

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>1</b>
	<i>Dirk Haller, Tilman Grune, Gerald Rimbach</i>	
	<b>Literatur.....</b>	<b>4</b>
<b>I</b>	<b>Einführung in genetische und pharmakologische Grundlagen</b>	
<b>2</b>	<b>Nutrigenetik: Genetische Varianz und Effekte der Ernährung .....</b>	<b>7</b>
	<i>Hannelore Daniel, Ulla Klein</i>	
2.1	<b>Genotypisierungen .....</b>	<b>8</b>
2.2	<b>Selektionsprozesse für »ernährungsrelevante Gene« .....</b>	<b>9</b>
2.3	<b>Genomweite Assoziationsstudien .....</b>	<b>12</b>
2.4	<b>Von Kohorten und GWAS zum Individuum .....</b>	<b>14</b>
2.5	<b>Genetik und Biofunktionalität von Lebensmitteln .....</b>	<b>15</b>
	<b>Literatur.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>Nutrigenomik: Neue methodische Ansätze in der experimentellen Ernährungsforschung .....</b>	<b>17</b>
	<i>Hannelore Daniel, Ulla Klein</i>	
3.1	<b>Genetik und Epigenetik .....</b>	<b>19</b>
3.2	<b>Transkriptomik .....</b>	<b>20</b>
3.3	<b>Proteomik .....</b>	<b>21</b>
3.4	<b>Metabolomik .....</b>	<b>24</b>
3.5	<b>Beispiele zum Einsatz von Nutrigenomiktechniken in der Ernährungsforschung .....</b>	<b>25</b>
3.6	<b>Nutrigenomik und Nutrigenetik als Grundlagen der personalisierten Ernährung .....</b>	<b>27</b>
	<b>Literatur.....</b>	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>Pharmakokinetik und Pharmakodynamik von Lebensmittelinhaltsstoffen .....</b>	<b>29</b>
	<i>Tilman Grune, Katrin Stein</i>	
4.1	<b>Pharmakokinetik.....</b>	<b>30</b>
4.2	<b>Fremdstoffmetabolismus .....</b>	<b>34</b>
4.3	<b>Toxische Wirkung von Fremdstoffen und deren Metabolismus .....</b>	<b>36</b>
4.4	<b>Methoden zur Einschätzung des Gefährdungspotenzials von Fremdstoffen .....</b>	<b>37</b>
4.5	<b>Risikobewertung von Fremdstoffen.....</b>	<b>38</b>
	<b>Literatur.....</b>	<b>40</b>

## II Grundlagen der Wirkmechanismen funktioneller Lebensmittelinhaltsstoffe

<b>5</b>	<b>Immunfunktion und Entzündungsprävention</b> .....	<b>43</b>
	<i>Dirk Haller, Gabriele Hörmannspurger</i>	
5.1	<b>Grundlagen der Immunfunktion</b> .....	45
5.1.1	Innates und adaptives Immunsystem .....	45
5.1.2	Die innate Immunantwort .....	45
5.1.3	Übergang zur adaptiven Immunantwort .....	49
5.2	<b>Das lymphatische System</b> .....	49
5.2.1	Reifung der Lymphocyten in den primären Immunorganen .....	49
5.2.2	Aktivierung antigenspezifischer Lymphocyten in den sekundären Immunorganen .....	51
5.2.3	Effektorfunktionen der Lymphocyten .....	53
5.3	<b>Die entzündliche Aktivierung im Kontext zellulärer Stressmechanismen</b> .....	54
5.4	<b>Metabolismus und Immunfunktion</b> .....	56
5.5	<b>Chronische Entzündungen</b> .....	58
5.5.1	Dysregulierte Entzündungsmechanismen als zentraler Faktor chronischer Erkrankungen .....	58
5.5.2	Adipositas als Auslöser einer subklinischen chronischen Entzündung .....	59
5.5.3	Metabolische Störungen und Entzündungsreaktionen in der Pathogenese der Arteriosklerose .....	61
5.5.4	Allergien sind das Resultat einer dysregulierten Immunantwort auf ungefährliche Fremdantigene .....	62
5.5.5	Autoimmunität als Resultat einer dysregulierten Immunaktivierung gegenüber Selbstantigenen .....	62
5.5.6	Zentrale Rolle der intestinalen Mikrobiota in der Pathogenese chronisch entzündlicher Darmerkrankungen (CED) .....	63
5.6	<b>Marker für Immunfunktion und Entzündungsprozesse</b> .....	63
	<b>Literatur.</b> .....	65
<b>6</b>	<b>Darmgesundheit und Mikrobiota</b> .....	<b>67</b>
	<i>Dirk Haller, Gabriele Hörmannspurger</i>	
6.1	<b>Aufbau und Funktionen des Darms</b> .....	68
6.1.1	Die zentralen Funktionen des Darms .....	68
6.1.2	Anatomischer Aufbau des Darms .....	68
6.1.3	Aufbau und Funktion der selektiven Darmbarriere .....	69
6.1.4	Aufbau und Funktion des intestinalen Immunsystems (orale Toleranz) .....	71
6.2	<b>Die intestinale Mikrobiota als funktionelles »Organ«</b> .....	75
6.2.1	Entwicklung und Zusammensetzung der intestinalen Mikrobiota .....	75
6.2.2	Hemmung der Besiedlung mit pathogenen Organismen und ihrer Aktivität durch die intestinale Mikrobiota .....	76
6.2.3	Die intestinale Mikrobiota als zentraler, die Entwicklung zahlreicher Wirtsfunktionen, beeinflussender Faktor .....	77
6.3	<b>CED als Modellkrankheit für den Verlust der intestinalen Homöostase</b> .....	78
	<b>Literatur.</b> .....	81

<b>7</b>	<b>Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen und Atherosklerose . .</b>	<b>85</b>
	<i>Inga Kuhlmann, Gerald Rimbach</i>	
7.1	<b>Einleitung und Epidemiologie . . . . .</b>	<b>86</b>
7.2	<b>Risikofaktoren . . . . .</b>	<b>86</b>
7.2.1	Nicht beeinflussbare Risikofaktoren . . . . .	87
7.2.2	Beeinflussbare Risikofaktoren . . . . .	88
7.3	<b>Biomarker und deren Normwerte . . . . .</b>	<b>88</b>
7.4	<b>Molekulare Mechanismen der Atherosklerose . . . . .</b>	<b>89</b>
7.4.1	Initiierung einer Läsion der Arterienwand . . . . .	89
7.4.2	Lipideinlagerung und Rekrutierung von Leukocyten . . . . .	91
7.4.3	Bildung von Schaumzellen . . . . .	93
7.4.4	Plaquebildung . . . . .	95
7.4.5	Plaqueruptur . . . . .	96
7.4.6	Bedeutung von Nahrungsfaktoren für die Gefäßgesundheit . . . . .	98
7.5	<b>Stickstoffmonoxid-Synthasen (NOS) und deren Bedeutung in der Pathogenese kardiovaskulärer Erkrankungen . . . . .</b>	<b>98</b>
7.5.1	Funktionen der iNOS . . . . .	101
7.5.2	Funktionen der eNOS . . . . .	101
7.5.3	Wirkung des Scherstress auf die eNOS-Aktivität und Stabilität der eNOS-mRNA . . . . .	103
7.6	<b>Apolipoprotein-E-Genotyp und Gefäßgesundheit . . . . .</b>	<b>104</b>
7.6.1	Bedeutung des ApoE4-Genotyps für die Entwicklung einer Atherosklerose . . . . .	104
7.6.2	ApoE-Genotyp und Biomarker des oxidativen Stresses und chronischer Entzündung . . . . .	105
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>106</b>
<b>8</b>	<b>Regulation des Energiehaushalts . . . . .</b>	<b>109</b>
	<i>Martin Klingenspor</i>	
8.1	<b>Zusammensetzung des Körpers, täglicher Energiebedarf und Ernährung . . . . .</b>	<b>110</b>
8.2	<b>Energieaufnahme und Umwandlung im Organismus . . . . .</b>	<b>111</b>
8.3	<b>Energiehaushalt und metabolische Sensorik im Gehirn . . . . .</b>	<b>117</b>
8.3.1	Präzision der Regulation . . . . .	117
8.4	<b>Neuroanatomische Lokalisation der Regulationszentren im Gehirn . . . . .</b>	<b>118</b>
8.4.1	Nucleus arcuatus: Ein metabolischer Sensor im Hypothalamus . . . . .	118
8.4.2	Redundante Regulationsmechanismen . . . . .	121
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>122</b>
<b>9</b>	<b>Stoffwechsel und Prävention von Adipositas und Diabetes. . . . .</b>	<b>123</b>
	<i>Hans Hauner</i>	
9.1	<b>Einleitung . . . . .</b>	<b>125</b>
9.2	<b>Definition und Epidemiologie . . . . .</b>	<b>125</b>
9.3	<b>Risikofaktoren . . . . .</b>	<b>126</b>
9.4	<b>Genetische Prädisposition . . . . .</b>	<b>127</b>
9.5	<b>Fötale Programmierung von Adipositas und Typ-2-Diabetes . . . . .</b>	<b>128</b>

9.6	<b>Pathophysiologie der Adipositas</b> .....	128
9.7	<b>Pathophysiologischer Zusammenhang zwischen Adipositas und Typ-2-Diabetes</b> .....	129
9.8	<b>Lipide und Insulinresistenz</b> .....	130
9.9	<b>Lipide und <math>\beta</math>-Zellfunktion</b> .....	130
9.10	<b>Mitochondriale Dysfunktion</b> .....	131
9.11	<b>Fettgewebe als sekretorisches Organ</b> .....	131
9.12	<b>Adipositas und subakute chronische Entzündung im Fettgewebe</b> .....	131
9.13	<b>Hypoxie des Fettgewebes</b> .....	134
9.14	<b>Ansammlung von Immunzellen im Fettgewebe</b> .....	134
9.15	<b>Bedeutung des Fettverteilungsmusters</b> .....	134
9.16	<b>Insulinsekretion und Typ-2-Diabetes</b> .....	135
9.17	<b>Adipositas im Kontext des metabolischen Syndroms/Typ-2-Diabetes</b> .....	137
9.18	<b>Prävention und Behandlung von Adipositas und Typ-2-Diabetes</b> .....	138
9.18.1	<b>Funktionelle Lebensmittel bei Adipositas</b> .....	138
9.18.2	<b>Funktionelle Lebensmittel bei Typ-2-Diabetes</b> .....	142
	<b>Literatur</b> .....	142
10	<b>Neurodegeneration und Alterungsprozesse</b> .....	145
	<i>Tilman Grune, Katrin Stein</i>	
10.1	<b>Altern</b> .....	148
10.1.1	<b>Alterstheorien</b> .....	148
10.1.2	<b>Oxidativer Stress während der Alterung</b> .....	150
10.2	<b>Gehirn und Neurodegeneration</b> .....	151
10.2.1	<b>Anatomie</b> .....	151
10.2.2	<b>Stoffwechsel des Gehirns</b> .....	152
10.2.3	<b>Proteinaggregate und Neurodegeneration</b> .....	155
10.3	<b>Ernährungsintervention im Alter und bei Neurodegeneration</b> .....	156
10.3.1	<b>Alter</b> .....	156
10.3.2	<b>Neurodegeneration</b> .....	157
10.4	<b>Zusammenfassung</b> .....	158
	<b>Literatur</b> .....	158
11	<b>Krebsprävention</b> .....	161
	<i>Michael Glei</i>	
11.1	<b>Krebs ist eine teilweise vermeidbare Erkrankung</b> .....	162
11.2	<b>Exogene Ursachen für Krebserkrankungen</b> .....	162
11.3	<b>Molekulare Mechanismen der Krebsentstehung</b> .....	163
11.4	<b>Chemoprävention</b> .....	164
11.5	<b>Ballaststoffe/Präbiotika, Probiotika, Synbiotika</b> .....	166
11.5.1	<b>Ballaststoffe</b> .....	168
11.5.2	<b>Präbiotika, Probiotika, Synbiotika</b> .....	169
11.6	<b>Antioxidative Nährstoffe</b> .....	173
11.6.1	<b><math>\beta</math>-Carotin</b> .....	174
11.6.2	<b>Lycopin</b> .....	174
11.6.3	<b>Vitamin E</b> .....	175

11.6.4	Vitamin C .....	176
11.6.5	Folat .....	177
11.6.6	Selen .....	177
11.6.7	Milch und Calcium .....	178
11.6.8	Polyphenole und polyphenolhaltige Lebensmittel .....	179
11.6.9	Resveratrol .....	180
11.6.10	Tee .....	181
11.6.11	Kaffee .....	182
11.6.12	Äpfel .....	183
11.7	<b>Generelle Empfehlungen zur Verminderung des Krebsrisikos</b> .....	184
	<b>Literatur</b> .....	185
12	<b>Knochengesundheit</b> .....	193
	<i>Hans Bröll</i>	
12.1	<b>Einleitung</b> .....	194
12.2	<b>Lebensstilfaktoren</b> .....	195
12.3	<b>Ernährung</b> .....	196
12.3.1	Calcium .....	196
12.3.2	Calcium und Knochengesundheit in verschiedenen Lebensabschnitten .....	197
12.3.3	Vitamin D .....	199
12.4	<b>Weitere Ernährungsfaktoren</b> .....	201
12.4.1	Protein .....	201
12.4.2	Natrium/Kochsalz .....	201
12.4.3	Magnesium/Kalium .....	202
12.5	<b>Danksagung</b> .....	202
	<b>Literatur</b> .....	202
III	<b>Steckbriefe zur Biofunktionalität von Lebensmittelinhaltsstoffen</b>	
13	<b>Polyphenole</b> .....	207
14	<b>Phytosterole</b> .....	217
15	<b>Glucosinolate</b> .....	227
16	<b>Vitamine und Vitaminoide</b> .....	235
17	<b>Mineralstoffe</b> .....	249
18	<b><math>\omega</math>-3-Fettsäuren</b> .....	257
19	<b>Bioaktive Peptide und Aminosäuren</b> .....	267
20	<b>Präbiotika</b> .....	275
21	<b>Probiotika</b> .....	281

## IV Sicherheitsaspekte funktioneller Lebensmittel

<b>22</b>	<b>Regulatorische Rahmenbedingungen und Prinzipien der Sicherheitsbewertung funktioneller Lebensmittel</b> .....	<b>289</b>
	<i>Karl-Heinz Engel</i>	
<b>22.1</b>	<b>Lebensmittelrechtliche Grundlagen</b> .....	<b>290</b>
<b>22.1.1</b>	Neuartige Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutaten ( <i>novel food</i> ) .....	290
<b>22.1.2</b>	Mithilfe gentechnischer Verfahren hergestellte Lebensmittel .....	294
<b>22.1.3</b>	Angereicherte Lebensmittel .....	295
<b>22.1.4</b>	Nahrungsergänzungsmittel .....	295
<b>22.1.5</b>	Diätetische Lebensmittel .....	296
<b>22.2</b>	<b>Sicherheitsbewertung</b> .....	<b>296</b>
<b>22.2.1</b>	Prinzipien .....	296
<b>22.2.2</b>	Bewertung von Einzelsubstanzen .....	297
<b>22.2.3</b>	Bewertung komplexer Mischungen bzw. ganzer Lebensmittel .....	298
<b>22.3</b>	<b>Fallstudien</b> .....	<b>300</b>
<b>22.3.1</b>	Mit Phytosterolen/-stanolen angereicherte Lebensmittel .....	300
<b>22.3.2</b>	Produkte aus Nonifrüchten ( <i>Morinda citrifolia</i> L.) .....	301
<b>22.3.3</b>	Modifizierte Fette und Öle .....	303
<b>22.3.4</b>	Carotinoide .....	306
	Literatur .....	306

## V Lebensmittelbasierte Prävention

<b>23</b>	<b>Lebensmittelbasierte Prävention</b> .....	<b>313</b>
	<i>Heiner Boeing</i>	
<b>23.1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>315</b>
<b>23.2</b>	<b>Definitionen und Hintergrund</b> .....	<b>315</b>
<b>23.2.1</b>	Ad hoc-Definition .....	316
<b>23.2.2</b>	Internationale Entwicklung .....	316
<b>23.2.3</b>	Initiativen der europäischen Ernährungsindustrie .....	316
<b>23.2.4</b>	Initiativen der Europäischen Kommission .....	317
<b>23.2.5</b>	Wissenschaft .....	317
<b>23.3</b>	<b>Gesamtrahmen von lebensmittelbasierten Ernährungsempfehlungen</b> ....	<b>317</b>
<b>23.3.1</b>	Ernährungspolitik weltweit .....	318
<b>23.3.2</b>	Ernährungspolitik der Europäischen Union .....	318
<b>23.3.3</b>	Nationale Ernährungspolitik .....	319
<b>23.4</b>	<b>Wissenschaftliche Konzepte für lebensmittelbasierte Ernährungsempfehlungen</b> .....	<b>320</b>
<b>23.4.1</b>	Kontrolle der Energiezufuhr .....	320
<b>23.4.2</b>	Optimierung der Nährstoffversorgung .....	321
<b>23.4.3</b>	Risikoreduktion durch den Verzehr von Lebensmitteln .....	322
<b>23.4.4</b>	Lebensmittelmuster .....	322
<b>23.4.5</b>	Zeitliche Aufnahme .....	323

23.5	<b>Beispiele für die Entwicklung von lebensmittelbasierten Präventionskonzepten</b> .....	323
23.5.1	FBDGs für die Karibik: Umsetzung des FAO/WHO-Konzepts .....	323
23.5.2	Lebensmittelbasierte Ernährungsempfehlungen für die Europäische Union .....	324
23.6	<b>Konzepte zur Kommunikation von lebensmittelbasierten Ernährungsempfehlungen</b> .....	325
23.6.1	Ernährungskreise .....	326
23.6.2	Lebensmittelpyramiden .....	327
23.7	<b>Indices der Ernährungsqualität</b> .....	328
23.7.1	<i>Healthy eating index</i> der USA von 1995 und 2005 .....	328
23.7.2	Für Deutschland gültige <i>healthy eating indices</i> .....	329
23.7.3	Mittelmeerernährungsindex .....	330
	<b>Literatur</b> .....	331
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	333