



Dietger Mathias

Fit und gesund von 1 bis Hundert

Ernährung und Bewegung

Aktuelles medizinisches Wissen
zur Gesundheit

4. Auflage

 Springer

Fit und gesund von 1 bis Hundert

Dietger Mathias

Ernährung und Bewegung
Aktuelles medizinisches Wissen zur Gesundheit

Fit und gesund von 1 bis Hundert

4., vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage

Mit 62 Abbildungen und 12 Tabellen

Dietger Mathias
Sandhausen, Deutschland

ISBN 978-3-662-56306-9

ISBN 978-3-662-56307-6 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-56307-6>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2009, 2012, 2015, 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlaggestaltung: deblik, Berlin

Fotonachweis Umschlag: © Zentrum Aktiver Prävention, Walldorfer Straße 100, 69226 Nußloch

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist Teil von Springer Nature
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Für Lilly und Lucy

- » Gutes Wissen ist eine Macht der Menschen,
ihr Nichtwissen die Macht der Krankheiten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
---	----------------------	---

I Ernährung

2	»Wer nichts weiß, muss alles glauben«	5
3	Bedeutende Langzeitstudien	6
4	Der menschliche Organismus – eine riesige chemische Fabrik	7
5	Unsere Nahrung – die Energieträger	8
6	Energiegewinnung	10
7	Energiegewinnung bei Nahrungsmangel	11
8	Energieverbrauch I – Grundumsatz	12
9	Energieverbrauch II – Wärmebildung	13
10	Energieverbrauch III – Leistungsumsatz	14
11	Physical Activity Level	15
12	Die Steuerung des Energieumsatzes im Gehirn	16
13	Die Steuerung des Energieumsatzes durch Körperhormone	17
14	Die Steuerung des Energieumsatzes – das Belohnungssystem	18
15	Ungesättigte Fettsäuren	19
16	Trans-Fettsäuren	20
17	Cholesterin	21
18	Cholesterin und Arteriosklerose	22
19	Cholesterin und die Alzheimer-Krankheit	23
20	Lipoprotein(a)	24
21	Mineralstoffe	25
22	Spurenelemente	26
23	Vitamine	27
24	Das Vitamin-D ₃ -Hormon	28
25	Sekundäre Pflanzenstoffe	30
26	Ballaststoffe	32
27	Antioxidanzien	33
28	Der Einfluss der Ernährung auf die Immunität	34
29	Functional Food	36
30	Chemie in pflanzlichen Lebensmitteln	37
31	Pflanzengifte in natürlichen Lebensmitteln	38
32	Zusatzstoffe	39
33	Geschmacksverstärker	41
34	Nahrungsmittelunverträglichkeiten	42
35	Nahrungsmittelhygiene	43
36	Das Darmmikrobiom	44
37	Gesundheitsgefahren durch Erhitzen der Nahrung I	46
38	Gesundheitsgefahren durch Erhitzen der Nahrung II	47
39	Äthanol – kleines Molekül, starkes Gift	48
40	Allgemeine Ernährungsempfehlungen für gesunde Menschen	50

41	Empfohlene Trinkmengen	52
42	Die Evolution mästet ihre Kinder	53
43	Fettverteilungsmuster, ihre Messgrößen und das Demenzrisiko	54
44	Fettgewebe als Syntheseort von Hormonen und Botenstoffen	55
45	Warum Übergewicht zum Typ-2-Diabetes führen kann	56
46	Glykämischer Index und glykämische Last	57
47	Übergewicht und Krankheitsrisiko	59
48	Übergewicht und Sterberisiko	60
49	Beabsichtigte Gewichtsabnahmen	61
50	Besonderheiten bei Diäten	63
51	Essstörungen	64
52	Vegane Ernährung	65
53	Nutrigenomik	66

II Bewegung

54	No sports?	69
55	Die überragende Stellung der Ausdauer	70
56	Ausdauersport und Herz	71
57	Ausdauersport und Herzfrequenz	72
58	Ausdauersport und die großen Gefäße	73
59	Ausdauersport und die Kapillaren	74
60	Ausdauersport und Blutdruck	75
61	Ausdauersport und Lunge	77
62	Ausdauersport und Gehirn	78
63	Ausdauersport und Fettgewebe	79
64	Ausdauersport und Hormone	80
65	Leistungstoffwechsel und Adrenalinwirkung	82
66	Leistungstoffwechsel und Insulinwirkung	83
67	Energieoptimierung für hohe Leistungsanforderungen	84
68	Ausdauersport und Immunität	85
69	Gemäßigter Ausdauersport und unspezifische Immunabwehr	86
70	Leistungssport und unspezifische Immunabwehr	87
71	Sport und Optimierung der Immunabwehr	88
72	Die Immunologie des Überlastungssyndroms	89
73	Ausdauersport und Tumorimmunologie	90
74	Ausdauersport als Rehabilitationsmaßnahme bei Krebs	91
75	Geschwindigkeit der Energiefreisetzung I – aerobe Muskelausdauer	92
76	Geschwindigkeit der Energiefreisetzung II – anaerobe Muskelausdauer	93
77	Der Mythos von der anstrengungslosen Fettverbrennung	94
78	Ausdauersport und Temperaturregulation	95
79	Die Biomechanik des Laufens	96
80	Anforderungen an die Laufschuhe	97
81	Sport und Knochengerst	98
82	Ständige Knochenerneuerung	99
83	Osteoporose	100
84	Krafttraining	101
85	Mögliche Muskelbelastungen	102

86	Steigerung der Kraftausdauer	103
87	Gewichtszunahme durch Muskelabbau	104
88	Muskuläre Ungleichgewichte	105
89	Vorsichtsmaßnahmen beim Krafttraining	106
90	Beweglichkeitsübungen	107
91	Gleichgewichtstraining	108
92	Wer viel sitzt, ist länger tot	109
93	»Sport ist Mord« oder der plötzliche Herztod	110
94	Sportverletzungen und Schmerzabwehr	111
95	Muskelkater	112
96	Sportmedizinische Vorsorgeuntersuchungen	113
97	Sport und Luftverschmutzungen – Feinstäube	114
98	Sport und Luftverschmutzungen – Ozon	115
99	Schlaf und Gesundheit	116
100	Tabak oder Gesundheit	118

III Anhang

Resümee	123
Kurzes medizinisches Fremdwortregister	124
Rangfolge der 50 renommiertesten Universitäten der Welt	127
Impact-Faktoren (2016)	128
Literatur	129

Das Breitenwachstum als Folge von Fehlentwicklungen schon in der Kindheit – ein Vorwort

Abwechslungsreiche Ernährung, viel Bewegung, Nichtrauchen und große Zurückhaltung beim Konsumieren alkoholischer Getränke sind die entscheidenden Faktoren für eine gesunde Lebensweise. Die Aufklärung darüber muss möglichst früh beginnen, denn was Kinder lernen, nehmen sie mit ins Erwachsenenalter. Leider bleibt der notwendige Lernprozess zu oft aus, deshalb sind Fehlentwicklungen schon in der Kindheit vorprogrammiert.

Auswertungen der Global Burden of Disease Study mit den Daten aus 195 Ländern zeigen, dass zurzeit bereits 604 Millionen Erwachsene und 108 Millionen Kinder fettleibig sind (The GBD 2015 Obesity Collaborators, 2017). Bei den Kindern sind das nach Angaben der WHO (2016) schon 41 Millionen unter 5 Jahren. In den USA hat sich der Anteil der fettleibigen Kinder seit den 60er-Jahren etwa verdreifacht (Fryar et al. 2014). Heute sind dort 6 % aller Kinder alarmierend stark adipös (Apovian 2016). In der Europäischen Union leiden gut 22 Millionen Kinder und Jugendliche an Übergewicht, allein in Deutschland sind es fast 2 Millionen der 3- bis 17-Jährigen. Etwa 800.000 von ihnen sind fettleibig. Jährlich erkranken hier mehr als 200 dieser dicken Jugendlichen an Typ-2-Diabetes. Große internationale Studien bestätigen regelmäßig, dass die zu schweren Jugendlichen in der Mitte ihres Lebens viel häufiger neben Diabetes auch koronare Herzerkrankungen und Krebs bekommen werden als ihre normalgewichtigen Altersgenossen.

Die zu dicken Jugendlichen in Deutschland verbringen im Schnitt 23 Stunden pro Tag liegend, sitzend oder stehend. Vier von fünf 15-Jährigen sind nicht mehr in der Lage, zwei oder mehrere Schritte rückwärts zu balancieren, neun von zehn können nicht mehr eine Minute lang auf einem Bein stehen. Dabei beginnt die Lust und Fähigkeit, sich körperlich aktiv bewegen zu wollen und zu können, in der frühen Kindheit und dauert eigentlich lange an. So gibt es dann bei Kindern bis zum Alter von sechs Jahren bezüglich der Bewegungskompetenz auch kaum Einschränkungen. Die Probleme beginnen etwa im Alter von 10 Jahren und werden deutlich sichtbar bei den 15-Jährigen. In vielen Ländern sind diese Kinder heute zu rund 15 % weniger gut trainiert als ihre Eltern vor 30 Jahren (Tomkinson 2013). Eine Bewegungsschulung wird darum immer wichtiger und mit ihr sollte am besten schon im Vorschulalter begonnen werden. Für ältere Kinder und Jugendliche ist mindestens eine Stunde Intensivsport pro Tag empfehlenswert. Neben der Intensität spielt auch die Vielfalt der Bewegungsübungen eine wichtige Rolle.

Sportliche Schülerinnen und Schüler haben oft bessere Abschlusszeugnisse als die Bewegungsmuffel in ihrer Gruppe und starten deshalb erfolgreicher ins Berufsleben (Kantomaa et al. 2013; Booth et al. 2014). Weil sie mehrheitlich noch als Erwachsene Sport treiben, steigern sie damit auch dauerhaft ihre Lebensqualität und können lange von den vielen positiven Gesundheitseffekten ihrer körperlichen Aktivitäten profitieren. Das gilt ebenfalls für spätere Stresssituationen. In ihnen fallen die Menschen meist gedankenlos in alte Gewohnheiten zurück. Gut ist es dann, wenn zu diesen z. B. Sport treiben, aber auch eine vernünftige Ernährung gehörten (Neal et al. 2013).

1 Einführung

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2018
 D. Mathias, *Fit und gesund von 1 bis Hundert*
https://doi.org/10.1007/978-3-662-56307-6_1



Weltweit sind nach Ergebnissen der Global Burden of Disease Study 2,1 Milliarden Menschen übergewichtig. Seit 1980 hat sich damit dieses Problem bei Erwachsenen um 28 % und bei Kindern sogar um 47 % verstärkt (Ng et al. 2014). Nach Daten von 19,2 Millionen Personen aus 200 Ländern hat dabei speziell die Fettleibigkeit schon seit 1975 auf dem gesamten Globus enorm zugenommen, von 6 % auf 15 % bei Frauen und von 3 % auf 11 % bei Männern (NCD Risk Factor Collaboration 2016). Für Deutschland zeigt der Bericht der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (2017), dass in ihrem mittleren Alter 37 % der Frauen und 59 % der Männer übergewichtig sind, mit einem Anstieg dieser Werte zum Ende ihrer Berufsleben auf 56 % bzw. 74 %.

Weil sich körperliche Aktivitäten und eine bewusste Ernährung positiv auf das Wohlbefinden und die Gesundheit auswirken, ist die Förderung von Eigeninitiative und Eigenverantwortung für eine vernünftige Lebensführung wichtig. Denn allein schon durch eine Ernährung mit viel Gemüse und Obst, durch Zurückhaltung beim Fleischverzehr, mit sportlichen Anstrengungen von mindestens 2,5 Stunden pro Woche mit Vermeidung von Übergewicht sowie durch den Verzicht auf Tabak sinkt das Risiko für schwere Erkrankungen wie Diabetes, Krebs, Herzinfarkt und Schlaganfall um mehr als die Hälfte (Ford et al. 2009; Rasmussen et al. 2013). Weitere große Studien mit 20.900 bzw. 55.700 Probanden bestätigen das geringere Risiko für ein Herzversagen, wenn die Lifestyle-Faktoren Sport, Körpergewicht, ausreichender Verzehr von

Gemüse, Obst und Cerealien, das Nichtrauchen sowie ein nur mäßiger Alkoholkonsum positiv bewertet werden konnten (Khera et al. 2016). Und die Nurses' Health Study (► Kap. 3) präsentiert als zentrales Ergebnis aus Untersuchungen an 83.882 Frauen eine Reduktion der Bluthochdruckrate um 80 %, wenn die Frauen kein Übergewicht hatten, täglich 30 Minuten sportlich aktiv waren und sich gesund ernährten (Forman et al. 2009).

Es ist demnach für alle Menschen hilfreich, zu dieser Thematik möglichst umfassendes Wissen zu erlangen. Wenn nämlich präzises Wissen die Gedanken formt, sinkt die Gefahr, dass unausgewogene Ernährung und Bewegungsarmut den Körper formen. Je umfangreicher dabei ihre Kenntnisse werden, umso leichter fällt den Menschen die Umstellung ihrer Lebensführung und umso größer ist dann auch die Wahrscheinlichkeit, dass dies mit einem dauerhaften Erfolg verbunden ist. Besonders wichtig ist es, sich bereits bei Kindern intensiv für einen gesundheitsfördernden Lebensstil einzusetzen, da sich ihnen noch unvoreingenommen und leicht die Grundlagen dafür einprägen und verfestigte Gewohnheiten meist noch nicht bestehen. Neben den Eltern sind hier auch die Kindergärten und Schulen gefordert. Das freiwillige Werbeverbot der Lebensmittelindustrie, das Kinder unter 12 Jahren vor zu Süßem, zu Fettigem und zu Salzigem schützen soll, funktioniert leider nicht. Gesetzliche Regelungen und die Anhebung der Altersgrenze der zu Schützenden auf 16 Jahre wären notwendig. Gesundheitsförderung sollte für jede Regierung von höchster Priorität sein.



Abb. 1.1 © dpa/akg

I Ernährung

2 »Wer nichts weiß, muss alles glauben«

Marie von Ebner-Eschenbach (1830–1916)

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2018

D. Mathias, *Fit und gesund von 1 bis Hundert*

https://doi.org/10.1007/978-3-662-56307-6_2



Das Wissen über Grundprinzipien der Ernährung ist immer von hohem Nutzen. Um davon auf Dauer auch profitieren zu können, müssen die hier mit tiefen Emotionen verbundenen Gewohnheiten mitbedacht werden. Denn Essen ist mehr als nur Nahrungsaufnahme, es ist Erinnerung, Ritual, Unterhaltung, oft Belohnung – und manchmal Qual. Gelingt es aber, erworbenes Wissen in die Bahnen der Vernunft zu lenken, hat das meist auch die gewünschten nachhaltigen Auswirkungen auf die Gesundheit.

Die körperlichen und seelischen Schädigungen durch Übergewicht und Fettleibigkeit sind enorm. Allein etwa ein Drittel der jährlich etwa 482.500 neuen Krebsfälle in Deutschland wird auf falsche Ernährung zurückgeführt (Epidemiol. Bulletin 5/2017 des Robert Koch-Instituts). Gesunde Menschen sind glücklicher, aber für die Einzelnen hat fundiertes Wissen zur Fragen der Gesundheit zusätzlich auch einen starken wirtschaftlichen Stellenwert. Zum einen schützt das Wissen vor oft teuren, aber nutzlosen Pseudomedizinangeboten. Zum anderen wird der ständige Fortschritt in allen Medizinbereichen das Gesundheitssystem immer weiter verteuern. Im Jahr 2016 wurden für das Gesundheitswesen insgesamt 356,5 Milliarden € aufgewendet, davon entfielen auf die gesetzliche Krankenversicherung 207,1 Milliarden € (= 58,1 %) und auf die private Krankenversicherung 31,0 Milliarden € (= 8,7 %). Der gesamte Bundeshaushalt betrug im Vergleich dazu 316,9 Milliarden €. Bereits die Behandlungen ernährungsbedingter Krankheiten verursachen jährliche Kosten von etwa 120 Milliarden €. Und weil sich der schnell steigende medizinische Erkenntnisstand nicht mehr ausschließlich aus fest-

Einfach genial!!

Neue Blitzdiät!

10 Pfund in nur 6 Tagen!

Abb. 2.1

gezurrten Krankenkassenbeiträgen bezahlen lassen wird, ist *Prävention* für alle auch immer eine sinnvolle finanzielle Investition in die Zukunft.

Darüber hinaus verändert sich in unserer Gesellschaft stetig die Altersstruktur. Immer mehr Menschen erreichen das Alter der Hochbetagten. In der Bundesrepublik Deutschland wird nach Angaben des Statistischen Bundesamtes im Jahr 2030 jeder dritte Einwohner älter als 60 Jahre sein. Die WHO definiert hier zur steigenden Lebenserwartung auch die **health-adjusted life expectancy (HALE)**, die Zeit also, die ein Mensch wahrscheinlich gesund leben wird. HALE nimmt bisher aber deutlich langsamer zu als die Lebenserwartung. So spielt die Finanzierbarkeit unseres Gesundheitswesens auch unter dem Blickwinkel des **gesunden Alterns** eine immer größere Rolle. Gute Präventionsprogramme für eine vernünftige Lebensführung sind deshalb sehr wichtig. Die allgemeine Akzeptanz dafür ist vorhanden. Denn längst hat in einer Zeit, in der unser Wohlstand stetig steigt, die Einstellung zur Gesundheit eine neue Qualität gewonnen. Sie wird in Umfragen regelmäßig als das höchste Gut bestätigt.

3 Bedeutende Langzeitstudien

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2018
 D. Mathias, *Fit und gesund von 1 bis Hundert*
https://doi.org/10.1007/978-3-662-56307-6_3



Auch der größte behauptete Unsinn wird häufig damit begründet, es gäbe hierzu eine Studie. Allein für das Gebiet Ernährung erscheinen aber in der medizinischen Fachliteratur weltweit pro Jahr ungefähr 9000 Artikel, das ist stündlich etwa eine »Studie«. Der Hinweis auf eine solche ist deshalb zunächst nicht sehr aussagekräftig, schon gar nicht dann, wenn es sich offenbar um eine interessengesteuerte Studie der Industrie handelt. Von Bedeutung sind dagegen immer die Ergebnisse angesehener Arbeitsgruppen von renommierten Universitäten oder Instituten, publiziert in Fachzeitschriften mit hohen Impact-Faktoren (► Anhang). Hier sind besonders die großen, internationalen Interventions- und Beobachtungsstudien mit Zeiträumen von vielen Jahren und zehntausenden Freiwilligen hervorzuheben (■ Tab. 3.1). Selbst deren Ergebnisse können zwangsläufig nicht die Aussagekraft von Naturgesetzen haben, sie verbessern jedoch stetig und verlässlich unsere Kenntnisse über die vielen Details der physiologischen Zusammenhänge von Ernährung, Bewegung und Gesundheit. Sie sind Grundlage der Ausführungen in den folgenden Kapiteln.

Zu den wissenschaftlich hochwertigen Arbeiten gehört u. a. die **Framingham Heart Study**. Als am 12. April 1945 Franklin D. Roosevelt unerwartet an einem Schlaganfall starb, war das der Auslöser für die weltweit am längsten existierende, noch aktuelle Herz-Kreislauf-Studie. Für sie wurde der Ort Framingham mit seinen damals 28.000 Einwohnern in der Nähe von Boston ausgewählt. Deren Bewohner werden als perfektes Abbild des amerikanischen Bevölkerungsquerschnitts angesehen. Diese Studie läuft bereits in der 3. Generation mit jetzt aber meist nur etwa 4000 Probanden.

■ Tab. 3.1 Beispiele für wichtige prospektive Langzeitstudien

Studie	Läuft seit	Probandenzahl
Black Women's Health Study	1995	64.500
California Teachers Study	1995	133.400
Cancer Prevention Study	1960 (bis 1972)	1 Mio.
Cancer Prevention Study II	1982	1,2 Mio.
Cancer Prevention Study III	2010	304.000
EPIC-Studie	1992	521.000
Framingham Heart Study	1948	4000
Health Professionals Follow-up Study	1986	51.500
Interheart Study	1997	30.000
NIH-AARP Diet and Health Study	1995	567.000
Nurses' Health Study I	1976	122.000
Nurses' Health Study II	1989	116.500
Nurses' Health Study III	2010	100.000
Procarm Studie	1978	50.000
Whitehall-II Study	1985	10.300
Women's Health Initiative	1991	161.800

4 Der menschliche Organismus – eine riesige chemische Fabrik

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2018
 D. Mathias, *Fit und gesund von 1 bis Hundert*
https://doi.org/10.1007/978-3-662-56307-6_4



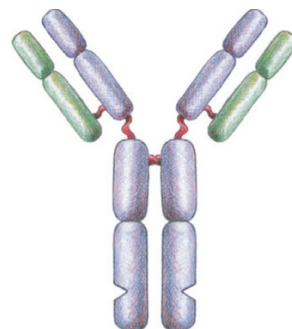
Die heutigen Zivilisationskrankheiten haben ihren Ursprung häufig schon in der veränderten Lebenswelt der Jugendlichen. Verlust der Straßenkindheit durch den vermehrten Autoverkehr, Verschwinden sonstiger freier Bewegungsräume und die enorme Anziehungskraft der elektronischen Medien sind hierfür wichtige Ursachen. Nährstoffdefizite durch Verknennung der Bedeutung einer optimierten Mischkost und die ausgeprägte Präferenz für Fast Food verschlechtern den Gesundheitsstatus der Menschen weiter.

Dabei ist unser Organismus eine riesige komplexe und komplizierte chemische Fabrik, die klug geführt werden muss. Er besteht aus etwa 10^{27} Atomen. Von ihnen verteilen sich allein schon 99,4 % auf die vier häufigsten Körperbausteine Wasser, Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate. Im Einzelnen sind dies 63 % Wasserstoffatome, 25,5 % Sauerstoffatome, 9,5 % Kohlenstoffatome und 1,4 % Stickstoffatome. Das mittlere Atomgewicht beträgt dabei 7,0. Diese Bausteine tragen bei einer 75 kg schweren Person mit 95,4 % zum Gewicht bei. Die übrigen Elemente für unsere Körperzusammensetzung machen nur 0,6 % der Gesamtatomzahl aus. Es sind dies Calcium, Phosphor, Kalium, Schwefel, Natrium, Chlor, Magnesium und dann in Spuren auch noch Brom, Chrom, Cobalt, Eisen, Fluor, Jod, Kupfer, Mangan, Molybdän, Nickel, Selen, Silizium, Zink und Zinn.

Als oberster Regulator für alle Funktionen fungiert das **Genom**. Es ist mit 3,2 Milliarden Buchstaben (Basenpaare) sehr groß und steuert die etwa 37,2 Billionen Zellen der Erwachsenen (Bianconi et al. 2013). Pro Sekunde werden mehrere Millionen Zellen neu gebildet, um alte Zellen zu ersetzen. Hautzellen erneuern sich dabei innerhalb weniger Wochen, Muskelzellen können bis zu 15 Jahre ihre

Funktionen erfüllen und Knochenzellen werden oft 30 Jahre alt. Der gegenwärtig bekannte menschliche Genkatalog enthält ca. 21.000 eiweißkodierende Gene (Neumann et al. 2010). Fast 1500 von ihnen beeinflussen unseren Alterungsprozess, die Lebenserwartung steuern sie aber nur zu etwa 25 %. Umweltbedingungen und die Lebensführung sind für ein gesundes Altwerden weitaus prägender.

Die Proteine sind die Funktionsträger in den Körperzellen. Ihre Aufteilung wird analog zum Genom als **Proteom** bezeichnet. Etwa 90 % unseres Proteoms ist bisher entschlüsselt (Kim et al. 2014; Wilhelm et al. 2014; Wiemann et al. 2016). Zu diesen Eiweißen gehören u. a. etliche Strukturproteine mit langen Halbwertszeiten, die vielen Hormone und Enzyme oder auch die zahlreichen Botenstoffe des Immunsystems. Ein Beispiel hierfür sind die Plasmazellen, die bei Erkennung eines Antigens 7 bis 10 Tage lang pro Sekunde bis zu 2000 spezifische Antikörper bilden. Ständig laufen tausende ähnlich komplizierte Reaktionen ab, für die mit der Nahrung immer die richtigen Ersatzstoffe in angemessener Menge nachgeliefert werden müssen.



■ **Abb. 4.1** Schematische Darstellung eines Antikörpermoleküls