

Bandl

# Biochemie und Physiologie der Ernährung

Teil 1

Herausgegeben von

**H.-D. Cremer, D. Hötzel, J. Kühnau**

Bearbeitet von

Cremer, H.-D.

Eberhagen, D.

Elwood, P.C.

Forell, M.M;

Friedrich, W.

Graßmann, E.

Grütte, F.-K.

Haenel, H.

Heimann, W.

Hoshino, J.

Kirchgeßner, M.

Kofrányi, E.

Kraut, H.

**Kroger, H.**

Kühnau, J.

**Lehnen, P.**

Lindner, E.

Menden, E.

Mergenthaler, E.

Petersen, E.

Rapp, A.

Ritter, U.

Roth, H.-P.

Rutenfranz, J.

Ruttloff, H.

Seng, P.N.

Schiele, K.

Schnegg, A.

Schwarz, F.J.

Thaler, H.

Wenzel, H. G

Weigand, E.

40 Abbildungen, 42 Tabellen

1980

Georg Thieme Verlag Stuttgart • New York

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Grundlagen der Ernährung

J. Kühnau	1	Periodik der Ernährung	
Allgemeines	1	Psychische und soziale Aspekte	
Lebensmittel und Nährstoffe		Die Funktion der Ernährung in der menschlichen Gesellschaft	
Unter- und Überernährung			

## 2. Die Entwicklung der Wissenschaft von Ernährung und Diätetik

H.-D. Cremer	10	Wasserlösliche Vitamine	14
Anfänge	10	Fettlösliche Vitamine	18
Energieumsatz, Stoffwechsel und Verdauung	11	Spurenelemente	21
Nahrungsbestandteile	13	Schlussbetrachtung	22

## 3. Chemie der Nahrungsbestandteile

### Mengenelemente - einschließlich Wasser

K. Schiele	23
Allgemeines	23
Natrium	24
Kalium	25
Magnesium	25
Calcium	26
Chlorid	27
Sulfat	27
Phosphat	27
Wasser	28

### Spurenelemente

M. Kirchgeßner, H.-P. Roth, F.J. Schwarz, E. Graßmann, A. Schnegg, E. Weigand	29
--	----

Allgemeines	29
Essentialität	29
Toxizität	30
Akzidentelle Spurenelemente	30
Chemische Bindungen der Spurenelemente	31
Vorkommen in der Nahrung	33

Eisen	
P.C. Elwood	34

### Lipide

D. Eberhagen, P.N. Seng	36
Einleitung	36
Fettsäuren	36
Terpene	40
Steroide	41
Wachse	42
Glyceride	45
Glycerinphosphatide	46
Sphingolipide	47

### Aminosäuren

E. Menden	49
Definition, Nomenklatur und Allgemeines	49
Physikalisch-chemische Eigenschaften	49

### Chemische Reaktionen, Nachweis und

Bestimmung	52
Vorkommen	54
Isolierung und Synthese	54

### Proteine

E.E. Petersen, J. Hoshino, H. Kroger	54
Einleitung	54
Aufbau	54
Physikalisch-chemische Eigenschaften	57
Einteilung	58
Trennverfahren	59
Nachweis	59
Synthese	59

### Kohlenhydrate

H. Ruttloff	60
Definition	60
Monomere Verbindungen	60
Glykoside und oligomere Verbindungen	65
Polymere Verbindungen	68
Kohlenhydrat-Eiweiß-Verbindungen	73

### Vitamine und Provitamine

W. Friedrich	75
Einleitung	75
Thiamin (Vitamin B <sub>1</sub> , Aneurin, Antiberiberivitamin)	75
Riboflavin (Lactoflavin, Vitamin B <sub>2</sub> )	76
Nicotinsäure (Niacin, Nicotinamid, Niacinamid, PP-Factor)	77
Folsäure	78
Pantothenensäure (Pantoyl-/?-alanin)	79
Biotin	80
Pyridoxin (Adermin, Vitamin B <sub>6</sub> )	80
Vitamin B <sub>12</sub>	81
Vitamin C (Ascorbinsäure)	83
Vitamin A	84
Vitamin D (Calciferol)	85
Vitamin E	86

## VI Inhaltsverzeichnis

Vitamin K . . . . .	87	Bildung und Veränderung von Aromastoffen bei der Lebensmittelverarbeitung . . . . .	111
Vitamin F (essentielle Fettsäuren) . . . . .	88	Gewinnung von Aromen (Essenzen) . . . . .	116
<b>Lebensmittelzusatzstoffe</b>		<b>Ballaststoffe und andere unverwertbare Lebensmittelbestandteile</b>	
E. Mergenthaler . . . . .	93	H. Thaler . . . . .	121
Allgemeines . . . . .	93	Polysaccharide . . . . .	121
Antimikrobielle Stoffe . . . . .	94	Lignin . . . . .	125
Stoffe mit chemischer Wirkung . . . . .	96	Gerbstoffe . . . . .	125
Stoffe mit physikalischer Wirkung . . . . .	98	Kollagen, Elastin, Keratin . . . . .	126
Stoffe mit physiologischer Wirkung . . . . .	102	<b>Toxische Wirkungen von „natürlichen“ Lebensmitteln</b>	
Zufällige Zusatzstoffe . . . . .	102	E. Lindner . . . . .	128
<b>Geschmacks-, Duft- und Aromastoffe</b>		Akute Vergiftung . . . . .	128
W. Heimann, A. Rapp . . . . .	103	Toxische Wirkungen durch chronische Zufuhr bestimmter Lebensmittel . . . . .	135
Einleitung . . . . .	103		
Aroma-Analytik . . . . .	104		
Isolierung und Anreicherung . . . . .	105		
Zusammensetzung der Aromen . . . . .	106		

## 4. Physiologie und Biochemie von Verdauung und Resorption

<b>Verdauung</b>		<b>Intestinalflora</b>	
M.M. Forell, P. Lehnen . . . . .	142	F.-K. Grütte, H. Haenel . . . . .	21C
Einleitung . . . . .	142	Einleitung . . . . .	21(
Mundhöhle und Ösophagus . . . . .	142	Gesetzmäßigkeit der mikrobiellen Besiedlung des menschlichen Verdauungskanals . . . . .	211
Magen . . . . .	145	Veränderungen der Gastrointestinalflora unter endogenen und exogenen Einflüssen . . . . .	21!
Pankreas . . . . .	155	Einfluß der normalen (eubiotischen) Flora auf die Resorption . . . . .	21'
Gallenblase und Gallenwege . . . . .	165	Einfluß einer anomalen (dysbiotischen) Flora . . . . .	23(
Darm . . . . .	168		
<b>Transport, Resorption, Ausnutzung</b>			
Ü. Ritter . . . . .	181		
Gastrointestinalmotorik . . . . .	181		
Resorption und Ausnutzung . . . . .	190		

## 5. Gesamtstoffwechsel

<b>Energiehaushalt</b>		<b>Stickstoff-Umsatz</b>	
J. Rutenfranz, H.G. Wenzel . . . . .	240	E. Kofrányi, überarbeitet von H. Kraut . . . . .	2f
Einleitung . . . . .	240	Das absolute Stickstoff-Minimum . . . . .	2f
Voraussetzungen . . . . .	240	<b>Ausnutzung der Nahrungsproteine; —</b> . . . . .	2f
Methoden zur Messung des Energieumsatzes . . . . .	245	Stoffwechsel der Organproteine . . . . .	2f
Größe des Energieumsatzes . . . . .	248	<b>Das Bilanzminimum</b> . . . . .	2(

## Sachverzeichnis . . . . . XI

# Teil 2 folgt mit

## 6. Intermediärer Stoffwechsel

### Mineralstoffe

Mengenelemente einschließlich Wasser

(G. Rehner)

### Spurenelemente

(M. Kirchgeßner, E. Weigand, A. Schnegg,  
E. Graßmann, F.J. Schwarz, H.-P. Roth)

### Der Eisenstoffwechsel

(P.C. Elwood)

### Lipide

(K. Harm, G.H. Bützow)

### Aminosäuren und Proteine

#### a) Stoffwechsel

(W. Gerogk)

#### b) Ermittlung der Proteinwertigkeit

(K. Drepper, I. Elmadfa)

### Stoffwechsel der Purine und Pyrimidine

(W. Gröbner, N. Zöllner)

### Kohlenhydrate

(K.H. Bässler)

### Stoffwechsel der Vitamine, Provitamine und Antivitamine

(J. Bausch, D. Glatzle, D. Hornig, F. Weber)

### Der Stoffwechsel körperfremder Verbindungen

(K. Krisch, überarbeitet von U. Ullrich)

### Nahrungsabhängige Regulation des

#### Intermediärstoffwechsels

(H.J. Seitz, W. Tarnowski)

## 7. Zusatzstoffe

### Ernährungsphysiologische Bedeutung der Ballaststoffe

(M.A. Eastwood, K. Huth, W.D. Mitchell)

### Nahrungsbestandteile mit besonderer oder ungeklärter Wirkung

(K. Kaemmerer)

## 8. Ernährung und physiologische Funktionen

### Wachstum und Körperbau

(D.Kunze)

### Körperliche Leistungsfähigkeit und Ernährung

(W. Kindermann, J. Keul)

### Der Einfluß unzulänglicher Nahrung auf Verhalten und Persönlichkeit

(J. Brozek)

### Ernährung und Schwangerschaft

(A.M. Thomson, F.E. Hytten)

### Fehlernährung und Infektionsresistenz

(N.S. Scrimshaw, H. Zucker)

### Ernährung und Zähne

(F. Bramstedt)

## 9. Der Nahrungsbedarf

### Ermittlung des Nahrungsbedarfs

#### a) Nährstoffe

(W. Kubier)

#### b) Energie

(A. Schürch)

### Bedarfszahlen, wünschenswerte Aufnahme

(W. Kubier)

### Hunger und Sättigung

(K. Bättig, D. Becker)

Band I

# Biochemie und Physiologie der Ernährung

Teil 2

Herausgegeben von

H.-D. Cremer, D. Hötzel, J. Kühnau

Bearbeitet von

Bäßler, K.H.

Bättig, K.

Bausch, J.

Becker, D.P.

Bramstedt, F.

Brozek, J.

Bützow, G.H.

Drepper, K.

Eastwood, M.A.

Elmadfa, I.

Elwood, P.C.

Gerogk, W.

Glatzle, D.

Graßmann, E.

Gröbner, W.

Harm, K.

Hornig, D.

Huth, K.

Hytten, F.E.

Kämmerer, K.

Keul, J.

Kindermann, W.

Kirchgeßner, M.

Krisch, K.

Kubier, W.

Kunze, D.

Mitchell, W.D.

Rehner, G.

Roth, H.-P.

Scrimshaw, N.S.

Seitz, H.J.

Schnegg, A.

Schürch, A.

Schwarz, F.J.

Tarnowski, W.

Thomson, A.J.

Ullrich, V.

Weber, F.

Weigand, E.

Zöllner, N.

Zucker, H.

148 Abbildungen, 90 Tabellen

1980

f

Georg Thieme Verlag Stuttgart -New York

# Inhaltsverzeichnis

## 6. Intermediärer Stoffwechsel

### Mineralstoffe

#### Mengenelemente einschließlich Wasser

G. Rehner	263
Einleitung	263
Die biologischen Funktionen der Mengenelemente	263
Die Rolle der Mengenelemente bei der enzymatischen Katalyse	264
Die Verteilung der Mengenelemente auf die extra- und intrazellulären Kompartimente - Funktionelle Bedeutung und Regulation der Kompartimentierung	265
Die endokrine Regulation des Mineralstoffhaushaltes	269
Die hormonelle Regulation des Calciumhaushaltes	269

### Spurenelemente

M. Kirchgeßner, E. Weigand, A. Schnegg, E. Graßmann, F.J. Schwärz, H.-P. Roth	275
Einleitung	275
Vorkommen	275
Homöostatische Regulation (Absorption und Exkretion)	275
Funktion und Mangel	276
Bedarf	277
Toxizität	277
Zink	277
Kupfer	282
Mangan	285
Chrom	286
Selen	288
Nickel	289
Kobalt	290
Molybdän	292
Fluor	295
Silizium	297
Zinn	298
Vanadin	298
Arsen	299
Elemente mit vorwiegend toxischer Wirkung	299

### Der Eisenstoffwechsel

P.C. Elwood	304
Einleitung	304
Verlust von Körper-Eisen	304
Eisen-Aufnahme aus der Nahrung	305
Regulation des Eisen-Bestandes im Körper	306
Gewebe- und Speicher-Eisen	307

### Lipide

K. Harm, G.H. Bützow	310
Einleitung	310
Resorption	310
Metabolismus der Chylomikronen	312
Metabolismus von VLDL, LDL und HDL	313
Metabolismus der Lipide	314

### Aminosäuren und Proteine

#### a) Stoffwechsel

W. Gerogk	318
Einleitung	318
Biosynthese der Aminosäuren	319
Katabolismus der Aminosäuren	319
Bildung von biogenen Aminen aus Aminosäuren ; durch Decarboxylierung	324
Proteinsynthese	324
Proteinabbau	327
Aminosäuren bei anderen Biosynthesen	329

#### b) Ermittlung der Proteinwertigkeit

K. Drepper, I. Elmadfa	330
Einleitung	330
Analytische Methoden zur Proteinwertermittlung	331
Biologische Methoden zur Proteinwertermittlung	334

### Stoffwechsel der Purine und Pyrimidine

W. Gröbner, N. Zöllner	341
Einleitung	341
Einführung in die Chemie der Purine und Pyrimidine	341
Purin- und Pyrimidinbasen	341
Nucleoside	342
Nucleotide	342
Purinstoffwechsel	343
Pyrimidinstoffwechsel	351

### Kohlenhydrate

K.H. Bässler	358
Einleitung	358
Glucose	358
Fructose	364
Galaktose	365
Mucopolysaccharide	365
Pentosen	366
Polyalkohole	366
Umsatzgeschwindigkeit der Kohlenhydrate	367
Konsequenzen für Diätetik und Therapie	367

### Stoffwechsel der Vitamine, Provitamine und Antivitamine

J. Bausch, D. Glatzle, D. Hornig, F. Weber	370
Einleitung	370
Thiamin (Vitamin B <sub>1</sub> )	370
Riboflavin (Vitamin B <sub>2</sub> )	371
Pyridoxin (Vitamin B <sub>6</sub> )	372
Vitamin B <sub>12</sub>	373
Folsäure	374
Nikotinsäure, Nikotinsäureamid (Niacin, Niacinamid)	375
Pantothensäure	376
Biotin	376
Ascorbinsäure (Vitamin C)	377

Carotinoide (Provitamin A) . . . . . 378  
 Vitamin A (Retinol) . . . . . 378  
 Vitamin D . . . . . 380  
 Vitamin E . . . . . 381  
 Vitamin K . . . . . 383

Der Stoffwechsel körperfremder Verbindungen  
 K. Krisch, überarbeitet von U. Ullrich . . . . . 388

Einleitung und Definitionen . . . . . 388  
 Organe und subzelluläre Lokalisation . . . . . 389  
 Enzymatische Mechanismen zur Überführung lipoidlöslicher Fremdstoffe in wasserlösliche Metaboliten . . . . . 389  
 Giftungsreaktionen . . . . . 391  
 Faktoren, die den Stoffwechsel körperfremder Verbindungen beeinflussen . . . . . 395

Nahrungsabhängige Regulation des Intermediärstoffwechsels  
 H.J. Seitz, W. Tarnowski . . . . . 39

Einleitung . . . . . 39  
 Nahrungsabhängige Adaption der Stoffwechselbilanz . . . . . 40  
 Hormonelles Signalsystem der nahrungsabhängigen Regulation . . . . . 40  
 Mechanismen der nahrungsabhängigen Stoffwechselregulation bei Nulldiät . . . . . 41  
 Mechanismen der Stoffwechselregulation bei Kohlenhydratdiät . . . . . 42  
 Mechanismen der Stoffwechselregulation bei Proteindiät . . . . . 44  
 Mechanismen der Stoffwechselregulation bei Fettdiät . . . . . 44  
 Nachwort . . . . . 44

**7. Zusatzstoffe**

Ernährungsphysiologische Bedeutung der Ballaststoffe  
 M.A. Eastwood, K. Huth, W.D. Mitchell . . . . . 453

Einleitung . . . . . 453  
 Physikalische Eigenschaften pflanzlicher Faserstoffe . . . . . 455  
 Physiologische Wirkungen pflanzlicher Faserstoffe  
 Pathophysiologische Wirkungen pflanzlicher Faserstoffe . . . . . 457  
 Zusammenfassung . . . . . 459

Nahrungsbestandteile mit besonderer oder ungeklärter Wirkung  
 K. Kaemmerer . . . . . 46

Einführung . . . . . 46  
 Pflanzeninhaltsstoffe . . . . . 46  
 Literatur zu speziellen Inhaltsstoffen . . . . . 46  
 Unerwünschte Wirkungen von Substanzen in Nahrungs- und Futtermittel durch Umwelteinfluß und Behandlung . . . . . 46  
 Wirkstoffe . . . . . 46  
 Schlußbetrachtung . . . . . 47

**8. Ernährung und physiologische Funktionen**

Wachstum und Körperbau  
 D. Kunze . . . . . 482

Bestimmung von Körpermaßen und Entwicklungsstand . . . . . 484  
 Wachstumsverlauf . . . . . 493  
 Körperbau-Gestaltwandel und sportliche Leistungsfähigkeit . . . . . 500  
 Einflußfaktoren auf Wachstum und Akzeleration  
 Normwerttabellen und graphische Darstellungen anthropometrischer Daten . . . . . 503

Körperliche Leistungsfähigkeit und Ernährung  
 W. Kindermann, J. Keul . . . . . 509

Einleitung . . . . . 509  
 Körperliche Aktivität, Energieumsatz und Nahrungszufuhr . . . . . 509  
 Substratverbrauch und Nährstoffbedarf bei unterschiedlichen Belastungsformen . . . . . 521  
 Nahrungszufuhr, körperliche Beanspruchung und Leistungsverhalten . . . . . 529

**Der Einfluß unzulänglicher Nahrung auf Verhalten und Persönlichkeit**  
 J. Brozek . . . . . c-tA

Allgemeines . . . . . 534  
 Überlegungen und Methoden zur Messung . . . . . 535  
 Überblick bis 1975 . . . . . 536

Ergebnisse/Veranschaulichende Daten . . . . . 51  
 Einfluß der Ernährung auf Entwicklung und Funktion des Zentralnervensystems . . . . . 54

Ernährung und Schwangerschaft  
 A.M. Thomson, F.E. Hytten . . . . . 54

Einführung . . . . . 54  
 Ernährungszustand und Fortpflanzungsfähigkeit . . . . . 55  
 Ernährungszustand vor der Schwangerschaft . . . . . 5f  
 Ernährungsphysiologie während der Schwangerschaft . . . . . 5f  
 Zusammenfassung . . . . . 5f

Fehlernährung und Infektionsresistenz  
 N.S. Scrimshaw, H. Zucker . . . . . 5f  
 Mechanismen der Auswirkung von Fehlernährung auf die Infektionsresistenz . . . . . 5f  
 Zusammenfassung . . . . . 51f

Ernährung und Zähne  
 F. Bramstedt . . . . . 5f

Einleitung . . . . . 5f  
**Vitamine** . . . . . 5f  
 Kohlenhydrate . . . . . 5f  
 Niedermolekulare Zucker . . . . . 5f  
 Hochmolekulare Kohlenhydrate . . . . . 5f  
 Zwischenmahlzeiten \* . . . . . 5f

## 9. Der Nahrungsbedarf

### Ermittlung des Nahrungsbedarfes

#### a) Nährstoffe

W. Kubier. . . . .	585
Einführung . . . . .	585
Grundlagen der Bedarfsermittlung - Nährstoffe..	590

#### b) Energie

A. Schürch . . . . .	596
Einleitung . . . . .	596
Aufgliederung des Energiebedarfs. . . . .	596
Berechnung des Energiebedarfs. . . . .	598
Messung des Energieumsatzes.. . . . .	601

### Bedarfszahlen, wünschenswerte Aufnahme

W. Kubier. . . . .	606
--------------------	-----

### Hunger und Sättigung

K. Bättig, D. Becker. . . . .	621
Einleitung . . . . .	621
Begriffsbestimmung von Hunger, Sättigkeit und Ap- petit . . . . .	622
Die zentrale Steuerung. . . . .	622
Regelnde interne und externe Signale, der Nah- rungsaufnahme . . . . .	624

## Sachverzeichnis. . . . . XI

## Teil! enthält

### 1. Grundlagen der Ernährung

(J. Kühnau)

### 2. Die Entwicklung der Wissenschaft von Ernährung und Diätetik

(H.-D. Cremer)

### 3. Chemie der Nahrungsbestandteile

Mengenelemente - einschließlich Wasser

(K. Schiele)

Spurenelemente

(M. Kirchgeßner, H.-P. Roth, F.J. Schwarz,

E. Graßmann, A. Schnegg, E. Weigand)

Eisen

(P.C.Elwood)

Lipide

(D. Eberhagen, P.N. Seng)

Aminosäuren

(E. Menden)

Proteine

(E.E. Pdtersen, J. Hoshino, H. Kroger)

Kohlenhydrate

(H. Ruttloff)

Vitamine und Provitamine

(W. Friedrich)

Lebensmittelzusatzstoffe

(E. Mergenthaler)

Geschmacks-, Duft- und Aromastoffe

(W. Heimann, A. Rapp)

Ballaststoffe und andere unverwertbare

Lebensmittelbestandteile

(H. Thaler)

Toxische Wirkungen von „natürlichen“

Lebensmitteln

(E. Lindner)

### 4. Physiologie und Biochemie von Verdauung und Resorption

Verdauung

(M.M. Forell, P. Lehnert)

Transport, Resorption, Ausnutzung

(U.Ritter)

Intestinalflora

(F.-K. Gütte, H. Haenel)

### 5. Gesamtstoffwechsel

Energiehaushalt

(J. Rutenfranz, H.G. Wenzel)

Stickstoff-Umsatz

(E. Kofrányi, überarbeitet von H. Kraut)