

HANDBUCH DER NORMALEN UND PATHOLOGISCHEN PHYSIOLOGIE

MIT BERÜCKSICHTIGUNG DER
EXPERIMENTELLEN PHARMAKOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON

A. BETHE · G. v. BERGMANN
FRANKFURT A. M. BERLIN

G. EMBDEN · A. ELLINGER †
FRANKFURT A. M.

FÜNFTER BAND

STOFFWECHSEL UND ENERGIEWECHSEL

(B. V. GESAMTSTOFFWECHSEL UND ENERGIEWECHSEL
B. VI. INTERMEDIÄRER STOFFWECHSEL)



BERLIN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER

1928

Inhaltsverzeichnis.

Gesamtstoffwechsel und Energiewechsel.

	Seite
Aufgabe (Bilanz). Allgemeine Methodik. Von Geheimrat Professor Dr. MAX RUBNER-Berlin	3
Elementare Zusammensetzung, Verbrennungswärme und Verbrauch der organischen Nahrungsstoffe. Von Geheimrat Professor Dr. MAX RUBNER-Berlin	17
Zusammensetzung der Organismen	17
Die chemische Zersetzung der organischen Nahrungsstoffe.	21
Die Verbrennungswärme der organischen Nahrungsstoffe	24
Stoffwechsel bei einseitiger und bei normaler Ernährung. Von Professor Dr. ARTHUR BORNSTEIN und Dr. KURT HOLM-Hamburg. Mit 2 Abbildungen	28
I. Der Stoffwechsel bei Eiweißdiät	28
1. Durchführbarkeit reiner Eiweißernährung	28
2. Die Grenzen der Eiweißzufuhr	29
3. Das Stickstoffgleichgewicht	30
4. Einstellung des Stickstoffgleichgewichts bei wechselnder Nahrung	31
5. Fehlerquellen	33
6. Bilanzversuche mit verschiedenen Eiweißmengen	34
7. Bilanzversuche mit verschiedenen Arten von Eiweißkörpern	35
8. Die zeitlichen Verhältnisse der Eiweißverbrennung	37
9. Vorratseiweiß	39
10. N-Ausscheidung als Maß der Eiweißverbrennung. Fettbildung aus Eiweiß	41
11. Umwandlung von Eiweiß in Kohlehydrate.	42
12. Fettbildung aus Eiweiß	44
13. Parenterale Eiweißzufuhr	46
14. Gesamtstoffwechsel bei Eiweißzufuhr und spezifisch-dynamische Wirkung	48
15. Theorie der Stoffwechselsteigerung nach Nahrungszufuhr	55
16. Der Stoffwechselanstieg bei länger dauernder, reichlicher Eiweißernährung	63
II. Der Stoffwechsel bei einseitiger Kohlehydratdiät.	65
1. Notwendigkeit der Kohlehydrate für das Leben	65
2. Aufnahme der Kohlehydrate mit der Nahrung	66
3. Kohlehydratbildung aus Eiweiß und Fetten	66
4. Vollständige Oxydation	67
5. Unvollständige Oxydation	69
6. Unverbrannte Ausscheidung im Urin	69
7. Aufstapelung als Glykogen	69
8. Umwandlung in Fette	70
9. Übergang von Kohlehydraten in Aminosäuren und Eiweiß	71
10. Einordnung der Kohlehydrate im Gesamtstoffwechsel.	71
11. Die Bevorzugung der Kohlehydrate im Stoffwechsel	72
12. Die spezifisch-dynamische Wirkung der Kohlehydrate.	73
13. Wirkung längerer einseitiger Kohlehydraternährung	76
III. Der Stoffwechsel bei einseitiger Fettdiät	77
1. Aufnahme der Fette mit der Nahrung	77
2. Die Bildung von Fett aus Eiweiß	77
3. Die Bildung von Fett aus Kohlehydraten	78
4. Die Oxydation der Fette im Organismus	78
5. Die unverbrannte Ausscheidung der Fette im Urin.	78
6. Die Aufstapelung der Fette	78
7. Die Umwandlung der Fette in Kohlehydrate	78

	Seite
8. Die Einordnung der Fette im Gesamtstoffwechsel	79
9. Die spezifisch-dynamische Wirkung der Fette	79
10. Längere einseitige Fettüberernährung	80
IV. Der Stoffwechsel bei normaler Ernährung	81
Das Eiweißminimum. Von Dr. FERDINAND BERTRAM und Professor Dr. ARTHUR BORNSTEIN-Hamburg	84
I. Definitionen	84
II. Das minimale N-Gleichgewicht.	86
1. Allgemeines und Methodik der Untersuchungen	86
2. Caloriendeckung.	87
3. Andere Faktoren, die die minimale N-Ausscheidung beeinflussen	89
4. Größe und Aufteilung der minimalen N-Ausscheidung	91
5. Größe des minimalen N-Gleichgewichts	95
6. Die biologische Wertigkeit	96
7. Biologische Wertigkeit verschiedener Nahrungsmittel	98
a) Bilanzversuche am Menschen	98
b) Bilanzversuche an Tieren	100
8. Die biologische Wertigkeit von Aminosäuren und isolierten Eiweißkörpern	103
a) Versuche mit reinen Aminosäuregemischen	104
b) Versuche mit isolierten Eiweißkörpern	105
α) Physiologisch unvollkommene Eiweißkörper, d. h. solche, mit denen es nicht gelingt, ein minimales N-Gleichgewicht zu erreichen	105
β) Physiologisch vollkommene Eiweißkörper, d. h. solche, mit denen es gelingt, die minimale N-Ausscheidung zu decken	106
c) Versuche mit verdauten Eiweißkörpern	106
9. Das minimale N-Gleichgewicht am pathologischen Organismus	107
a) Zustände mit erhöhtem Eiweißzerfall	107
b) Zustände mit vermehrter oder verminderter Energieproduktion	108
c) Zustände mit Störungen der Verbrennung energetischer Nahrungsstoffe	108
d) Minimales N-Gleichgewicht bei parenteraler Zufuhr von Eiweißkörpern	108
10. Theorien über das minimale N-Gleichgewicht	108
11. Verhältnis des Kreatinins zur minimalen N-Ausscheidung	110
III. Das praktische Eiweißminimum	111
Gesamtstoffwechsel der Pflanzenfresser. Von Privatdozent Dr. FR. WILHELM KRZYWANEK-Leipzig	113
Stoffwechsel im Hunger und bei Unterernährung	113
Stoffwechsel bei reichlicher Ernährung. Eiweißstoffwechsel	114
Die stickstoffhaltigen Körper nichteiweißartiger Natur	119
Der Stoffwechsel der N-freien Nährstoffe	123
Fettbildung im Tierkörper	124
Vitamine	124
Mineralstoffwechsel	125
Der Stoffwechsel bei gemischter Nahrung	127
Energetische Verhältnisse	128
Energieverbrauch in der Ruhe	130
Energieverbrauch bei der Arbeit	131
Physiologische Verbrennungswerte, Ausnutzung, Isodynamie, Calorienbedarf, Kostmaße. Von Geheimrat Professor Dr. MAX RUBNER-Berlin.	134
Physiologische Verbrennungswerte	134
Isodynamie und spezifisch-dynamische Wirkung der Nährstoffe	138
Calorienbedarf	139
Der Stoffwechsel bei Arbeit. Von Geheimrat Professor Dr. MAX RUBNER-Berlin.	144
Die Größe des Energieverbrauches bei beruflicher Arbeit	150
Stoffwechsel bei verschiedenen Temperaturen. Beziehungen zur Größe und Oberfläche. Von Geheimrat Professor Dr. MAX RUBNER-Berlin	154
Der Stoffwechsel der Warmblüter	154
Körpermasse und Energieverbrauch	163
Der Gesamtstoffwechsel im Wachstum. Von Professor Dr. PAUL GROSSER-Frankfurt a. M. Mit 16 Abbildungen	167
Einfluß der Muskeltätigkeit auf den Grundumsatz	175
Einfluß der Nahrung auf den Grundumsatz	178

	Seite
Einfluß des Geschlechts auf den Grundumsatz	180
Einfluß der Versuchsbedingungen auf die Berechnung des Grundumsatzes	180
Grundumsatz des Säuglings	181
Grundumsatz jenseits des Säuglingsalters	189
Der Stoffwechsel bei psychischen Vorgängen. Von Professor Dr. ERICH GRAFE-Würzburg	199
I. Der Gesamtstoffwechsel des Gehirns	199
II. Der Einfluß normaler psychischer Vorgänge auf den respiratorischen Gaswechsel	202
1. Der Einfluß intensiver geistiger Arbeit	202
2. Der Einfluß starker seelischer Erregungen	204
III. Der Einfluß psychischer Erkrankungen auf den Gesamtstoffwechsel	207
1. Untersuchungen bei Neurosen	207
2. Untersuchungen bei der Epilepsie	208
3. Untersuchungen bei Psychosen	209
a) Untersuchungen bei der progressiven Paralyse	209
b) Untersuchungen bei Schizophrenie (Dementia praecox)	210
c) Untersuchungen beim manisch-depressiven Irresein	211
Der Stoffwechsel bei Anomalien der Nahrungszufuhr. (Hunger, Unterernährung, Überernährung.) Von Professor Dr. ERICH GRAFE-Würzburg. Mit 3 Abbildungen.	212
Einleitendes	212
I. Der Stoffwechsel im Hunger	213
Das Verhalten des Gesamtstoffwechsels	213
a) Die Oxydationsgröße im Hunger	213
α) Versuche bei Tieren	214
β) Versuche bei Menschen	217
b) Art und Menge der zersetzten Nährstoffe	221
II. Der Stoffwechsel bei der Unterernährung	224
1. Quantitative (kalorische) Unterernährung	225
a) Der Gesamtumsatz	225
α) Beobachtungen bei Tieren	225
β) Untersuchungen beim Menschen	227
b) Der Eiweißumsatz	233
2. Partielle (qualitative) Unterernährung	237
III. Die Überernährung	239
1. Die Energieproduktion. (Die Frage der Luxuskonsumtion)	239
α) Der direkte Einfluß der Überernährung auf den Stoffumsatz. (Dynamische Wirkung)	241
β) Das Verhalten der Wärmeproduktion bei der Überernährung im Nüchternzustand	245
2. Das Verhalten des Eiweißumsatzes bei der Überernährung. (Die Frage der Eiweißmast.)	251
3. Überernährung und Fettsucht	254
Die Pathologie des Gesamtstoffwechsels (mit Ausschluß der inneren Sekretion). Von Professor Dr. ERICH GRAFE-Würzburg. Mit 3 Abbildungen	260
Einleitung und Einteilung	260
I. Pathologische Veränderungen des Gesamtstoffwechsels, bedingt durch primäre Alterationen des Organstoffwechsels	262
1. Die Frage einer primären Abartung des Protoplasmas	263
2. Änderungen des Gesamtstoffwechsels durch Anomalien der Nahrungszufuhr	263
3. Anomalien des Gesamtstoffwechsels durch Leistungssteigerung nicht stoffwechselregulatorischer Organe	263
a) Die Einwirkung afebriler Blutkrankheiten	263
α) Der Stoffwechsel bei der Chlorose	264
β) Der Stoffwechsel bei Anämien	264
γ) Der Stoffwechsel bei der Polycythämie	267
ϵ) Der Stoffwechsel bei der Leukämie	267
b) Die Einwirkung afebriler, nicht infektiöser Lungen- und Kreislaufkrankheiten mit und ohne Dyspnoe	269
c) Die Wirkung abnormer, bisher unbekannter Reizstoffe	273
α) Die Anomalien des Gesamtstoffwechsels bei Nierenerkrankungen	273
β) Anomalien des Stoffwechsels bei hepatolienalen Krankheiten	275
γ) Anomalien des Gesamtstoffwechsels bei malignen Tumoren	277
II. Veränderungen des Gesamtstoffwechsels durch Anomalien der nervösen Regulationsapparate	278

	Seite
1. Der Gesamtstoffwechsel bei Schädigungen der Wärmeregulation	279
a) Der Stoffwechsel bei Ausschaltung der physikalischen und chemischen Wärmeregulation	279
b) Der Stoffwechsel bei Insuffizienz der Wärmeregulation	281
c) Der Stoffwechsel bei den Störungen der Wärmeregulation im Fieber	283
Das Verhalten der Wärmeproduktion im Fieber	284
d) Der Gasstoffwechsel beim Temperaturkollaps	294
2. Anderweitige, zentral nervös bedingte Anomalien des Gesamtstoffwechsels	295
Pharmakologie des Gesamtstoffwechsels. Von Professor Dr. ARTHUR BORNSTEIN-Hamburg	301
I. Nicht verbrennbare Gifte	301
A. Grundumsatz	301
1. Gifte, die den Blutfarbstoff zum O ₂ -Transport unfähig machen	301
2. Gifte, die die Oxydationsenergie der Zellen herabsetzen	302
3. Gifte, die die Oxydationsenergie der Zellen erhöhen	303
4. Gifte, die die Drüsentätigkeit verändern	303
5. Gifte, die die Atemarbeit vermehren	304
6. Gifte, die den Stoffwechsel in der Muskulatur erhöhen	304
7. Gifte, die den Stoffwechsel in der Muskulatur herabsetzen	305
8. Gifte, die die Körpertemperatur erhöhen	306
9. Gifte, die die Körpertemperatur herabsetzen	306
10. Gifte, die aus anderen Gründen den Grundumsatz verändern	307
B. Respiratorischer Quotient	310
1. Gifte, die durch Änderung der Lungenventilation den R.Q. beeinflussen	311
2. Gifte, die durch Änderung der Alkaleszenz des Blutes den R.Q. beeinflussen	312
3. Gifte, die durch Änderung der Verbrennungen den R.Q. beeinflussen	312
C. Zufuhr von Nahrungsmitteln	312
D. Eiweißstoffwechsel	313
1. Säuren und Alkalien	314
2. Neutralsalze	315
3. Andere anorganische Substanzen	316
4. Kohlenstoff-Verbindungen	317
II. Verbrennbare Gifte	322
1. Methylalkohol	323
2. Äthylalkohol	323
a) Ausscheidung	323
b) Grundumsatz	324
c) Menge des Alkohols, die an den Verbrennungen teilnimmt	325
d) Ersatz der stickstofffreien Brennstoffe durch Alkohol	325
e) Wirkung des Alkohols auf den Eiweißstoffwechsel	326
f) Alkohol bei Muskelarbeit	326
3. Andere Alkohole	327
Gesamtumsätze bei Pflanzen, insbesondere bei den autotrophen. Von Professor Dr. KARL BORESCH-Prag, Tetschen/Liebwerd	328
Allgemeines	328
Bilanz der Wasseraufnahme und -abgabe bei Pflanzen	330
Bilanz des pflanzlichen Gaswechsels. Verhältnis der Assimilation zur Atmung	333
Die Kohlensäureassimilation	334
Die Reduktion von Nitraten und anderen Nährstoffen in höheren Pflanzen	337
Die Atmung der Pflanzen	338
Die elementare Zusammensetzung der Nahrungsstoffe autotropher Pflanzen und die Substituierbarkeit einzelner Elemente	341
Der Minimalbedarf der höheren Pflanzen an den einzelnen Nährstoffen	344
Die Abhängigkeit der pflanzlichen Produktion von der Menge oder Intensität der Wachstumsfaktoren. Das Ertragsgesetz	346
Die Wirkung variierter Nährstoffmengen auf pflanzliche Umsätze im besonderen	350
Der Wirkungswert der Wachstumsfaktoren, der Nährwert verschiedener Nährstoffformen. Reizstoffe	359
Einfluß der Zusammensetzung und der Reaktion des Nährstoffgemisches auf den Gesamtumsatz der Pflanze	363
Der pflanzliche Stoffwechsel bei verschiedener Temperatur	365
Das Wachstum der Pflanze. Entwicklungstoffwechsel	367
Gesamtumsätze bei der Bildung von Reservestoffen (Reifung der Samen) und während der Ruheperiode	370

	Seite
Stoffwechselstörungen durch äußere und innere Faktoren	371
Stoffabgabe seitens der höheren Pflanze	373
Einiges aus der vergleichenden Physiologie des Gesamtstoffwechsels verschiedener Pflanzen	374
Vergleichende Physiologie des Stoffwechsels. Von Privatdozent Dr. HANS JOST-Frankfurt a. M. Mit 15 Abbildungen	377
I. Einleitung und Übersicht	377
II. Allgemeiner Teil	378
A. Gesamtstoffwechsel	378
1. Die Abhängigkeit des Stoffwechsels von der Organisation	379
2. Die Abhängigkeit des Stoffwechsels von äußeren Faktoren	391
a) Der Stoffwechsel bei verschiedenem Sauerstoffpartialdruck	392
b) Der Stoffwechsel in Anaerobiose	399
c) Die Abhängigkeit des Stoffwechsels von der Nahrungszufuhr	404
d) Ruhezustände	405
e) Die Abhängigkeit des Stoffwechsels von der Temperatur	407
B. Intermediärstoffwechsel	420
1. Intermediärer Kohlehydratstoffwechsel der niederen Tiere	420
2. Intermediärer Fettstoffwechsel	424
3. Intermediärer Eiweißstoffwechsel	427
III. Spezieller Teil	430
1. Protozoen	430
2. Spongien	431
3. Coelenteraten	431
4. Echinodermen	433
5. Würmer	434
6. Mollusken	438
7. Tunicaten (Manteltiere)	440
8. Arthropoden	440
9. Poikilotherme Wirbeltiere	452
10. Homoiotherme Wirbeltiere	461

Intermediärer Stoffwechsel.

Physiologie und Pathologie des intermediären Kohlehydratstoffwechsels. Von Professor Dr. SIMON ISAAC und Dr. RUDOLF SEGEL-Frankfurt a. M. Mit 2 Abbildungen	469
Einleitung	469
A. Physiologischer Teil	471
I. Austausch der Kohlehydrate zwischen Blut und Körperzellen	471
1. Aufnahme der Kohlehydrate in die Blutbahn	471
2. Der Blutzucker	472
3. Die Abgabe des Zuckers aus dem Blute in die Gewebe	475
II. Der Abbau der Kohlehydrate	477
1. Abbau der Polysaccharide bis zu Hexose	477
2. Die Reaktionsform der Hexose	479
a) Der Begriff des „körpereigenen“ Zuckers	479
b) Die Enolform. Die Struktur der Phosphatester	480
c) Andere Reaktionsformen des Traubenzuckers. Frage der Zuckeraktivierung durch Insulin	482
3. Die Spaltung der Hexose zu Stoffen der C ₃ -Stufe	485
a) Die Phosphorylierung und Glykolyse. Der zuckerspaltende Fermentkomplex	485
b) Die ersten Spaltungsprodukte der Hexose	488
c) Die Milchsäure; ihre Rolle bei Zuckerabbau und -synthese	492
4. Der Abbau auf der C ₃ -Stufe (Abbau des Methylglyoxals)	495
a) Der Mechanismus der gekoppelten Oxydoreduktionen	495
b) Die drei Formen der alkoholischen Gärung	496
c) Die Brenztraubensäure	497
d) Der Acetaldehyd. Die Zuckerbildung aus Fettsäuren	499
e) Andere Dismutationsprodukte	503
5. Die Endoxydation	504
6. Anhang: Die Bildung der Glucuronsäure u. a.	506
Das Verhalten von Galaktose und Lactose im Stoffwechsel	507

III. Der Aufbau der Kohlehydrate	508
1. Die Glykogenbildung. Glykogenie	509
2. Die Glykoneogenie	514
a) Die Zuckerbildung aus Abbauprodukten der Kohlehydrate und verwandten Substanzen	514
Milchsäure S. 515. — Brenztraubensäure S. 515. — Methylglyoxal S. 516. — Propionsäure S. 516. — Glycerin S. 516. — Glycerinaldehyd und Dioxyaceton S. 516. — Glycerinsäure S. 518	
b) Die Zuckerbildung aus Eiweiß	520
Glykokoll S. 521. — Alanin S. 522. — l-Serin S. 522. — Cystin S. 522. — Asparaginsäure S. 522. — Glutaminsäure S. 523. — Arginin S. 523. — Prolin S. 524.	
c) Die Zuckerbildung aus Fett	526
3. Die Beziehungen des intermediären Kohlehydratstoffwechsels zu anderen intermediären Stoffwechselvorgängen	526
IV. Die Beziehungen zwischen KH-Abbau und -Synthese. (Die PASTEUR-MEYERHOFSCHE REAKTION.) Der quantitative Anteil der einzelnen Gewebe an den Phasen des KH-Umsatzes	528
1. Die einzelnen Phasen des KH-Umsatzes in ihrer Verknüpfung	528
2. Die Phasen des Muskelstoffwechsels	530
3. Weitere Analyse der einzelnen Phasen und ihrer gegenseitigen Beziehung	532
4. Der Stoffwechsel der Gewebe in verschiedenen Altersstufen	533
5. Der Stoffwechsel des Nervengewebes	533
6. Der Stoffwechsel der Tumoren	534
7. Der Stoffwechsel anderer Gewebe	535
8. Zusammenfassung	535
V. Die Koordination des Kohlehydratstoffwechsels	536
B. Pathologischer Teil	544
Einleitung. (Allgemeines über Glykosurie und Hyperglykämie.)	544
I. Die verschiedenen Formen der nichtdiabetischen Hyperglykämie und Glykosurie	545
1. Hyperglykämie und Glykosurie durch primäre Störungen zentral-nervöser Mechanismen	545
2. Hyperglykämie und Glykosurie durch innersekretorische Störungen	547
a) Die Adrenalinhyperglykämie	547
b) Die thyreogene Hyperglykämie und Glykosurie	549
c) Hypophysäre Hyperglykämie und Glykosurie	549
3. Hyperglykämie durch pharmakologische Einwirkung	550
a) Hyperglykämie durch vorwiegend zentrale Sympathicusreizung	550
b) Hyperglykämie durch periphere Sympathicusreizung	552
4. Weitere Formen experimenteller Hyperglykämie	553
a) Die Säurehyperglykämie	553
b) Die Aderlaßglykämie	553
c) Die febrile Hyperglykämie	554
5. Die alimentäre Hyperglykämie und Glykosurie	554
II. Die diabetische Stoffwechselstörung	558
1. Die Bedeutung des Pankreas für die Entstehung des Diabetes	558
2. Die Störungen des Kohlehydratstoffwechsels nach Pankreasextirpation	561
3. Das Wesen der diabetischen Stoffwechselstörung	563
a) Theorie des apankreatischen Diabetes und ihre experimentelle Begründung	563
b) Theorie der Insulinwirkung	569
Die Besonderheit der Insulinwirkung auf die Leber	576
III. Der Phlorrhizindiabetes	580
IV. Der Diabetes des Menschen	582
1. Die Glykosurie	582
Abhängigkeit der Glykosurie von der Größe der Calorienzufuhr	584
Einwirkung von Muskeltätigkeit auf die Glykosurie	585
Interkurrente Krankheiten und ihr Einfluß auf die Glykosurie	585
2. Die Hyperglykämie	586
3. Der Stoffwechsel beim Diabetes mellitus des Menschen	588
4. Die Ausscheidung der Acetonkörper und die diabetische Acidosis	591
5. Besondere Formen des menschlichen Diabetes	593
a) Pluriglanduläre Form des menschlichen Diabetes	593
b) Renaler Diabetes des Menschen	594

Der Aufbau der Kohlehydrate in der grünen Pflanze. Von Professor Dr. HEINRICH SCHROEDER-Hohenheim.	595
Intermediärer Fettstoffwechsel und Acidosis. Von Dr. Privatdozent HANS JOST-Frankfurt a. M. Mit einer Abbildung	606
I. Einleitung und Übersicht	606
II. Allgemeiner Fettstoffwechsel	607
1. Fettumsatz und Verbrennung	607
2. Fettabbildung aus Eiweiß	608
3. Fettabbildung aus Kohlehydrat	610
4. Die Umwandlung von Fett in Kohlehydrat	611
a) Allgemeine Gesichtspunkte	611
b) Experimentelle Untersuchungen	612
c) Beobachtungen bei den verschiedenen Formen des Diabetes	614
d) Beobachtungen an winterschlafenden Tieren	616
e) Einfluß von Insulin und Adrenalin auf die Zuckerbildung aus Fett	616
f) Energielieferung bei der Muskelkontraktion durch Fett	618
5. Fettablagerung	619
Das Depotfett	619
Fettablagerung in den einzelnen Organen	622
Fettaufnahme durch die normale Leber	622
Die pathologische Leberverfettung	623
Pathologische Fettablagerung in anderen Organen	624
6. Lokalisation des Fettstoffwechsels in den verschiedenen Organen	625
7. Beziehungen zwischen Fetten und Phosphatiden	628
III. Chemismus des intermediären Fettstoffwechsels	630
1. Allgemeiner Überblick und Methodisches	630
2. Über den Abbau der Fettsäuren	633
a) Abbau der aromatischen Fettsäuren	633
b) Abbau der normalen Fettsäuren	635
c) Abbau der Amino- und Isosäuren	639
3. Über den Mechanismus der β -Oxydation	643
4. Aufbau der Fettsäuren	652
5. Umbildung und Neubildung des Fettes im Intermediärstoffwechsel	656
IV. Die Acidosis	659
1. Erscheinungen und Ursachen	659
2. Ketogene und antiketogene Substanzen	663
3. Mechanismus der antiacidotischen Wirkung	665
Intermediärer Eiweißstoffwechsel. Von Professor Dr. OTTO NEUBAUER-München	671
Einleitung	671
A. Die Eiweißbausteine im Organismus, ihre Resorption und ihr Transport	675
I. Die einfachen Eiweißbausteine (Aminosäuren) im Organismus	675
Aminosäuren im Blut, Organen und Sekreten unter physiologischen Bedingungen	676
Pathologische Hyperaminacidosen	683
Hyperaminacidose bei schweren Leberdegenerationen	684
Hyperaminacidose bei anderen Krankheiten	689
II. Die zusammengesetzten Eiweißbausteine im Organismus (Albumosen, Peptone, Peptide)	695
Vorkommen von biureten Peptiden (Albumosen, Peptonen)	696
Vorkommen von abiureten Peptiden	700
Anhang: Proteinsäuren	702
III. Resorption der Eiweißbausteine im Darm	704
IV. Transport der resorbierten Eiweißbausteine in die Gewebe	710
B. Obere Stufe des Eiweißstoffwechsels	717
V. Aufbau von Eiweiß aus den Bausteinen	717
VI. Speicherung von Eiweiß	719
VII. Abbau von Gewebeiweiß (einschließlich Autolyse)	721
Autolyse	721
VIII. Umbau von Gewebeiweiß	737
BENCE-JONESsche Albuminurie	743
Amyloidose	748
IX. Abartung von Körpereiweiß	754
C. Untere Stufe des Eiweißstoffwechsels (Aminosäurenstoffwechsel)	756

	Seite
X. Synthese von Aminosäuren	756
Synthese von Aminosäuren aus dem Kohlenstoffskelett und NH_3 (Aminierung)	757
Produktion der Kohlenstoffskelette der Aminosäuren	761
Neubildung von Glykokoll (Hippursäuresynthese)	762
XI. Abbau der Aminosäuren	773
1. Typischer Hauptweg des Aminosäurenabbaus. Desaminierung	775
2. Ammoniak	797
Ammoniak im Harn	801
Quellen und Bildungsstätte des Harnammoniaks	804
3. Harnstoffbildung	808
4. Abbau der Aminosäuren-Reste	824
I. Glucoplastische Hauptgruppe der Aminosäuren	828
II. Ketoplastische Hauptgruppe der Aminosäuren	848
Aliphatische Untergruppe der ketoplastischen Aminosäuren	849
Alkaptonoplastische Untergruppe der ketoplastischen Aminosäuren	850
Alkaptonurie	851
Übersicht über die Abbauewege der ketoplastischen Aminosäuren	879
III. Hauptgruppe der Aminosäuren (Aglukoplastische, aketoplastische Hauptgruppe)	884
5. Abbau des Cystins (Cysteins)	894
Die Cystindiathese (Cystinurie, einschließlich Diaminurie)	906
Mercaptursäurenbildung	917
6. Nebenwege der Aminosäuren im Organismus	919
a) Bildung von Alkoholsäuren (Oxysäuren)	919
b) Bildung von Aminen, Diaminen und ω -Aminosäuren	925
c) Bildung von Betainen und Cholin (Methylierung von Aminosäuren)	928
d) Kreatin und Kreatinin	931
e) Bildung von Guanidinbasen	962
f) Bildung von Uraminosäuren	964
g) Bildung von Purinkörpern, insbesondere von Harnsäure	964
h) Bildung von Fettsäuren (und von Fett)	968
XII. Bakterielle Zersetzung der Aminosäuren und Schicksal der Zersetzungsprodukte im Organismus	968
Stickstoff- und Schwefelassimilation. Von Professor Dr. GUSTAV KLEIN-Wien	990
Das Verhalten körperfremder Substanzen im intermediären Stoffwechsel.	
Von Privatdozent Dr. KONRAD FROMHERZ-Basel.	996
I. Der Abbau aliphatischer Verbindungen	997
1. Alkohole	997
2. Ketone, Aldehyde, Kohlehydrate	999
3. Fettsäuren (Carbonsäuren)	1000
4. Einbasische Oxy- und Ketonsäuren	1003
5. Zweibasische Säuren	1004
6. Kohlehydratsäuren	1006
7. Halogenverbindungen	1007
8. Stickstoffhaltige Verbindungen	1008
9. Schwefelverbindungen	1012
II. Abbau aromatischer Verbindungen	1013
1. Kohlenwasserstoffe	1013
2. Phenole	1015
3. Alkohole, Aldehyde, Ketone	1016
4. Halogenderivate	1017
5. Nitroverbindungen	1018
6. Amine	1018
a) Die Aminogruppe substituiert ein Kern-H-Atom	1019
b) Die Aminogruppe substituiert ein H einer Seitenkette	1019
7. Rein aromatische Carbonsäuren	1020
8. Fettaromatische Carbonsäuren	1021
a) Derivate der Phenyllessigsäure	1022
b) Derivate der Phenylpropionsäure	1023
c) Derivate der γ -Phenyl-n-buttersäure	1026
d) Derivate von α -Aryl-n-buttersäuren	1026
e) Derivate der Phenylvaleriansäure und Phenylcapronsäure	1027
9. Arsenderivate	1028
10. Terpene	1029

	Seite
III. Abbau heterocyclischer Verbindungen	1029
1. Furanderivate	1030
2. Pyronderivate	1030
3. Piperidin- und Pyridinderivate	1030
4. Chinolinderivate	1030
5. Indolderivate	1031
6. Pyrazolonderivate	1032
7. Imidazolderivate	1032
8. Alkaloide	1033
IV. Synthesen im tierischen Organismus.	1034
1. Glykuronsäure	1035
2. Ätherschwefelsäuren	1038
3. Aminosäurepaarung	1039
a) Glykokoll	1039
b) Glutamin	1041
c) Ornithin	1042
d) Mercaptursäuren	1042
4. Uraminosäuren	1043
5. Acetylierung	1044
6. Methylierung	1045
7. Synthese neuer Kohlenstoffbindungen	1045
V. Verhalten anorganischer Verbindungen im intermediären Stoffwechsel.	1046

Die Nucleine und der Nucleinstoffwechsel. Von Professor Dr. SIEGFRIED J. THANN-

HAUSER-Düsseldorf. Mit einer Abbildung	1047
Geschichtliches	1047
A. Die einfachen Spaltprodukte der Nucleinsäuren	1050
1. Die in den Nucleinen vorgebildeten Purine und ihre Derivate	1050
Die Oxyपुरine	1050
Quantitative Bestimmung der Purine und der Harnsäure	1052
Die methylierten Purine	1053
Die Synthese der Purine	1053
2. Die in den Nucleinsäuren vorgebildeten Pyrimidine	1054
3. Die in den Nucleinsäuren vorgebildeten Kohlehydrate	1055
4. Die in den Nucleinsäuren vorgebildete Phosphorsäure	1056
B. Über die Verkettung der Bausteine der Nucleinsäure im Nucleotid-Molekül.	1057
1. Purin-Nucleoside	1057
2. Pyrimidin-Nucleoside	1058
3. Zucker-Phosphorsäure-Ester	1059
C. Die einfachen pentosehaltigen Nucleinsäuren des tierischen Organismus	1059
D. Höher molekulare Spaltstücke der Hefenucleinsäure, Di- und Tri-Nucleotide	1062
E. Über den Aufbau der pflanzlichen Nucleinsäuren (Hefenucleinsäuren)	1062
F. Einfache Spaltstücke der Thymusnucleinsäure	1064
G. Über den Aufbau des Polynucleotid-Moleküls der Thymusnucleinsäure	1064
H. Allgemeines über die tierische Nucleinsäure	1066
I. Die Bedeutung der Nucleinsäuren im Zellstoffwechsel	1067
Der Nucleinstoffwechsel.	1068
A. Über den Abbau der Nahrungsnucleine. (Exogener Nucleinstoffwechsel)	1068
1. Verdauung und Resorption	1068
2. Abbau der resorbierten Nucleotide im intermediären Stoffwechsel	1069
B. Abbau der endogen entstehenden Nucleinsäuren	1075
C. Aus welchen Bestandteilen ergänzt der Organismus seinen Bedarf an Nucleinsäuren und wieweit ist er zu deren Synthese befähigt?	1077
D. Das Verhalten der Methylpurine im Stoffwechsel.	1080
1. Der Einfluß des Nervensystems auf den Purinstoffwechsel	1081
2. Störungen des Purinstoffwechsels.	1086
3. Gichtähnliche Erkrankungen bei Tieren.	1093
Der Cholesterinstoffwechsel. Von Professor Dr. ERNST LEUPOLD-Greifswald	1095
A. Der Cholesterinstoffwechsel.	1096
I. Die Bezugsquellen	1096
II. Das Blutcholesterin	1099
III. Der intermediäre Cholesterinstoffwechsel	1113
IV. Die Ausscheidung des Cholesterins	1117
a) Ausscheidung des Cholesterins durch die Leber	1117
B. Das Organcholesterin	1121

	Seite
Die Vitamine. Von Professor Dr. WILHELM STEPP-Breslau. Mit 6 Abbildungen . . .	1143
Allgemeiner Teil	
A. Entwicklung der Lehre von der qualitativ unzureichenden Ernährung . . .	1143
B. Definition der Vitamine und Namengebung	1147
C. Die verschiedenen Formen von qualitativer Insuffizienz der Nahrung . . .	1148
1. Allgemeines über den Nachweis der Unentbehrlichkeit einzelner Nährstoffe	1148
2. Allgemeines über krankhafte Störungen als Folge mangelhafter oder fehlender Zufuhr von unentbehrlichen Nährstoffen	1149
3. Überblick über die verschiedenen Formen von qualitativer Insuffizienz der Nahrung durch Mangel an den sog. Hauptnährstoffen	1151
a) Eiweiß und Aminosäuren	1151
Fütterungsversuch, der die Wichtigkeit des Cystins für das Wachstum zeigt	1154
Fütterungsversuch, der die Wichtigkeit des Lysins für das Wachstum zeigt	1155
b) Kohlehydrate und Fette	1155
c) Mineralstoffe	1157
4. Insuffizienz der Nahrung durch Mangel an Vitaminen	1158
5. Spezielle Methodik des Nachweises der Vitamine und nähere Beweisführung für ihre Existenz	1159
6. Zur Frage der Bildung der Vitamine im Tierkörper	1163
7. Krankhafte Störungen als Folge von Vitaminmangel in der Nahrung . .	1166
8. Allgemeines über die Wirkungsweise der Vitamine	1117
Besonderer Teil	
Die bekannten Vitamine und die experimentellen Avitaminosen	1116:
A. Die beiden fettlöslichen Vitamine: Das antixerophthalmische Vitamin A und das antirachitische Vitamin D	1170
I. Das antixerophthalmische Vitamin	1171
1. Die ersten Tierexperimente, die zur Entdeckung eines fettlöslichen und eines wasserlöslichen Vitamins führten	1171
2. Die Entwicklung der weiteren Erforschung des fettlöslichen Vitamins und der durch sein Fehlen hervorgerufenen Ausfallserscheinungen	1172
3. Die für den Mangel an A-Vitamin spezifischen Insuffizienzsymptome	1173
a) Wachstumsstillstand und Körpergewichtsabnahme	1173
b) Xerophthalmie und Keratomalacie	1175
Veränderungen in anderen Organen bei der Xerophthalmie	1177
4. Einige allgemeine Bemerkungen zur Physiologie des Vitamins A	1178
5. Pathologische Anatomie der durch A-Mangel erzeugten Avitaminose	1179
6. Über Heilung der durch Mangel an Vitamin A erzeugten Insuffizienzerscheinungen	1180
II. Das antirachitische Vitamin	1180
1. Das Bild der experimentell erzeugten echten Rachitis	1184
2. Methodik der Prüfung von Nahrungsmitteln auf Anwesenheit des antirachitischen Stoffes	1185
3. Das durch Mangel an Calcium und antirachitischem Vitamin erzeugte rachitisähnliche Bild	1186
4. Über die Wirkung organisch gebundenen Phosphors bei der phosphatarmen Rachitis	1187
5. Über die Bedeutung anderer Faktoren für die Entstehung der experimentellen Rachitis	1187
6. Neuere Untersuchungen zur experimentellen Rachitis der Ratten	1189
7. Pathologische Anatomie der experimentellen Rachitis	1190
Anhang: Phosphatsteine im Harntractus bei Mangel an fettlöslichem Vitamin in der Kost	1191
III. Über die Verbreitung der fettlöslichen Vitamine in der Natur	1191
1. Das Vitamin A oder antixerophthalmische Vitamin	1191
Tierische Gewebe	1191
Pflanzliche Gewebe	1193
2. Das Vitamin D oder antirachitische Vitamin	1194
IV. Zur chemischen Natur der fettlöslichen Vitamine	1195
a) Das A-Vitamin	1195
b) Das antirachitische Vitamin	1198
B. Das antineuritische Vitamin oder Vitamin B	1201
1. Die Entdeckung der experimentellen Beriberi	1201

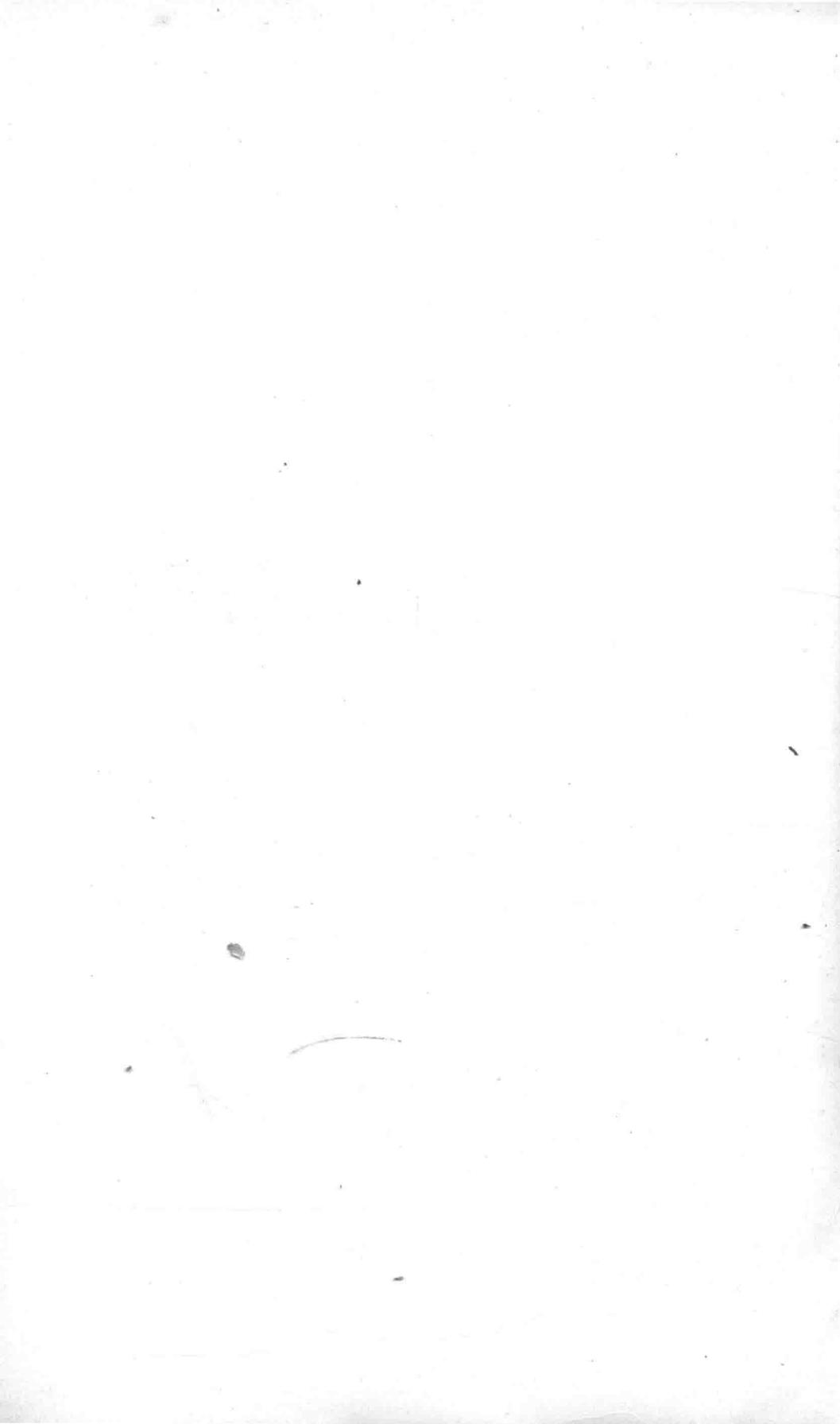
2. Das Studium der Insuffizienzerscheinungen bei Mangel an B-Vitamin in der Nahrung	1203
a) Die Insuffizienzerscheinungen bei Ausschaltung des B-Vitamins im Tierexperiment	1204
Die Erscheinungen bei Tauben und Hühnern	1204
Die Erscheinungen bei der Ratte	1205
b) Zur Wirkungsweise des Vitamins B	1207
c) Über den Einfluß des B-Vitamins auf den Stoffwechsel	1209
3. Pathologische Anatomie der experimentellen Polyneuritis	1212
4. Zur chemischen Natur des Vitamins B	1213
5. Bemerkungen zum Nachweis des Vitamins B	1215
6. Über die Verbreitung des Vitamin B in der Natur	1216
Produkte des Pflanzenreiches	1217
Produkte des Tierreiches	1217
C. Das antiskorbutische Vitamin oder Vitamin C	1218
1. Die Entwicklung der Insuffizienzerscheinungen beim Meerschweinchen	1219
2. Pathologische Anatomie des experimentellen Skorbuts	1220
3. Die Wirkung antiskorbutischer Substanzen	1220
4. Der Nachweis des Vitamins C	1221
5. Experimenteller Skorbut bei anderen Tieren	1222
6. Stoffwechselveränderungen bei Skorbut	1223
7. Über die Verbreitung des Vitamins C in der Natur	1224
a) Pflanzenreich	1224
b) Tierreich	1225
8. Zur Frage der chemischen Natur des antiskorbutischen Vitamins und über seine Empfindlichkeit gegenüber chemischen und physikalischen Einwirkungen	1226
D. Zur Frage der Existenz eines besonderen wachstumsfördernden (ansatzfördernden) Vitamins	1229
E. Zur Frage der Existenz eines besonderen, für die ungestörte Funktion der Zeugungsorgane unentbehrlichen Vitamins	1231
F. Vitaminhunger und Resistenz gegen Infektionen	1232
G. Zur Frage eines Synergismus der Vitamine	1233
Avitaminosen beim Menschen	1234
Anhang: Ist die Pellagra eine Avitaminose?	1238
H. Verteilung der Vitamine in den wichtigsten Erzeugnissen des Tier- und Pflanzenreiches	1239
Die Degenerationen und die Nekrose. (Stoffwechselstörungen, Dystrophien.) Von Geheimrat Professor Dr. PAUL ERNST-Heidelberg	1245
Störungen des Eiweißstoffwechsels	1249
Die trübe Schwellung	1250
Die schleimig-gallertige Degeneration	1252
Die Verhornung	1254
Die amyloide Entartung	1254
Die hyaline Entartung	1262
Störungen des Pigmentstoffwechsels	1263
Störungen des Fettstoffwechsels	1267
Störungen des Kohlehydratstoffwechsels	1275
Störungen des Mineralstoffwechsels	1276
Die Nekrose, der örtliche Tod	1282
Nekrosen durch nervöse Einflüsse (Neurotische Nekrosen)	1284
Vasculäre oder zirkulatorische Nekrose, lokale Synkope und Asphyxie	1287
Chemisch-toxische Nekrose	1291
Bakterielle, infektiös toxische, entzündliche Nekrose	1296
Physikalische Nekrosen (thermische, photische, aktinische Nekrosen)	1299
Mechanische oder traumatische Nekrose	1304
Sachverzeichnis	1307

Die Kapitel

Salzstoffwechsel und Mineralstoffgehalt

werden in Band XVI behandelt.

Gesamtstoffwechsel und Energiewechsel.



Aufgabe (Bilanz). Allgemeine Methodik.

Von

M. RUBNER

Berlin.

Die allgemeine Methodik des Stoffwechsels und der Ernährung überhaupt hat nur die Hauptrichtungen und Aufgaben der experimentellen Forschung zu behandeln. Die eingehenden Spezialfragen werden in den späteren Abschnitten behandelt werden.

Das Studium der Ernährung beruht auf der quantitativen Darlegung der Wechselwirkung zwischen Körper und den Nahrungsstoffen. Der eingeführten Nahrung gegenüber stehen die Ausscheidungen in Harn, Kot und der Respiration, im Schweiß und den sonstigen Verlusten, wie Verlust an Haaren, Epidermis, Sputum, Blutverlust bei der Frau und durch Abgabe von Milch, wie andererseits die Veränderungen des Körpers.

Der Vergleich der Einfuhr zur Ausfuhr, die Bilanz, kann eine volle Übereinstimmung geben, oder es können Stoffe fehlen oder hinzugekommen sein. Was fehlt ist im Körper zurückgehalten, denn Materie kann nicht zu Verlust gehen; die Mehrausscheidung rührt von Körperbestandteilen her mit Ausnahme des Sauerstoffs, der zur Oxydation organischer Stoffe aufgenommen wird, und unter allen Umständen auch bei einem Gleichgewicht der Nahrungsstoffe, die Ausscheidungen erhöht erscheinen läßt. Das Gewicht eines Menschen, der in seiner Nahrung den ganzen Bedarf bestreitet, bleibt gleich, die Ausscheidungen zusammengenommen wiegen um den aufgenommenen Sauerstoff mehr wie die Einnahmen.

Versuche mit Bestimmungen *aller* in den Körper eingeführten Elementarstoffe und eine quantitative Untersuchung aller ausgeschiedenen sind in erheblicher Zahl von PETTENKOFER und VOIT zuerst ausgeführt worden und als solche von großer Bedeutung gewesen, aber entbehrlich geworden, denn das Ernährungswesen hat später seine methodischen Probleme vereinfacht.

Im wesentlichen handelt es sich meist nur um das Schicksal der Hauptnahrungsstoffe, um die Eiweiße, Fette, Kohlehydrate, Aschebestandteile und das Wasser. Mit Ausnahme des Wassers sind dies Gruppenbezeichnungen. In der Natur kommen zahlreiche Eiweißstoffe, Fettarten, Kohlehydrate und Aschebestandteile vor, von denen die Organismen nur bestimmte verwenden können. Manche sind gar nicht, andere nur teilweise verwendbar, also minderwertig. Die Menschen wie die Tiere haben instinktmäßig eine passende Auswahl getroffen, und wirklich Unverdauliches und Unbrauchbares stellt, wenn es überhaupt genommen wird, nur einen kleinsten Teil der Kost dar.

Unter normalen Verhältnissen verläuft die Ernährung so, daß jahrzehntelang das Körpergewicht mit kleinen Schwankungen dasselbe bleibt, obschon

in einem Jahre an 30 mal so viel verzehrt wird, als der Körper selbst an Energievorräten darstellt. Diesen Vorgang der Gleichhaltung des Körpers bei fortwährender Zerstörung der Nahrung nennt man den *Betriebsstoffwechsel*. Es wird dabei also alle aufgenommene Nahrung bis zu den eingangs schon erwähnten Endprodukten abgebaut.

Etwas komplizierter liegen die Fälle, bei denen dauernd oder zeitweilig eine Zu- oder eine Abnahme der Körperbestandteile eintritt. Der wichtigste und normale Vorgang ist das *Wachstum*, neben dem unverändert der Betriebsstoffwechsel des betreffenden Organismus weiterbesteht. Hier zeigt nun die anatomische Zergliederung eine zunehmende Verschiedenheit der Organe bis zum Ende des Wachstums. Letzteres ist von seiner Ergiebigkeit und Länge der Dauer von bestimmten Regulationen durch endokrine Drüsen abhängig. Zu geringe Nahrung kann es hemmen, zu reiche Nahrung aber nicht beschleunigen.

Die sonstigen Beeinflussungen des Körpers durch die Nahrung beziehen sich auf ein *Zuwenig der Nahrung* (Hunger oder Unterernährung), die in jeder Periode des Lebens eintreten können, und die *Überernährung*, welche zu starken Gewichtsveränderungen führen kann.

Die Korrektur des Hungers oder der Unterernährung führt zur *Regeneration und Anspeicherung*.

Beim Erwachsenen bleibt der größte Teil der Zellen, von Blut- und Lymphzellen abgesehen, dauernd erhalten. Aber bei den Vorgängen der Unterernährung und des Hungers verlieren die Zellen einen Teil ihres Inhalts oder Fett und Glykogen — d. h. Vorratsstoffe — schwinden. Der Zellinhalt kann etwa bis zur Hälfte der Masse sinken.

In eben derselben Geschwindigkeit wie beim Wachstum findet bei der Regeneration anfänglich der Neuaufbau der Zellmasse statt, nicht aller und gleichmäßig, denn bei Hunger halten sich die funktionell wichtigsten Organbestände besser als die anderen.

Wenn nachzuweisen ist, daß einzelne Nährstoffe im Körper zurückgeblieben sind, so würde die einfache unveränderte Zurückhaltung in das Gebiet des Bilanzproblems gehören; wenn aber die zurückgehaltenen Stoffe Umwandlungen erfahren, so hätte man diese Vorgänge als Ausdruck des intermediären Stoffwechsels, der an anderer Stelle zu behandeln ist, anzunehmen. Wachstum und Regeneration sind trotz mancher Ähnlichkeit innerlich verschiedene Prozesse, und Fragen dieser Art, gelten als dem Stoffwechselleben zugehörig. Abgesehen von den beiden wichtigen Neubildungen und Ersatzprozessen kommt es unter dem Einfluß einer zu reichlichen oder zu geringen Nahrung zu *täglichen Veränderungen des Körpers*.

Beim Wachstum ist die Möglichkeit der Anlagerungen von Eiweißstoffen zu neuen Organen nur durch die Wachstumsgrenzen beschränkt. Dabei können wir als sicher annehmen, daß nicht alle als Nahrung bezogene Eiweißstoffe sich zum Gewebebau eignen und deshalb Umlagerungen ihrer Bausteine erfahren. Ähnlich bei der Regeneration.

Fettbildung und Glykogenanlagerungen sind nichts, was dem Wachsenden allein zu eigen wäre; sie kommen zu allen Zeiten vor, wenn Fett oder Kohlehydratüberschüsse vor allem vorhanden sind. Fett muß manchmal erst aus körperfremden Fetten erzeugt werden; und aus Kohlehydraten verschiedener Art (und Eiweiß) entsteht durch Umbau Glykogen. Die wichtigste ist die Umwandlung von Kohlehydraten zu Fett.

Also von Eiweiß kann nur eine sehr mäßige und gewöhnlich nur vorübergehende Ablagerung vorkommen: a) als Vorratseiweiß bei jedem Eiweißgenuß; b) als Übergangseiweiß nach reichlicher Eiweißzufuhr, abgelagert hauptsächlich