

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeine Grundlagen</b> .....	<b>25</b>
1.1	Historische Notizen.....	25
1.2	Häufigkeit von Krebserkrankungen und Todesfällen .....	25
1.3	Auftreten von Krebserkrankungen und Ernährungsfaktoren – globale Zusammenhänge .	26
1.3.1	Beeinträchtigung der Krebsinzidenz durch Ernährung .....	26
1.3.2	Verschiedene Ernährungsformen ....	27
1.3.3	Änderungen des Ernährungsverhaltens.....	28
1.4	Entstehung und Eigenschaften von Krebszellen .....	29
1.5	Grundlagen der Risikoabschätzung kanzerogener Noxen.....	31
1.5.1	Mehrstufenkonzept der Kanzerogenese .....	31
1.5.2	Gentoxische und nicht gentoxische Kanzerogene .....	32
1.6	Molekulare Mechanismen der Krebsauslösung .....	33
1.6.1	Metabolische Aktivierung und Detoxifizierung von Kanzerogenen ..	33
1.6.2	Signaltransduktion: intra- und extrazelluläre Kommunikation .....	36
1.6.3	DNA-Schädigung und ihre Konsequenzen .....	38
1.6.4	Epigenetische Faktoren.....	42
	DNA-Methylierung und Transkription von Genen.....	42
	Beeinflussung der DNA-Methylierung durch Nahrungsinhaltsstoffe.....	42
	Histonacetylierung.....	45
1.6.5	Sauerstoffradikale und oxidative DNA-Schäden.....	45
	Entstehung und biologische Funktionen von Sauerstoffradikalen.....	46
	Inaktivierung von Radikalen durch Antioxidanzien und Enzyme.....	47
	Konsequenzen von oxidativem Stress ....	48
	Oxidative DNA-Schäden und Krebs .....	51
1.7	Immunsystem und Ernährung .....	51
1.7.1	Unspezifische und spezifische Immunreaktionen .....	51
1.7.2	Immunsystem und Krebsentstehung .....	52
1.7.3	Beeinflussung des Immunsystems durch Nahrungsfaktoren .....	53
1.8	Entwicklung von Tumoren.....	53
1.8.1	Metastasierung .....	53
1.8.2	Angiogenese.....	55
	Molekulare Mechanismen .....	55
1.9	Literatur.....	56
1.10	Weiterführende Literatur .....	56
<b>2</b>	<b>Methoden und Modelle der Krebsforschung und ihr Einsatz zur Untersuchung von Nahrungsmitteln</b> .....	<b>58</b>
2.1	Vor- und Nachteile von In-vitro- und In-vivo-Experimenten.....	58
2.1.1	Versuche mit subzellulären Fraktionen und stabilen Zelllinien .....	58
2.1.2	Tierversuche.....	60
2.2	Detektion DNA-schädigender und -protektiver Effekte von Nahrungsmittelinhaltsstoffen .....	60
2.2.1	Nachweis von Primärschäden.....	60
2.2.2	Indikationsverfahren.....	61
	Comet-Assay.....	61
2.2.3	Mutationstests.....	62
	Salmonella/Mikrosomen-Test .....	62

Thioguaninresistenztest und HPRT-Assay .....	64	Langzeitstudien mit Labornagern .....	70
Tests mit transgenen Tieren .....	64	Präneoplastische Läsionen .....	72
Kleinkerntests .....	64	Verwendung von chemischen Kanzerogenen in Präventionsstudien .....	74
Schwesterchromatid-Austauschtest .....	65	Untersuchungen mit genetisch veränderten Tieren .....	75
2.2.4 Aussagekraft der Humanstudien .....	66	Xenograft-Modelle .....	76
<b>2.3 Nachweis antioxidativer Nahrungsinhaltsstoffe .....</b>	<b>66</b>	<b>2.5 Omics-Methoden .....</b>	<b>76</b>
2.3.1 Physikalische und chemische Methoden .....	66	2.5.1 Definitionen und Nomenklatur .....	76
2.3.2 Oxidation von Makromolekülen .....	66	2.5.2 Transkriptomics .....	77
<b>2.4 Nachweis kanzerogener Wirkungen .....</b>	<b>68</b>	2.5.3 Proteomics .....	79
2.4.1 In-vitro-Modelle .....	68	2.5.4 Metabolomics .....	79
2.4.2 In-vivo-Modelle .....	70	<b>2.6 Epidemiologie und Biomonitoring</b>	<b>79</b>
<b>3 Chemie der Nahrungverarbeitung .....</b>	<b>83</b>	<b>2.7 Literatur .....</b>	<b>81</b>
3.1 Kochen .....	83	<b>2.8 Weiterführende Literatur .....</b>	<b>82</b>
3.1.1 Kurze Geschichte des Kochens .....	83	<b>3.4 Schicksal protektiver Substanzen bei der Verarbeitung von Lebensmitteln .....</b>	<b>85</b>
3.1.2 Veränderungen im Kochtopf .....	83	<b>3.5 Literatur .....</b>	<b>85</b>
<b>3.2 Oxidation von Fetten .....</b>	<b>83</b>	<b>3.6 Weiterführende Literatur .....</b>	<b>85</b>
<b>3.3 Maillard-Reaktion .....</b>	<b>84</b>	<b>4 Risikofaktoren .....</b>	<b>86</b>
<b>4.1 Rolle der Hauptbestandteile der Nahrung .....</b>	<b>86</b>	4.1 Alkohol .....	93
4.1.1 Fette .....	86	4.3.1 Verstoffwechslung von Alkohol .....	94
Allgemeines .....	86	4.3.2 Mechanismen der Krebsauslösung durch Alkohol .....	94
Epidemiologische Studien .....	87	4.3.3 Leberschädigung und Auslösung von hepatozellulären Karzinomen durch Alkohol .....	95
4.1.2 Proteine .....	88	4.3.4 Weitere Mechanismen .....	95
4.1.3 Zucker und Polysaccharide .....	89	4.3.5 Tierexperimentelle Befunde .....	97
<b>4.2 Fleischkonsum .....</b>	<b>89</b>	4.3.6 Humanstudien .....	98
4.2.1 Mechanismen der Krebsauslösung durch Fleischkonsum .....	89	<b>4.4 Lebensmittelzusatzstoffe .....</b>	<b>99</b>
4.2.2 Ergebnisse diverser epidemiologischer Studien .....	91	4.4.1 Farbstoffe .....	100
Kolorektalkrebs .....	91	Derzeit verwendete Lebensmittelfarbstoffe .....	102
Weitere Organe .....	92	4.4.2 Süßstoffe .....	102
4.2.3 Empfehlungen zur Reduktion des Risikos .....	93	Cyclamate .....	104
		Saccharin .....	104

# Abkürzungen

Aspartam.....	105	4.7.7	Ergebnisse von Humanstudien.....	131
Stevia.....	107	4.7.8	Bewertung des Gefährdungspotenzials, Risikoabschätzung und Grenzwerte.....	132
4.4.3 Weitere Lebensmittelzusatzstoffe....	108			
4.4.4 Wie gefährlich sind unsere Lebensmittelzusatzstoffe? .....	109			
<b>4.5 Kanzerogene Verbindungen in pflanzlichen Lebensmitteln.....</b>	<b>109</b>	<b>4.8</b>	<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe .....</b>	<b>133</b>
4.5.1 Vorkommen und Chemismus .....	110	4.8.1	Chemische Strukturen und Bildung ..	133
4.5.2 Verstoffwechslung und Mechanismen der Krebsauslösung .....	110	4.8.2	Metabolische Aktivierung, DNA-Schädigung und Entgiftung.....	135
4.5.3 Kanzerogene Effekte in Tierexperimenten.....	112	4.8.3	Mechanismen der Krebsauslösung und Ergebnisse von Tierstudien.....	136
4.5.4 Effekte beim Menschen/Risikoabschätzung .....	114	4.8.4	Humanstudien.....	137
4.5.5 Soll man den Konsum von pflanzlichen Lebensmitteln mit kanzerogenen Inhaltsstoffen vermeiden?.....	116	<b>4.9 Nitroaromaten (Nitro-PAK).....</b>	<b>138</b>	
<b>4.6 Mykotoxine.....</b>	<b>116</b>	4.9.1	Chemische Strukturen und Bildung ..	139
4.6.1 Aflatoxine.....	116	4.9.2	Metabolismus und DNA-schädigende Eigenschaften.....	139
Vorkommen und Nachweis .....	116	4.9.3	Tierexperimente .....	139
Chemische Strukturen, Verstoffwechslung und gentoxische Eigenschaften .....	116	4.9.4	Humanrisiken und Grenzwerte .....	140
Ergebnisse von Tierversuchen.....	118	<b>4.10 Heterozyklische aromatische Amine .....</b>	<b>140</b>	
Gefährdung des Menschen .....	118	4.10.1	Chemische Struktur und Bildung ....	140
Grenzwerte.....	120	4.10.2	Entstehung und Belastung von Lebensmitteln .....	141
4.6.2 Fusarientoxine.....	120	4.10.3	Verstoffwechslung.....	142
Fumonisine .....	121	4.10.4	Gentoxische Wirkungen.....	143
Weitere Fusarientoxine .....	122	4.10.5	Ergebnisse von Tierexperimenten....	143
4.6.3 Ochratoxine .....	123	4.10.6	Ergebnisse von Humanstudien.....	143
Struktur, Bildung und Vorkommen.....	123	4.10.7	Risikoabschätzung.....	144
Kanzerogene Wirkungen bei Tier und Mensch .....	123	<b>4.11 Acrylamid .....</b>	<b>146</b>	
Suche nach den Mechanismen .....	124	4.11.1	Bildung und Vorkommen .....	147
Festlegung von Grenzwerten .....	125	4.11.2	Verstoffwechslung.....	147
4.6.4 Einige weitere Pilzgifte.....	126	4.11.3	Mechanismen der Krebsauslösung ...	147
<b>4.7 Nitrosamine .....</b>	<b>126</b>	4.11.4	Tierexperimentelle Befunde .....	148
4.7.1 Chemische Strukturen .....	126	4.11.5	Humanstudien.....	148
4.7.2 Bildung von Nitrosaminen in Lebensmitteln .....	127	4.11.6	Risikoabschätzung und Grenzwerte..	149
4.7.3 Beeinflussung der Bildung von Nitrosaminen durch Nahrungsinhaltsstoffe.....	128	4.11.7	Bewertung der menschlichen Gefährdung und gesetzliche Regelungen .....	150
4.7.4 Belastung einzelner Lebensmittel mit Nitrosaminen .....	129	4.11.8	Vermeidung von Acrylamidexposition .....	150
4.7.5 Verstoffwechslung, mutagene und kanzerogene Wirkung.....	130	<b>4.12 Weitere thermische Abbauprodukte: Furan und 5-Hydroxymethylfurfural.....</b>	<b>150</b>	
4.7.6 Kanzerogene Effekte in Tierexperimenten .....	131	4.12.1	Furan .....	151
			Vorkommen .....	151

Aufnahme und Verstoffwechslung . . . . .	151	Ergebnisse von Langzeituntersuchungen mit Labornagern . . . . .	168
Mechanismen der Krebsauslösung . . . . .	151	Krebsentstehung durch Arsen- belastungen beim Menschen . . . . .	168
Tierexperimentelle Befunde . . . . .	151	Risikoabschätzung und Grenzwerte . . . . .	169
Ergebnisse von Humanstudien und Risikoabschätzung . . . . .	152		
<b>4.12.2 5-Hydroxymethylfurfural (HMF)</b> . . . . .	152	<b>4.15 Klassifikation von Kanzerogenen und Einschätzung der Gefähr- dung des Menschen durch krebs- auslösende Nahrungsinhaltsstoffe</b>	170
Bildung und Vorkommen . . . . .	152	4.15.1 Klassifikation von Kanzerogenen . . . . .	170
Verstoffwechslung . . . . .	153	4.15.2 „Margin of Exposure“ (MOE)-Konzept	171
Mechanismen der Krebsauslösung und Genotoxizität . . . . .	153	4.15.3 Abschätzung humaner Krebsrisiken . .	172
Ergebnisse von Kanzerisierungsstudien . . .	153		
Risikoabschätzung und gesetzliche Regelungen . . . . .	153	<b>4.16 Übergewicht</b> . . . . .	175
<b>4.13 Dioxine und polychlorierte Biphenyle (PCB)</b> . . . . .	154	4.16.1 Begriffsbestimmungen . . . . .	175
4.13.1 Chemische Strukturen und Eigen- schaften . . . . .	155	4.16.2 Übergewicht in Europa und ande- ren Kontinenten – aktuelle Situati- on und Trends . . . . .	175
4.13.2 Bildung und Vorkommen in der Umwelt . . . . .	155	4.16.3 Mechanismen . . . . .	176
4.13.3 Belastung von Nahrungsmitteln und des Menschen . . . . .	156	Insulinresistenz und Störungen des Hormonhaushalts . . . . .	177
4.13.4 Aufnahme, Verstoffwechslung und Ausscheidung . . . . .	157	Der insulinähnliche Wachstumsfaktor 1 (Insulin-like Growth Factor 1, IGF-1) . . . . .	177
4.13.5 Mechanismen, die den kanzerogenen Wirkungen zugrunde liegen . . . . .	157	Induktion der Leptinsynthese . . . . .	177
4.13.6 Tierexperimentelle Befunde . . . . .	159	Auslösung von Entzündungen und Änderungen des Immunstatus durch Übergewicht . . . . .	178
4.13.7 Kanzerogene Effekte beim Menschen	159	Abnahme der DNA-Stabilität . . . . .	178
4.13.8 Bewertung des Gefährdungspoten- zials, Risikoabschätzung und Grenz- werte . . . . .	160	Erhöhung der Lebenserwartung durch Sirtuine . . . . .	178
		Kalorienreduktion und Schutzsubstanzen	179
<b>4.14 Schwermetalle</b> . . . . .	162	4.16.4 Ergebnisse von Tierexperimenten . . . .	179
4.14.1 Chrom . . . . .	162	4.16.5 Humanstudien . . . . .	180
4.14.2 Blei . . . . .	163	4.16.6 Nimmt das Krebsrisiko durch Re- duktion der Kalorienzufuhr und des Körpergewichts ab? . . . . .	182
4.14.3 Quecksilber . . . . .	163		
4.14.4 Cadmium . . . . .	164	<b>4.17 Risikofaktoren geringer Relevanz</b> .	183
Vorkommen . . . . .	164	4.17.1 Radionuklide . . . . .	183
Absorption und Verstoffwechslung . . . . .	164	4.17.2 Pestizide und Herbizide . . . . .	184
Kanzerogene Eigenschaften . . . . .	165	4.17.3 Bestrahlung von Lebensmitteln . . . . .	184
4.14.5 Arsen . . . . .	165		
Vorkommen . . . . .	165	<b>4.18 Literatur</b> . . . . .	186
Aufnahme über Nahrungsmittel . . . . .	165	<b>4.19 Weiterführende Literatur</b> . . . . .	192
Verstoffwechslung . . . . .	166		
Mechanismen der Krebsauslösung . . . . .	166		

<b>5</b>	<b>Stabilisierende Faktoren</b> .....	194
<b>5.1</b>	<b>Übersicht</b> .....	194
5.1.1	Bedeutung der Mikronährstoffe. ....	194
<b>5.2</b>	<b>Folsäure und die Vitamine B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub></b> .....	195
5.2.1	Vorkommen und Forschungsgeschichte .....	195
5.2.2	Bioverfügbarkeit und Stoffwechselung .....	197
5.2.3	Synthese von DNA-Bausteinen und Beeinflussung des Methylierungszustandes .....	198
5.2.4	Studienlage zur Beeinflussung der DNA-Integrität und des Methylierungszustandes durch Folsäure und B-Vitamine .....	198
	Uracil-Fehleinbau .....	198
	DNA-Methylierung .....	200
5.2.5	Resultate: Beeinflussung des menschlichen Krebsrisikos durch Folsäure und B-Vitamine .....	200
	Dickdarmkrebs .....	200
	Brustkrebs .....	200
	Weitere Krebsarten .....	201
5.2.6	Untersuchung der Beziehungen zwischen Polymorphismen des Folsäurestoffwechsels und dem Auftreten von Krebserkrankungen ...	202
5.2.7	Erhöhte Krebsinzidenzen durch Folsäuresupplementierung bei Risikogruppen .....	203
5.2.8	Schutzeffekte der Vitamine B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> und B <sub>12</sub> beim Menschen .....	203
5.2.9	Empfohlene Aufnahmemengen .....	204
5.2.10	Auswirkung der Zubereitung von Nahrungsmitteln auf den Vitamingehalt .....	205
5.2.11	Schutz vor Krebs durch Folsäure und Vertreter der Vitamin-B-Familie: Was steckt tatsächlich dahinter? .....	205
<b>5.3</b>	<b>Selen</b> .....	206
5.3.1	Vorkommen .....	206
5.3.2	Stoffwechselung und biologische Funktionen .....	206
5.3.3	Mechanismen des Schutzes vor Krebserkrankungen .....	207
5.3.4	Ergebnisse von Tierexperimenten....	208
5.3.5	Ergebnisse epidemiologischer Untersuchungen .....	208
	Gastrointestinaltrakt .....	208
	Prostata .....	209
	Einige weitere Organe .....	210
5.3.6	Versorgungslage und Empfehlungen: Wie viel Selen braucht der Mensch? .....	210
<b>5.4</b>	<b>Eisen</b> .....	211
5.4.1	Eisenaufnahme durch Nahrungsmittel – ein zweischneidiges Schwert .....	211
5.4.2	Diagnostik und Funktionen im menschlichen Körper .....	212
5.4.3	Mechanismen der Auslösung von Krebserkrankungen .....	212
	Reduktion des Leberkrebsrisikos durch eisenarme Diät .....	214
	Zusammenhänge zwischen Eisenversorgung und Dickdarmkrebs .....	214
	Brustkrebsrisiko und Eisenstatus .....	214
5.4.4	Tierexperimentelle Befunde .....	214
5.4.5	Ergebnisse epidemiologischer Untersuchungen .....	215
	Eisenstatus und Brustkrebs .....	215
	Eisenversorgung und Erkrankungen des Verdauungstrakts .....	215
5.4.6	Versorgungsstatus und Aufnahmeempfehlungen .....	216
5.4.7	Eisen – Schutz oder Risiko: eine kritische Bestandsaufnahme .....	217
<b>5.5</b>	<b>Zink</b> .....	217
5.5.1	Funktionen im menschlichen Körper .....	217
5.5.2	Vorkommen und Stoffwechselung .....	218
5.5.3	Mechanismen des Krebschutzes ....	218
	Antioxidative Effekte .....	218
	Beeinflussung der DNA-Reparatur .....	219
	Beeinflussung des Immunsystems und der Apoptose .....	219
5.5.4	Ergebnisse von Humanstudien .....	220
	Prostata .....	220
	Weitere Organe .....	221
5.5.5	Zinkversorgung und Empfehlungen ..	221

<b>5.6</b>	<b>Vitamin D</b> .....	221		Weitere Organe .....	226
5.6.1	Synthese und Aufnahme über die Nahrung .....	222	5.6.6	Empfehlungen und Versorgungssituation .....	226
5.6.2	Bioverfügbarkeit und Stoffwechselung .....	222	<b>5.7</b>	<b>Kalzium</b> .....	227
5.6.3	Wirkungen .....	223	5.7.1	Vorkommen in Lebensmitteln .....	227
	Regulierung der Zellteilung.....	223	5.7.2	Stoffwechselung und Funktion ...	228
	Auslösung von Apoptose .....	224	5.7.3	Mechanismen der Krebsentstehung..	228
	Auslösung von Differenzierungsvorgängen.....	224	5.7.4	Ergebnisse von Humanstudien.....	228
	Inhibition der Invasion und Metastasierung.....	224		Dickdarm.....	228
	Schutz vor Entzündungen .....	224		Brust .....	229
5.6.4	Tierexperimentelle Befunde .....	225		Weitere Organe .....	229
5.6.5	Ergebnisse von Humanstudien.....	225	5.7.5	Versorgungssituation und empfohlene Aufnahmemengen.....	229
	Prostata.....	225	<b>5.8</b>	<b>Literatur</b> .....	230
	Dickdarm.....	225	<b>5.9</b>	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	233
	Brust .....	226			
<b>6</b>	<b>Schutzfaktoren in der Nahrung</b> .....	234			
<b>6.1</b>	<b>Mechanismen des Krebseschutzes: eine Übersicht</b> .....	234		Einsatz von Retinoiden in der Therapie ...	249
6.1.1	Einteilungen.....	234		Grenzwerte, gesetzliche Regelungen und Versorgungssituation .....	249
<b>6.2</b>	<b>Schutzvitamine</b> .....	236	<b>6.3</b>	<b>Carotinoide</b> .....	250
6.2.1	Vitamin C .....	237	6.3.1	Chemische Strukturen .....	250
	Struktur und Vorkommen .....	237	6.3.2	Vorkommen .....	250
	Mechanismen des Krebseschutzes .....	238	6.3.3	Aufnahme und Stoffwechselung ..	251
	Tierexperimentelle Befunde .....	238	6.3.4	Mechanismen des Krebseschutzes .....	253
	Humanstudien .....	239		Antioxidative Eigenschaften .....	253
	Aufnahmeempfehlungen und Versorgungssituation .....	240		Verbesserung der interzellulären Kommunikation .....	254
6.2.2	Vitamin E (Tocopherole und Tocotrienole).....	240		Beeinflussung der Signalübertragung durch Wachstumsfaktoren .....	254
	Struktur und Vorkommen .....	240		Arretierung der Zellen im Zellzyklus.....	254
	Aufnahme, Verteilung und Stoffwechselung.....	241		Beeinflussung des Differenzierungszustandes .....	254
	Mechanismen des Krebseschutzes: Ergebnisse von In-vitro- und In-vivo-Studien .....	242		Interaktion mit nukleären Rezeptoren....	255
	Tierexperimentelle Befunde .....	244		Interaktion mit Östrogenrezeptoren .....	255
	Humanstudien .....	244		Interaktionen mit weiteren Transkriptionsfaktoren.....	255
	Empfohlene Aufnahmemengen und Versorgungslage.....	245	6.3.5	Einige tierexperimentelle Befunde ...	255
6.2.3	Vitamin A .....	245	6.3.6	Humanstudien.....	256
	Struktur und Vorkommen .....	246		Gesamtaufnahme von Carotinoiden .....	256
	Stoffwechselung .....	246		β-Carotin .....	257
	Mechanismen des Krebseschutzes .....	247		Lycopin und Tomaten.....	258
	Humanstudien .....	248		Cryptoxanthin.....	260
				Lutein.....	260
				Weitere Carotinoide.....	260

<b>6.4 Chlorophyll und grünes Gemüse...</b>	<b>261</b>	<b>6.6.4 Flavonoide</b> .....	<b>281</b>
6.4.1 Einleitung, chemische Struktur und Vorkommen .....	261	Überblick .....	281
6.4.2 In-vitro-Experimente und tier- experimentelle Befunde .....	261	Mechanismen des Krebseschutzes .....	282
6.4.3 Humanstudien .....	262	Flavonoidaufnahme und Krebsrisiken .....	285
<b>6.5 Ballaststoffe</b> .....	<b>262</b>	Quercetin .....	286
6.5.1 Definition und Einteilungen .....	263	Myricetin in Beeren und Nüssen .....	291
6.5.2 Chemische Strukturen und Vorkommen .....	263	Kaempferol in Ginko und roten Trauben ..	292
6.5.3 Versorgungssituation und Empfehlungen .....	265	Luteolin in Sellerie .....	293
6.5.4 Mechanismen des Krebseschutzes .....	266	Xanthohumol und andere Bierinhaltsstoffe .....	294
Auswirkungen auf Stuhlparameter .....	267	Anthocyanidine und Beerenfrüchte .....	297
Bindung und Inaktivierung von Kanzerogenen .....	268	<b>6.6.5 Tannine</b> .....	<b>300</b>
Schutzeffekte kurzkettiger Fettsäuren ...	268	Chemische Strukturen .....	300
Beeinflussung der Bioverfügbarkeit protektiver Phenole .....	269	Vorkommen .....	301
Interaktion zwischen Verzehr von Ballaststoffen und Energiestoffwechsel...	269	Bioverfügbarkeit und Verstoffwechslung	302
Beeinflussung des Hormonstatus .....	269	Allgemeine biologische Effekte .....	302
6.5.5 Tierexperimentelle Befunde .....	270	Mechanismen des Krebseschutzes .....	302
6.5.6 Humanstudien .....	270	Tierexperimentelle Befunde .....	303
Ballaststoffe und Körpergewicht .....	270	Humanstudien .....	303
Auswirkungen auf das Auftreten von Diabetes Typ 2 .....	270	<b>6.7 Tees und ihre Inhaltsstoffe</b> .....	<b>304</b>
Dickdarm .....	270	6.7.1 Grüner Tee .....	304
Magen .....	272	Inhaltsstoffe und ihre Verstoffwechslung	304
Brust .....	273	Mechanismen des Krebseschutzes .....	305
Prostata .....	273	Einige Befunde zur Hemmung der Krebs- auslösung in Labornagern .....	307
<b>6.6 Polyphenole</b> .....	<b>274</b>	Humanstudien .....	308
6.6.1 Überblick .....	274	6.7.2 Schwarzer Tee und Oolong .....	310
6.6.2 Phenolsäuren .....	275	Inhaltsstoffe und ihre Verstoffwechslung	310
Struktur und Vorkommen .....	275	Schutzmechanismen .....	310
Verstoffwechslung .....	276	Tierexperimentelle Befunde .....	311
Mechanismen des Krebseschutzes und tierexperimentelle Befunde .....	276	Humanstudien .....	311
Inhibition von invasivem Wachstum und Metastasierung .....	277	6.7.3 Rotbusch- und Honigbuschtee .....	313
Negative gesundheitliche Effekte .....	277	Inhaltsstoffe und ihre Verstoffwechslung	313
6.6.3 Resveratrol, das Wundermittel aus der Weintraube .....	278	Biologische Effekte .....	313
Vorkommen und Hintergründe .....	278	<b>6.8 Kaffee</b> .....	<b>314</b>
Verstoffwechslung .....	278	6.8.1 Kaffeekonsum .....	314
Mechanismen des Krebseschutzes .....	278	6.8.2 Chemische Zusammensetzung .....	314
Tierexperimentelle Befunde .....	279	6.8.3 Wichtigste Inhaltsstoffe: Gehalt, Verstoffwechslung und physiolo- gische Eigenschaften .....	314
Humanstudien .....	279	6.8.4 Beeinflussung des Krebsrisikos durch Kaffee und seine Inhaltsstoffe .	316
Effekte von Rotwein beim Menschen .....	280	Molekulare Mechanismen, die Krebs auslösen .....	316
		Mechanismen des Krebseschutzes .....	317
		6.8.5 Beeinflussung anderer Erkrankun- gen durch Kaffee und seine Inhalts- stoffe .....	319
		Schutz vor Leberzirrhose .....	319

	Schutz vor Typ-2-Diabetes. ....	320			
	Beeinflussung des Hormonstatus. ....	320			
6.8.6	<b>Humanstudien zu Kaffee und Krebsrisiko. ....</b>	<b>321</b>			
	Pankreas. ....	321			
	Brust. ....	321			
	Endometrium. ....	321			
	Leber. ....	321			
	Oberer Verdauungstrakt. ....	322			
	Dickdarm. ....	323			
	Blase. ....	323			
	Ovar. ....	323			
	Lunge. ....	323			
	Niere. ....	323			
6.8.7	<b>Welche Kaffeesorte soll man konsumieren und wie soll man das Getränk zubereiten?. ....</b>	<b>323</b>			
6.9	<b>Gewürze. ....</b>	<b>324</b>			
6.9.1	<b>Definition und Charakteristika. ....</b>	<b>324</b>			
6.9.2	<b>Curcumin in Gelbwurz und Curry. ....</b>	<b>325</b>			
	Vorkommen. ....	325			
	Absorption über den Verdauungstrakt. ....	325			
	Mechanismen des Krebschutzes. ....	326			
	Tierexperimentelle Befunde. ....	327			
	Humanstudien. ....	327			
6.9.3	<b>Ingwer und seine Inhaltsstoffe. ....</b>	<b>328</b>			
	Strukturen und Eigenschaften der Inhaltsstoffe. ....	328			
	Mechanismen des Krebschutzes. ....	328			
	Tierexperimentelle Befunde. ....	329			
	Humanstudien. ....	329			
6.9.4	<b>Knoblauch, Lauchgemüse und ihre Inhaltsstoffe. ....</b>	<b>329</b>			
	Inhaltsstoffe von Knoblauch und Zwiebel. ....	330			
	Mechanismen des Krebschutzes. ....	330			
	Tierexperimentelle Befunde. ....	332			
	Humanstudien. ....	332			
	Ergebnisse von Interventionsstudien. ....	334			
	Auswirkung von Kochprozessen auf die Eigenschaften von Knoblauch. ....	335			
6.9.5	<b>Weitere Gewürze. ....</b>	<b>335</b>			
6.10	<b>Glucosinolate in Kreuzblütlern und Kohlgemüse. ....</b>	<b>339</b>			
6.10.1	<b>Vorkommen, Struktur und Forschungsgeschichte. ....</b>	<b>339</b>			
	Cruciferen und ihre Inhaltsstoffe. ....	339			
	Struktur und Vorkommen von Glucosinolaten. ....	339			
	Forschungsgeschichte. ....	341			
6.10.2	<b>Abbau, Verstoffwechslung und Wirkungen der Abbauprodukte. ....</b>	<b>341</b>			
	Enzymatischer Abbau der Glucosinolate. ....	341			
	Verstoffwechslung im Darmtrakt. ....	341			
	Interaktionen der Abbauprodukte von Glucosinolaten mit Proteinen und anderen Makromolekülen. ....	342			
	Negative Effekte: Akut toxische, schädigende und goitrogene Eigenschaften der Glucosinolate und ihrer Abbauprodukte. ....	343			
6.10.3	<b>Mechanismen des Krebschutzes. ....</b>	<b>343</b>			
	Veränderungen der Aktivitäten fremdstoffmetabolisierender Enzyme. ....	343			
	Interaktion mit dem Ah-Rezeptor und mit Nrf2. ....	343			
	Induktion und Inhibition von Phase-II-Enzymen. ....	344			
	Interaktion mit Phase-I-Enzymen. ....	345			
	Antioxidative Effekte. ....	345			
	Beeinflussung der Zellteilung und Auslösung von Apoptose. ....	346			
	Epigenetische Veränderungen. ....	347			
	Rezeptorvermittelte Effekte. ....	347			
	Inhibition von Angiogenese und Metastasierung. ....	347			
6.10.4	<b>Tierexperimentelle Befunde: Inhibition von Dickdarmkrebs. ....</b>	<b>347</b>			
6.10.5	<b>Humanstudien. ....</b>	<b>347</b>			
	Ältere Analysen. ....	348			
	Dickdarm. ....	348			
	Lunge. ....	348			
	Prostata. ....	348			
	Blase. ....	349			
	Brust. ....	349			
	Weitere Organe. ....	349			
6.10.6	<b>Auswirkungen der Lagerung und Verarbeitung von Kohlgemüsen auf die Glucosinolatkonzentrationen und auf die Myrosinase-Aktivität. ....</b>	<b>349</b>			
	Einfluss von Kochprozessen. ....	349			
	Weitere Einflussgrößen. ....	350			
6.11	<b>Milch, Milchprodukte und Milchsäurebakterien. ....</b>	<b>351</b>			
6.11.1	<b>Milchkonsum. ....</b>	<b>351</b>			
6.11.2	<b>Inhaltsstoffe mit chemoprotektiven und möglichen krebsauslösenden Eigenschaften. ....</b>	<b>351</b>			
6.11.3	<b>Mechanismen des Krebschutzes. ....</b>	<b>352</b>			
	Veränderungen der intestinalen Mikroflora und deren Eigenschaften. ....	352			



Inaktivierung genotoxischer Kanzerogene .	353	Darm .....	370
Antioxidative Effekte .....	353	Lunge.....	370
Reduktion der DNA-schädigenden Akti- vitäten von Fäkalwasser.....	354	6.12.6 Epidemiologische Befunde.....	370
Schutzeffekte in der Leber .....	354	Brust .....	370
Schutzeffekte vor Dickdarmkrebs .....	355	Prostata .....	373
Interaktionen mit dem Immunsystem ...	356	Endometrium und Ovar.....	374
Schutzmechanismus der Präbiotika .....	357	Lunge.....	374
6.11.4 Humanstudien.....	358	6.12.7 Kann der Verzehr von Phytoös- trogenen negative Auswirkungen auf den Gesundheitszustand des Menschen haben?.....	374
Dickdarm.....	359	<b>6.13 <math>\omega</math>-3-Fettsäuren und der Konsum von Fischen.....</b>	<b>376</b>
Brust .....	360	6.13.1 Chemische Strukturen und Synthese .....	376
Blase .....	360	6.13.2 Vorkommen und Aufnahmemengen..	376
Leukämie.....	360	6.13.3 Verstoffwechslung und Absorption .	377
Prostata.....	360	6.13.4 Mechanismen der Krebsprävention ..	377
<b>6.12 Phytoöstrogene: Lignane in Getreiden und Isoflavone in Sojaprodukten .....</b>	<b>360</b>	Synthese langkettiger Polyfettsäuren (Eicosanoidsynthese).....	377
6.12.1 Übersicht.....	360	Veränderungen der Zellmembranen und ihrer Strukturen.....	378
6.12.2 Chemische Struktur und Vorkommen	361	Veränderungen durch intrazellulären oxidativen Stress.....	378
Phytoöstrogene in Soja .....	361	Weitere Prozesse .....	379
Lignane .....	361	6.13.5 Tierexperimentelle Befunde: Schutz vor Dickdarmkrebs.....	380
6.12.3 Absorption, Verstoffwechslung und Exkretion .....	362	6.13.6 Epidemiologische Studien .....	380
Isoflavone .....	362	Dickdarm.....	380
Lignane .....	364	Prostata.....	381
6.12.4 Mechanismen der Krebsprävention ..	364	Brust .....	381
Östrogene und Östrogenrezeptoren .....	364	Weitere Organe .....	382
Beeinflussung hormonaler Effekte durch Phytoöstrogene.....	365	6.13.7 Schützt der Konsum von Fisch vor Krebserkrankungen? .....	382
Weitere Interaktionen mit dem Hormonstatus.....	367	Konsummengen.....	382
Veränderung der Konzentrationen des insulinähnlichen Wachstumsfaktors (IGF-1) .....	368	Ergebnisse epidemiologischer Studien ...	382
Antioxidative Eigenschaften .....	368	<b>6.14 Literatur.....</b>	<b>384</b>
Protektionseffekte auf der Ebene der Sekundärprävention .....	368	<b>6.15 Weiterführende Literatur .....</b>	<b>399</b>
6.12.5 Molekulare Mechanismen der organspezifischen Effekte .....	368		
Brust .....	368		
Prostata.....	370		
<b>7 Schlussbetrachtung: Fragen, Irrtümer und Empfehlungen .....</b>	<b>400</b>		
7.1 Schützt die Mediterrandiät vor Krebs?.....	400	7.2 Lösen genetisch modifizierte Nahrungsmittel Krebs aus?.....	400
7.1.1 Definition .....	400	7.2.1 Studienergebnisse .....	400
7.1.2 Ergebnisse von Humanstudien.....	400		

<b>7.3</b>	<b>Sind biologisch erzeugte Lebensmittel gesünder und schützen vor Krebs?</b> .....	402	<b>7.6</b>	<b>Was bringt der Verzehr von Vollkornnahrung?</b> .....	412
7.3.1	Mögliche Ursachen von Schutzwirkungen .....	402	7.6.1	Definition und Inhaltsstoffe .....	412
7.3.2	Ergebnisse von Untersuchungen mit Säugetieren.....	403	7.6.2	Verzehrsdaten .....	412
<b>7.4</b>	<b>Erkranken Vegetarier weniger häufig als Nichtvegetarier?</b> .....	403	7.6.3	Vermeidung von Übergewicht und Diabetes durch Verzehr von Vollwertprodukten .....	413
7.4.1	Ergebnisse epidemiologischer Studien.....	404	7.6.4	Kaum Daten über Krebsrisiken! .....	413
<b>7.5</b>	<b>Schützt der Verzehr von Obst und Gemüse vor Krebserkrankungen?</b> .....	406	<b>7.7</b>	<b>Allgemeine und spezielle Empfehlungen</b> .....	415
7.5.1	Früchte.....	406	7.7.1	Empfehlungen für Risikogruppen....	415
	Konsum in deutschsprachigen Ländern ...	406	7.7.2	Konzept der „genomischen Gesundheitsklinik“: ein Plädoyer für individuelle Ernährungsstrategien ...	415
	Ergebnisse einschlägiger Studien .....	406	7.7.3	Allgemeine Empfehlungen I: Vermeidung von Risiken.....	417
7.5.2	Gemüse .....	408	7.7.4	Allgemeine Empfehlungen II: Krebschutz durch „richtige“ Ernährung.....	418
	Verzehr in deutschsprachigen Ländern ...	408	<b>7.8</b>	<b>Schlussbetrachtung</b> .....	419
	Ergebnisse einschlägiger Studien .....	408	<b>7.9</b>	<b>Literatur</b> .....	420
7.5.3	Kombinationseffekte (Obst und Gemüse).....	411		<b>Sachverzeichnis</b> .....	425