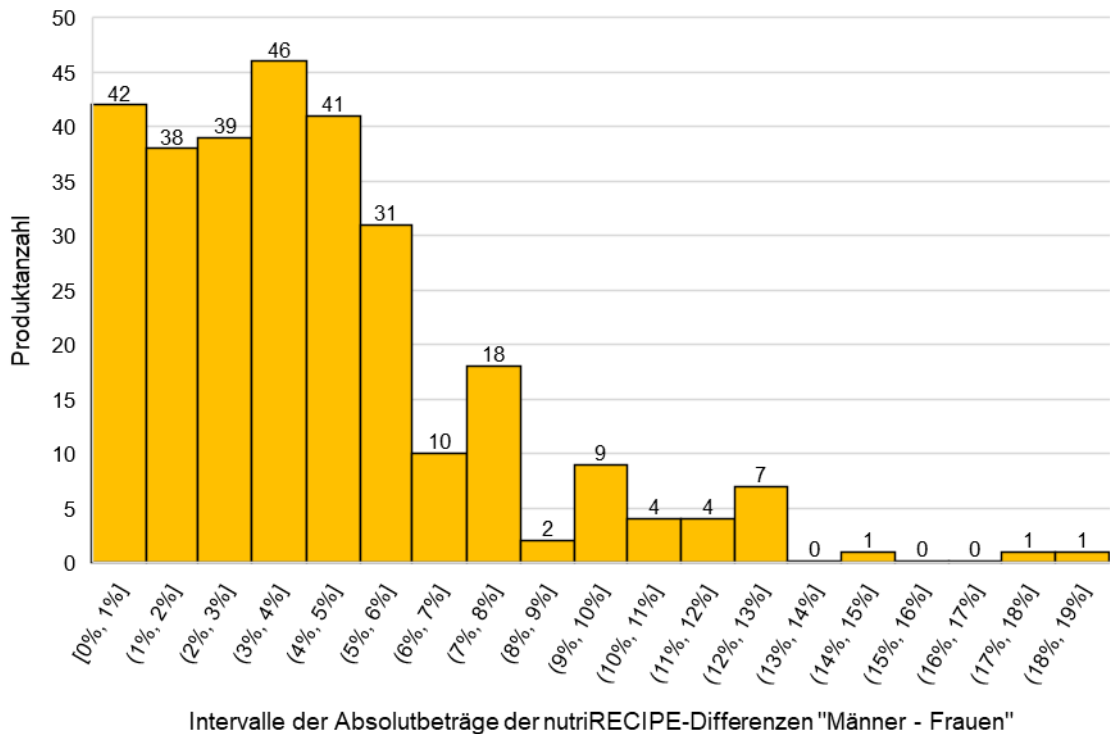
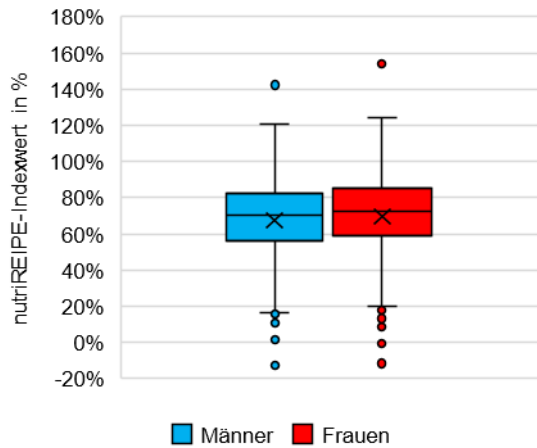


Abb. 89: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 294 verzehrfertige Salate – Vergleich Männer versus Frauen

vegetarische Aufstriche



Tab. 56: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 264 vegetarische Aufstriche

	Männer	Frauen
Maximum	142,4 %	154,0 %
Boxanfang	82,6 %	85,2 %
Mittelwert	67,5 %	69,8 %
Median	70,5 %	72,5 %
Boxende	56,4 %	59,1 %
Ausdehnung der Box	26,3 %	26,1 %
Minimum	-12,4 %	-11,6 %
Spannweite des Boxplots	154,8 %	165,6 %

Abb. 90: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 264 vegetarische Aufstriche – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

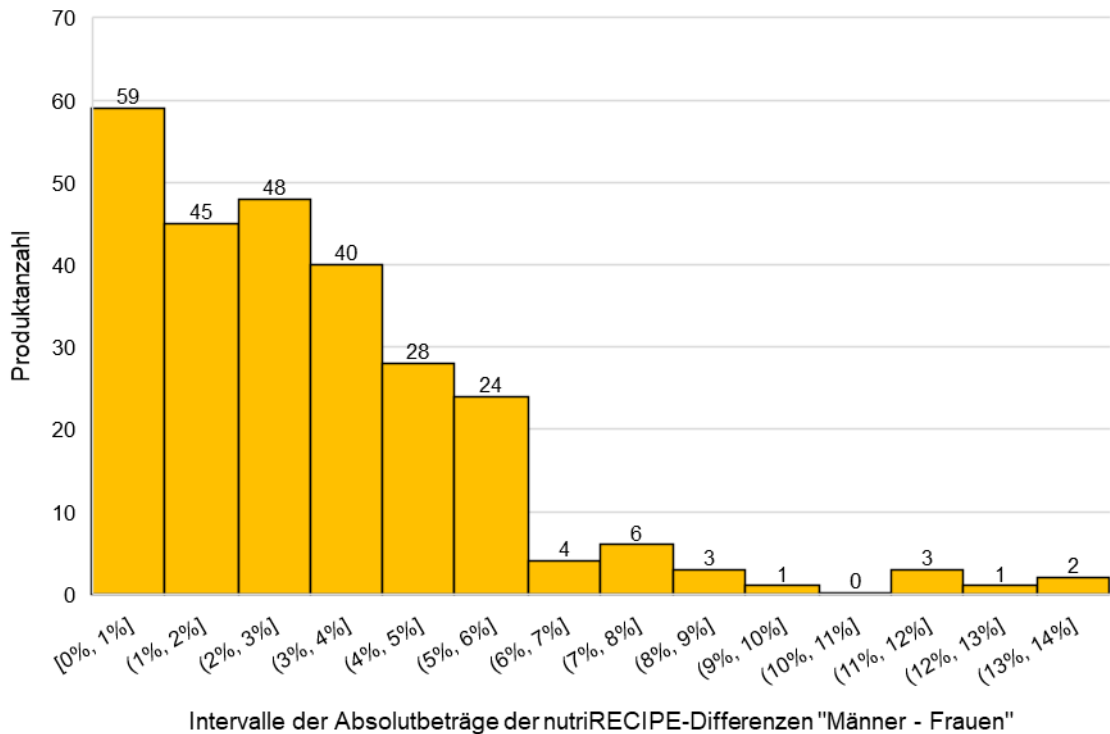
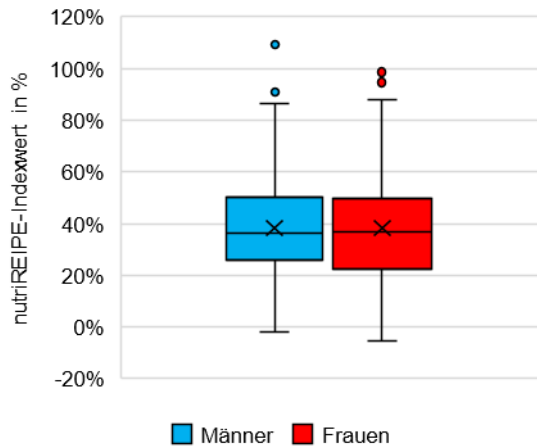


Abb. 91: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 264 vegetarische Aufstriche – Vergleich Männer versus Frauen

Obst- und Gemüsesäfte



Tab. 57: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 232 Obst- und Gemüsesäfte

	Männer	Frauen
Maximum	109,3 %	124,8 %
Boxanfang	50,5 %	49,6 %
Mittelwert	38,4 %	38,2 %
Median	36,4 %	36,7 %
Boxende	25,8 %	23,1 %
Ausdehnung der Box	24,7 %	26,5 %
Minimum	-2,0 %	-5,5 %
Spannweite des Boxplots	111,3 %	130,4 %

Abb. 92: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 232 Obst- und Gemüsesäfte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

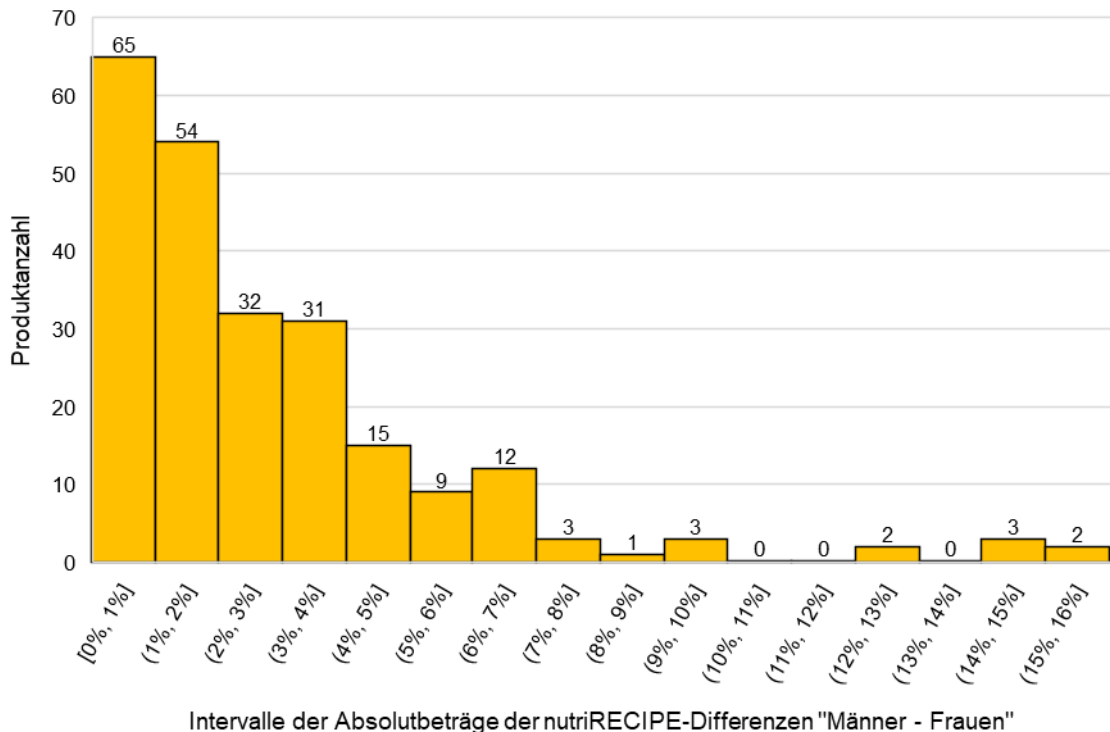
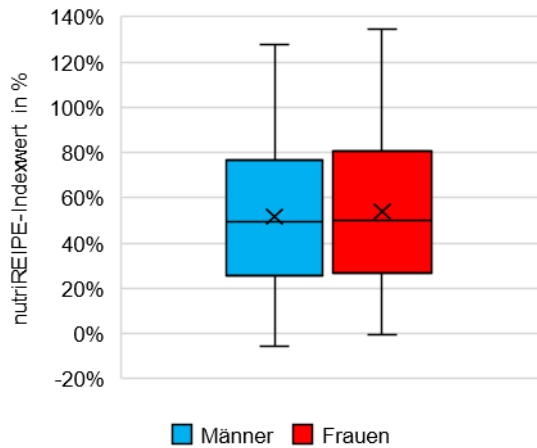


Abb. 93: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 232 Obst- und Gemüsesäfte – Vergleich Männer versus Frauen

Brotbackwaren



Tab. 58: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 285 Brotbackwaren

	Männer	Frauen
Maximum	127,7 %	134,5 %
Boxanfang	76,3 %	80,5 %
Mittelwert	51,8 %	54,1 %
Median	49,5 %	49,8 %
Boxende	25,9 %	27,1 %
Ausdehnung der Box	50,4 %	53,4 %
Minimum	-5,4 %	-0,3 %
Spannweite des Boxplots	133,1 %	134,7 %

Abb. 94: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 285 Brotbackwaren – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

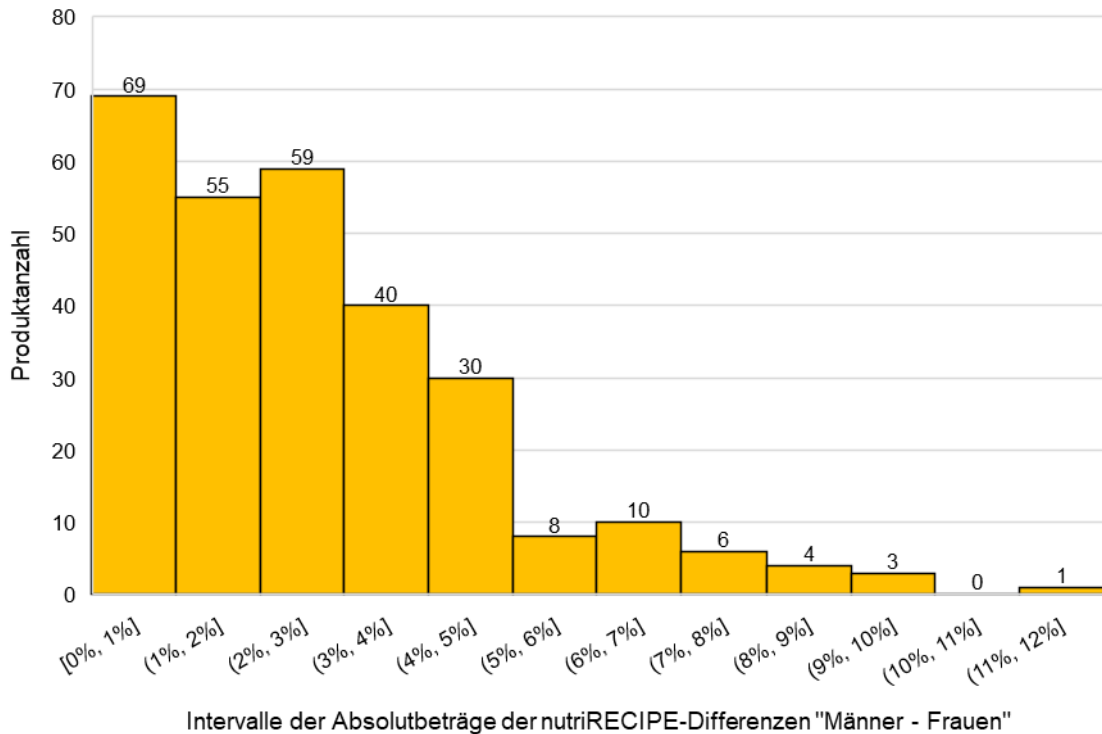
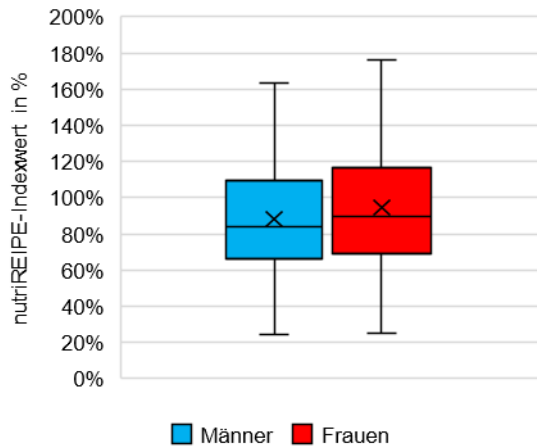


Abb. 95: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 285 Brotbackwaren – Vergleich Männer versus Frauen

Frosta- und Igloprodukte



Tab. 59: Kenngrößen der nutriRECIPE-Indexwert-Boxplots für 256 Frosta- und Igloprodukte

	Männer	Frauen
Maximum	163,1 %	176,3 %
Boxanfang	109,1 %	116,2 %
Mittelwert	88,2 %	94,5 %
Median	83,5 %	89,6 %
Boxende	65,9 %	69,1 %
Ausdehnung der Box	43,2 %	47,1 %
Minimum	24,1 %	25,0 %
Spannweite des Boxplots	139,0 %	151,3 %

Abb. 96: Boxplots des geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Index für 256 Frosta- und Igloprodukte – Vergleich Männer versus Frauen – Einzelwerte liegen außerhalb der 97,5-ten bzw. 2,5-ten Perzentile

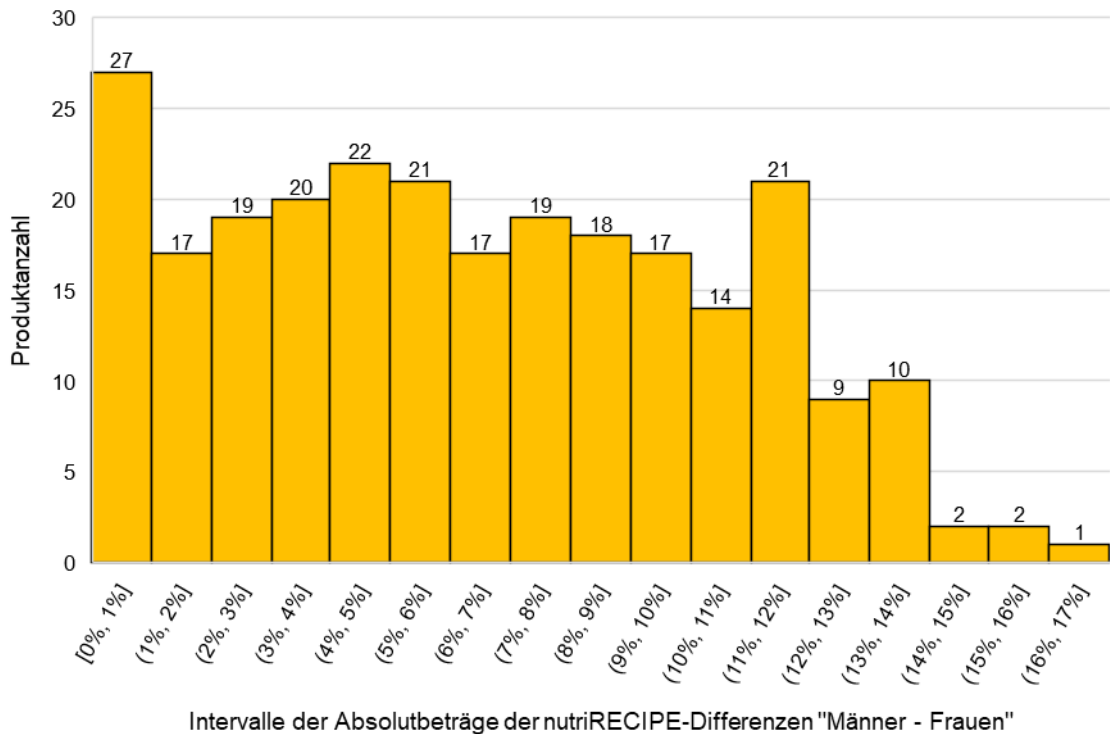


Abb. 97: Histogramm der Absolutbeträge der berechneten Differenzen aller geschlechtsspezifischen nutriRECIPE-Indexwerte für 256 Frosta- und Igloprodukte – Vergleich Männer versus Frauen

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Frank Forner
Wohnort: Eislebener Straße 1e in 06295 Lutherstadt Eisleben
Geburtsdatum: 08.07.1983 in Halle (Saale)
Staatsangehörigkeit: deutsch

Wissenschaftliche Ausbildung

10/2011 – 11/2013 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Masterstudium Ernährungswissenschaften
Abschluss: Master of Science (Note: 1,7)
10/2008 – 9/2011 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Bachelorstudium Ernährungswissenschaften
Abschluss: Bachelor of Science (Note 2,1)
10/2003 – 09/2008 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Diplomstudiengang Chemie

Beruflicher Werdegang

06/2018 – 03/2022 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Betty-Heimann-Straße 5
06120 Halle (Saale)
wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt BTTR
11/2015 – 05/2018 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Betty-Heimann-Straße 5
06120 Halle (Saale)
wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt nutriCARD
07/2008 – 10/2015 msu solutions GmbH
Blücherstraße 24
06120 Halle (Saale)

Wissenschaftliche Publikationen

1. Laura Schlarbaum; Frank Forner ; Kristin Bohn; Michael Amberg; Patrick Mäder; Stefan Lorkowski; Toni Meier, "Nutritional Assessment of Ready-to-Eat Salads in German Supermarkets: Comparison of the nutriRECIPE-Index and the Nutri-Score", *Foods*, 11 (2022) 4011.
2. Kristin Bohn; Michael Amberg; Toni Meier; Frank Forner; Gabriele I. Stangl; Patrick Mäder, „Estimating food ingredient compositions based on mandatory product labeling”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 110 (2022) 104508.
3. Frank Forner; Ina Volkhardt; Toni Meier; Olaf Christen; Gabriele I. Stangl, „The nutriRECIPE-Index - Development and Validation of a Nutrient-Weighted Index for the Evaluation of Recipes”, *BMC Nutrition*, 7 (2021) 74.
4. Toni Meier; Urte Grauwinkel; Frank Forner; Ina Volkhardt, „Ökologische und gesundheitliche Auswertung von 610 Rezepturen in der Außerhausverpflegung: Analyseergebnisse der Bilanzierungsmethode susDISH“ In: Teitscheid P, Langen N, Speck M, Rohn H (Hrsg.) (2018): Nachhaltig außer Haus essen. Von der Idee bis auf den Teller. Oekom Verlag, 1. Auflage. München.

Konferenzbeiträge

03/2019	56. DGE-Kongress 2019 in Gießen Posterbeitrag und Posterpreis: „Proof-of-Concept für die Berechnung der Lebensmittelzusammensetzung aus Nährwertangabe und Zutatenliste - ein erster Schritt um nachhaltige Kaufentscheidungen zu ermöglichen“
10/2017	MRI Conference 2017 in Karlsruhe „Nutrition Monitoring – Challenges and Developments“ Poster: “Calculating the content of Bioactive Plant Compounds in foods using data from eBASIS linked to the BLS”
04/2017	EuroFIR Food Forum 2017 in Brüssel Thema: „Food and Health Research Infrastructure – Current Status and Future Landscape “ Vortrag: “Calculating the content of Bioactive Plant Compounds in complex menus using the eBASIS-database”

03/2017

54. DGE-Kongress 2017 in Kiel

Thema: „Ernährungs- und Lebensmittelforschung –
Werden wir den gesellschaftlichen Herausforderungen
gerecht?“

Poster: „Bioactive Plant Compounds – Developing a
data matrix and integration into the German food code
database“

Halle (Saale), 19.03.2024

Frank Forner

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Frank Forner, geboren 08.07.1983, an Eides statt, dass ich die vorliegende Promotionsarbeit selbstständig verfasst habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und Zitate kenntlich gemacht. Aus anderen Quellen übernommene Tabellen, Grafiken, bildliche Darstellungen und Ähnliches habe ich ebenfalls gekennzeichnet. Ferner versichere ich, dass diese Promotionsarbeit nicht bereits im Rahmen eines anderen Promotionsverfahrens eingereicht wurde.

Ort, Datum

Unterschrift