

Norbert Welsch

# Leben ohne Tod?

Forscher besiegen das Altern

SACHBUCH



Springer Spektrum

---

Leben ohne Tod?

*für*  
*Laura-Marie und Lorraine*

### **Lieder des Katers Hiddigegei**

Auch ein ernstes gottesfürchtig  
Leben nicht vor Alter schützt,  
Mit Entrüstung seh' ich, wie schon  
Graues Haar im Pelz mir sitzt.

Ja die Zeit tilgt unbarmherzig,  
Was der einz'le keck geschaffen –  
Gegen diesen scharfgezahnten  
Feind gebricht es uns an Waffen.

Und wir fallen ihm zum Opfer,  
Unbewundert und vergessen;  
– O ich möchte wütend an der  
Turmuhr beide Zeiger fressen!

Joseph Victor von Scheffel (1826–1886)  
Aus: *Der Trompeter von Säckingen*, 1854

---

Norbert Welsch

# Leben ohne Tod?

Forscher besiegen das Altern

 Springer Spektrum

Norbert Welsch  
Welsch & Partner  
Tübingen, Deutschland

ISBN 978-3-662-45263-9

ISBN 978-3-662-45264-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-45264-6

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

Springer Spektrum

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

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.

Planung und Lektorat: Merlet Behncke-Braunbeck, Bettina Saglio

Redaktion: Maren Klingelhöfer

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Berlin Heidelberg ist Teil der Fachverlagsgruppe

Springer Science+Business Media

([www.springer.com](http://www.springer.com))

---

## Vorwort

Eigentlich hätte ich dieses Buch gar nicht schreiben sollen. Anlass war zunächst meine langjährige Beschäftigung mit dem Entstehen und der Erhaltung des Lebens auf unserem Planeten, die auf ein ganz anderes Projekt zielte. Im Dezember 2013 hatte ich mir für die Weihnachtszeit die Ausarbeitung eines Kapitels zu einem umfangreichen Buch mit dem Titel „Leben“ vorgenommen. Dieses beinhaltete auch vorstellbare Zukunftsszenarien der Menschheit, und ich begann, mich intensiver mit den Möglichkeiten und Konsequenzen einer Verlängerung der individuellen Lebenszeit zu befassen.

Das Gebiet erwies sich als so faszinierend, dass ich kurzerhand beschloss, mein ursprüngliches Projekt noch etwas zu verschieben und mich tiefer in den Forschungsstand einzuarbeiten. Das Thema lag in der Luft. Schließlich war es noch nicht lange her, dass der Nobelpreis für die Forschungen an Telomeren (ELIZABETH H. BLACKBURN, CAROL GREIDER und JACK W. SZOSTAK, 2009) vergeben worden war. Das Gebiet war in Aufruhr. Auch die alten Theorien über Sauerstoffradikale als Hauptursache der im Alter beobachteten Degenerationsprozesse wurden durch kontroverse Ergebnisse der letzten Monate zunehmend in Frage gestellt. Die eigentliche Initialzündung aber kam mit der Veröffentlichung von DAVID A. SINCLAIR et al. in der renommierten Fachzeitschrift *Cell* über reversible Aspekte der Alterung. SINCLAIR ist einer der international führenden Köpfe auf diesem Gebiet. Die bahnbrechenden Experimente seiner Gruppe weisen auf einen Kommunikationsverlust zwischen Zellkern und Mitochondrien als Ursache des Alterns hin. Das Elektrizierende daran: Diese Signalwege können womöglich noch spät im Leben repariert werden. Sollte es wirklich soweit sein, dass wir einen Zipfel der Unsterblichkeit in greifbarer Nähe hatten? Und falls dem so wäre, was würde das eigentlich für unsere Zivilisation und unser ganz persönliches Dasein bedeuten? Diese Fragen ließen mir fortan keine Ruhe mehr. Ich beschloss,

ein Resümee zum heutigen Stand der Alterungsforschung zusammenzustellen. Mit dem vorliegenden Buch möchte ich über den aktuellen Forschungsstand informieren, einige der Überlegungen mit Ihnen, den Lesern, teilen und zum Weiterdenken und Diskutieren anregen. Für jeden an diesem Gebiet Interessierten ist es unumgänglich, sich laufend weiter zu informieren, denn das Gebiet hat eine enorme Dynamik. Dies zeigt schon das Literaturverzeichnis, in dem die Referenzen auf Artikel der letzten zwei Jahre überwiegen. Während dieses Buch entstand, musste es mehrfach an neueste Forschungsergebnisse angepasst werden.

Zuletzt möchte ich nicht vergessen, meinen Betreuern im Verlag, allen voran Frau BEHNKE-BRAUNBECK, dafür danken, dass sie meinen gedanklichen Eskapaden folgten und mir auch für dieses Buch mit Rat und Geduld zur Seite standen. Ganz besonderer Dank gebührt aber meinen Freunden CLAUS CHR. LIEBMANN und JÜRGEN SCHWAB, die mir nicht nur verziehen haben, dass ich mit diesem Buch das oben erwähnte gemeinsame Projekt verzögert habe, sondern die mir auch mit Rat und Tat zur Seite standen. Für die Endkorrektur danke ich Frau MAREN KLINGELHÖFER. Für alle eventuell trotzdem stehen gebliebenen Fehler liegt die Verantwortung ausschließlich bei mir.

Norbert Welsch, Tübingen, September 2014

([nw@welsch.com](mailto:nw@welsch.com))

Aktuelles zum Thema finden Sie auf [life-watcher.de](http://life-watcher.de)

Alle Hinweise zu vermuteter Wirksamkeit oder Unwirksamkeit lebensverlängernder oder risikovermindernder Maßnahmen beruhen auf persönlichen Einschätzungen des Autors. Sie sollten keinesfalls ohne Rücksprache mit einem Arzt zu einer Selbstmedikation herangezogen werden. Auch bei grundsätzlichen Verhaltensänderungen und Änderungen der Ernährung sollten Sie den Rat Ihres Arztes einholen, denn Nutzen oder Schaden können auch in diesem Fall vom individuellen Metabolismus und Gesundheitszustand abhängen.

---

# Inhalt

## 1. Tod und die Suche nach ewiger Jugend

- Bewusstsein und kreatürliche Todesfurcht 11
- Mythen und der Wunsch nach Unsterblichkeit 16
- Verlängerung der Lebenszeit 18
- Späte Geburt, später Tod 22
- Was ist eigentlich Tod? 24
- Ein Todesfall und keine Leiche 28
- Die Erfindung des natürlichen Todes 29
- Somatisches Gewebe und Keimbahn 33
- Ist Altern wirklich unvermeidlich? 38
- Hungern hält jung 40
- Und Altern ist doch eine Krankheit... 42

## 2. Alterskrankheiten und Altern als Krankheit

- Herz und Kreislaufsystem 49
- Blut und Immunsystem 50
- Nase, Kehlkopf, Bronchien und Lungen 51
- Nieren, Blase und Harnleiter 53
- Muskulatur und Bänder 54
- Knochen und Knorpel 55
- Verdauungssystem 57
- Haut, Haare, Nägel 58
- Hormonsystem 60
- Weibliches Reproduktionssystem 62
- Männliches Reproduktionssystem 64
- Gehirn und Nervensystem 64
- Psychologie des Alterns 67
- Alterung und Tumore 70

### **3. Molekularbiologische Grundlagen**

- Zelluläre Strukturen 73
- Nukleinsäuren 78
- Proteinbiosynthese 79
- Mutationen 82
- Regulation und Signalwege 84
- Mitochondrien 86

### **4. Zelluläre Mechanismen des Alterns**

- Warum altern wir? 91
- Messung von Alterungseffekten 95
- Pathologische Alterung 96
- Alterungstheorien 99
- Fehlertheorien 100
- Programmierte Alterung 109

### **5. Behandlungsansätze**

- Medikamentöse Therapien 124
- Rapamycin und mTOR 131
- Blutung durch junges Blut 134
- GDF11 – Hoffnung auf Verjüngung 135
- Oxytocin – mehr als ein Kuschelhormon 136
- Lithium 137
- Metformin 138
- Telomeraseaktivierung 139
- Genveränderungen 141
- Gerontogene 142
- Stammzelltherapien 151

## **6. Persönliche und soziale Aspekte**

- Wie lange lebt ein Unsterblicher? 157
- Persönliche Lebensplanung 160
- Gesundheitspolitische und medizinische Aspekte 164
- Politische und kulturelle Aspekte 166
- Thesen zum Alterungsproblem 170
- Was kann man heute schon tun? 171
- Was kann man sich erhoffen? 174
- Ernährung, diätetische Produkte und Anti-Aging 175
- Gibt es heute bereits Heilmittel? 180
- Austauschorgane 181
- Wohin geht die Menschheit? 186

## **Glossar 189**

## **Bildquellen 203**

## **Literaturverzeichnis 205**

# 1. Tod und die Suche nach ewiger Jugend

## Bewusstsein und kreatürliche Todesfurcht

Vor kurzem ging eine Meldung durch die Medien, dass eine Kuh in Panik auf dem Weg zum Schlachter ausbüxte und bei ihrer verzweifelten Flucht zwei Personen verletzte, um sich dann auf einer Weide unter ihresgleichen zu verstecken. Sie wurde trotzdem erkannt und in der Folge erschossen.<sup>1</sup> Rinder und Schweine ahnen offenbar, dass für sie am Ende ihres Weges nichts Gutes wartet. Oft erleiden Schweine sogar einen Herzinfarkt, bevor sie geschlachtet werden. Ihr Verhalten zeigt es unzweideutig: Sie wollen nicht sterben. Tiere fürchten den unmittelbar bevorstehenden Tod genauso wie Menschen und wollen ihm entkommen. Kleine Lebewesen wie Fische und sogar ganz kleine wie Fruchtfliegen geraten bei Gefahr sichtbar in Aufregung. Sie versuchen mit allerlei Strategien zu fliehen, statt sich widerstandslos töten zu lassen. Der Tod, das anscheinend unvermeidliche Ende des individuellen Lebens, hat insbesondere uns Menschen seit Urzeiten beschäftigt und verunsichert.

Furcht- und Fluchtreaktionen sind früh in der Stammesgeschichte entstanden. Die Möglichkeit zur Steuerung einer Fluchtreaktion vor unzuträglichen Umweltbedingungen war, auch schon lange bevor es räuberisch lebende Organismen gab, einer der Schlüsselfaktoren in der Evolution. Das muss nicht weiter verwundern, wirkt doch hier der denkbar größte Selektionsdruck von unmittelbarem Sein oder Nichtsein. Die Geschichte der Furcht – vielleicht sollte man neutraler sagen, der überlebensfördernden Reaktion auf äußere Reize – beginnt möglicherweise schon kurz nach der Entstehung von Lebens-

prozessen in der chemischen Evolution, also vor etwa 4,3 bis 3,8 Milliarden Jahren. Wenn das so ist, liegt die Furcht vor dem Tod im Herzen dessen, was das Leben überhaupt ausmacht.

Informationsverarbeitung fand damals, noch kaum als solche erkennbar, direkter statt als heute – nämlich durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Lebensmoleküle selbst. Moleküle, die einfach aufgrund ihrer Eigenschaften in einer bestimmten Umgebung stabiler sind als andere und „überleben“, werden sich automatisch anhäufen. Sie stehen in der nächsten „Generation“ zu weiteren Reaktionen und für chemische Variationen zur Verfügung. Dehnte man den Begriff sehr weit, könnte man davon sprechen, dass sie allein durch ihre weitere Existenz Informationen über ihre Umgebung „verarbeitet“ haben. Ganz sicher aber haben die zerfallenen („gestorbenen“) Moleküle damals noch nicht mit ihrem Schicksal gehadert.

Gehen wir weiter, zu der Zeit vor ungefähr 3,5 Milliarden Jahren, ins Archaikum, als, so glaubt man, erste zelluläre Lebensformen entstanden waren. Eine Zelle (lat. *cellula*, kleine Kammer) ist die kleinste wirklich lebende Einheit eines Lebewesens. Wir wissen noch immer sehr wenig über diesen Übergang von der chemischen zur biologischen Evolution, aber die Wechselwirkung mit der Umgebung hatte bereits dazu geführt, dass Informationen über das Selbst in Form optimierter Reaktionen auf Umgebungsreize in den Zellen auf einer Metaebene gespeichert wurden. Es ginge hier viel zu weit, auf Theorien zur Entstehung des Lebens und des genetischen Codes einzugehen, ich habe dies bereits an anderer Stelle ausgeführt.<sup>2,3</sup> Die Information konnte bei der Teilung weitergegeben werden. Auch diese „primitiven“ Einzeller nutzten dazu schon dieselbe Repräsentation genetischer Information in Form von Desoxyribonukleinsäure (DNA), die wir auch noch heute bei allen irdischen Lebewesen finden. (Einige Viren nutzen RNA als Erbmaterial, sie werden jedoch nicht zu den Lebewesen ge-

rechnet, da sie sich nur in Zellen anderer Lebewesen vermehren können und keinen eigenen Stoffwechsel haben.) Die DNA lag wahrscheinlich, wie bei heutigen Bakterien und Archaeen (Prokaryoten), als ringförmiges Chromosom frei im Zellplasma. Bei den wesentlich später entstandenen eukaryotischen Zellen aller anderen Lebewesen bis hin zum Menschen liegt das Erbmateriale in linear organisierten Chromosomen in einem Zellkern vor.

Differenziertes Verhalten war zu diesem Zeitpunkt längst entstanden. Von Mikroorganismen wie Bakterien ist bekannt, dass sie etwa ihren Schwimmechanismus ein- und ausschalten können. Passt ihnen die Umgebung, bleiben sie gerne ein wenig länger. Ist sie ihnen beispielsweise zu hell bzw. zu dunkel oder chemisch unpassend, so geben sie einfach mehr Gas. Diese Reaktionen heißen Phototaxis bzw. Chemotaxis. Sie sehen tatsächlich wie Fluchtreaktionen aus und führen dazu, dass sich mehr der Organismen in für ihr Überleben und Wachstum günstigen Umgebungen aufhalten. Über einfache Zellkolonien entstanden zunächst mehrzellige und dann vielzellige Lebewesen (► Abbildung 1-06). Letztere konnten es sich leisten für die so wichtige Verarbeitung von Information spezialisierte Zelltypen bereitzustellen. Diese Entwicklung führte viel später, vor ungefähr 600 Millionen Jahren im Präkambrium, dazu, dass erste Sinnesorgane und differenzierte Nervensysteme entstanden. Gefahren aus der Umwelt mussten erkannt und rechtzeitig vermieden werden. Bereits eine falsche Entscheidung bedeutet im Überlebenskampf oft genug das Ende. Dadurch entwickelten sich diese Strukturen zu ungeahnter Komplexität.

Höher entwickelte Nervensysteme wurden später in Form räuberischer Spezies selbst zum Problem für andere Arten. Ein Wettlauf zwischen Jägern und Gejagten setzte ein. Tiere lernten, ihre Körper immer besser zu koordinieren, Partnersuche und Aufzucht ihrer Nachkommen zu bewerkstelligen, ihre Lebensräume optimal zu nutzen, und vor allem, ihre Fressfeinde zu meiden.

Inwieweit solche sichtbaren Reaktionen von Lebewesen aller Entwicklungsstufen mit Gefühlen von Furcht verknüpft sein können, ist sicherlich vom Grad der Komplexität der Nervennetze abhängig und wird von Spezies zu Spezies unterschiedlich sein. Man mag Tieren mehr oder weniger Bewusstsein zuschreiben je nachdem, ob man es für ethisch vertretbar hält, sie zu schlachten oder nicht. Was man aber früher verächtlich als „Instinkt“ bezeichnete und geplantem Verhalten als Gegensatz gegenüberstellte, erwies sich zunehmend als ein und dasselbe: Die Fähigkeit, durch aufgenommene Informationen das eigene Verhalten so zu steuern, dass sich die Wahrscheinlichkeit des Überlebens erhöht. Dem liegt stets ein Mindestmaß an interner Repräsentation der Außenwelt und eine Planungskomponente zugrunde, die die Folgen des eigenen Verhaltens vorhersieht. Haben diese Tiere Angst vor dem Sterben? Ist dies bereits so etwas wie Bewusstsein?

Relativ gesichert kann man ein gewisses Bewusstsein jedenfalls nicht nur für Primaten und Säugetiere annehmen, sondern auch für einige andere hoch entwickelte Lebewesen. Denken wir etwa an Vögel<sup>4, 5</sup> (insbesondere Rabenvögel), Fische oder Kopffüßer. Bei all diesen Arten finden wir ausgeprägte Gehirne mit der Fähigkeit zu sehr komplexer Planung.

Zumindest bei Säugetieren weiß man, dass Gefühle der Angst in evolutionär tief liegenden Schaltkreisen repräsentiert werden. Im Säugetiergehirn liegen sie im paarig angelegten Mandelkern (Amygdala). Dieser findet sich jeweils an der Innenseite der Temporallappen und ist ein Teil des für Gefühle zuständigen limbischen Systems. Man hört von Delphinen, die nach dem Tod eines langjährigen Partners versuchen, sich durch Schwimmen gegen Wände umzubringen, und von in lebenslanger Paarbindung lebenden Vögeln, die in solchen Situationen sichtbar trauern und möglicherweise dadurch selbst früher sterben. Vögeln wird heute durchaus ein Bewusstsein und ein ausgeprägtes soziales Einfühlungsvermögen zugeschrieben, auch wenn sie hierfür andere

Strukturen (beispielsweise das Nidopallium) in ihren teilweise deutlich anders aufgebauten Gehirnen nutzen. Nicht auszuschließen ist übrigens, dass diese wenige Kubikzentimeter großen Hochleistungsgebilde beim Verhältnis Leistung/Größe sogar effizienter abschneiden als unsere eigenen Denkapparate. Da können etwa Tauben noch nach Jahren menschliche Gesichter wiedererkennen<sup>6</sup>, Rabenvögel lösen physikalische Probleme mehrfach raffiniert verriegelter Futterbehälter durch einfaches Betrachten und gezielte Aktionen statt einfach durch Ausprobieren. Und sie können sich wohl sogar vorstellen, über welche Informationen andere Individuen ihrer Art in bestimmten Situationen verfügen. Sie verstecken Futter schnell an einer anderen Stelle, wenn sie bemerken, dass sie beobachtet wurden. Selbst bei Tieren, denen man das wegen ihrer sehr kleinen Gehirne niemals zugetraut hätte, finden sich erstaunliche Leistungen. Ja, sogar Ameisen scheinen manche ihrer Nestgenossen einzeln zu erkennen und können individuelle Vorlieben für bestimmte Arbeiten ausbilden.<sup>7,8</sup>

Bemerkenswert ist, dass praktisch alle Publikationen aus den letzten Jahrzehnten, die tierisches Bewusstsein untersuchten, zu demselben Ergebnis kommen: Dass nämlich die Fähigkeiten der entsprechenden Spezies früher in typisch menschlichem Überlegenheitsdünkel gewaltig unterschätzt wurden. Man sollte deshalb nicht ausschließen, dass auch viele der entfernter mit uns verwandte Tierarten sich ihren eigenen Tod durchaus irgendwie vorstellen können und deshalb ähnlich wie Menschen mit „kreatürlicher Angst“ reagieren.

Zumindest über Menschen wissen wir aber mehr. Nämlich, dass neben der Furcht vor dem unmittelbar bevorstehenden Tod für viele von uns bereits das Wissen um das irgendwann unvermeidlich eintretende Lebensende eine große Belastung darstellt. Dies gilt vielleicht noch mehr für das Wissen um die irgendwann wahrscheinlich bevorstehende Phase eingeschränkter Lebensqualität mit Alter und Senilität, die dem meist vorausgeht. Und je nä-

her der Augenblick des Todes rückt, umso mehr fürchten ihn viele Menschen. Ältere Personen sind vielfach deutlich ängstlicher als jüngere. Sie gehen nicht mehr so leicht Risiken ein. Das steht in erstaunlichem Widerspruch dazu, dass sie natürlich bei gleichem Risiko in einer bestimmten Situation immer weniger Jahre zu verlieren haben. Meist sehen erst sehr alte Menschen dem Tod wieder gelassener entgegen, empfinden ihn manchmal als Erlösung nach einem erfüllten Leben. Diese Einstellung resultiert allerdings häufig nicht aus einer grundsätzlichen Ablehnung des Lebens. Sie ist eher die Folge zunehmender Leiden unter diversen Alterskrankheiten, aus dem Empfinden stetig nachlassender Kraft, dem Gefühl, anderen zur Last zu fallen und aus gesellschaftlicher Vereinigung. Religiöse Vorstellungen können dazu beitragen, im Tod einen Übergang in eine bessere Welt zu sehen und ihn damit für sich selbst akzeptabler zu machen.

### **Mythen und der Wunsch nach Unsterblichkeit**

Die Furcht vor dem Ende der spirituellen und körperlichen Existenz wird vielfach auch als Hauptquelle für Mythen und Religionen angesehen. Sie alle weisen über die individuelle Existenz hinaus, ordnen uns einen Platz in einem größeren Ganzen zu. Mag man davon halten, was man will, der Mensch sehnt sich auf jeden Fall nach Unsterblichkeit und klammert sich dazu an jeden Strohalm.

Götter sind in nahezu allen Religionen unsterblich (eine bemerkenswerte Ausnahme sind die nordischen Götter, denen nach der Edda in Ragnarök, der Götterdämmerung, der Untergang bestimmt ist). Auch die Sterblichkeit des Menschen wird in Religionen durchaus nicht immer mit dem endgültigen Verlöschen gleichgesetzt. In der griechischen Mythologie etwa versucht Orpheus seine geliebte Frau Eurydike – wenngleich

letztlich erfolglos – aus dem Totenreich zurückzuholen.

Sei es als Bewohner des Paradieses oder in unendlichen Qualen einer Hölle – es existiert eine mehr oder weniger verlockende langfristige Perspektive für die Seele, dem angenommenen spirituellen Kern unserer Existenz. Wie aber steht es mit körperlicher Unsterblichkeit?



1-01

**Gevatter Tod.** Der Tod hatte mit seinem Patensohn, der Arzt wurde, vereinbart, dass er Todkranke heilen durfte, wenn der Tod zu ihren Füßen stand. Den Trick, einen Kranken im Bett einfach umzudrehen, sieht ihm der Tod aber nur ein einziges Mal nach.

Das Streben des Menschen nach Verjüngung des Körpers, und damit nach unendlichen Möglichkeiten, Erkenntnisse und Lebensgenuss zu erlangen, wird auch in Goethes Version des Faust-Stoffes thematisiert. Dort versucht der Protagonist, diese Ziele durch einen Pakt mit Mephisto, dem Teufel, zu erreichen. Doch auch er scheitert letztlich damit.

Im vorliegenden Buch wollen wir uns mit den rationaleren Möglichkeiten beschäftigen, den Tod abzuwenden oder zumindest deutlich länger hinauszuschieben. Können wir ihm vielleicht doch ein Schnippchen schlagen, wie der Arzt seinem Paten im Märchen vom „Gevatter Tod“<sup>9</sup>?

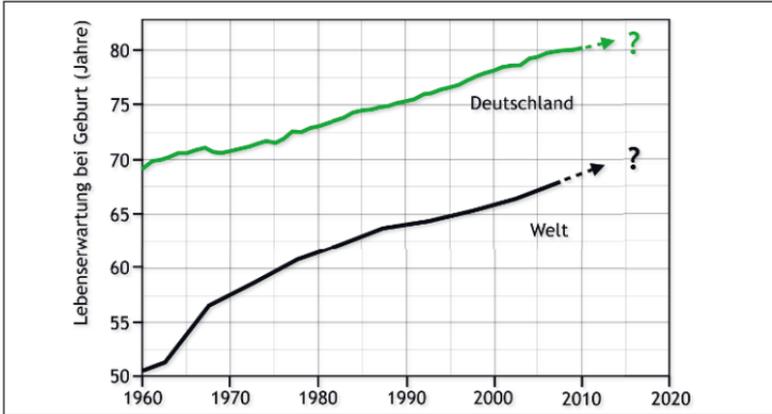
Wir werden uns fragen, ob an Altern und Tod irgendetwas naturgegeben Unabänderliches ist oder ob zumindest prinzipiell für die Wissenschaft die Möglichkeit besteht, die aktive und gesunde Lebenszeit deutlich zu verlängern. Wir werden sehen, dass die Chancen dafür bereits in den nächsten Jahrzehnten gar nicht schlecht stehen. Sind wir womöglich die letzte Generation,

die mit dem unausweichlichen Tod vor Augen durchs Leben gehen muss? Weil sich einige Menschen absolut nicht mit dem Sterben abfinden wollen, entstand so etwas wie eine weltweite Bewegung, deren informelle Mitglieder sich „Immortalisten“ nennen. Sie kämpfen an vielen Fronten dafür, das Sterben irgendwann ganz zu überwinden, und sei es auch um den Preis, das uns gewohnte Menschenbild aufgeben zu müssen.

### **Verlängerung der Lebenszeit**

Bekanntermaßen ist die Lebenserwartung eines Menschen von vielen äußeren und inneren Faktoren abhängig. Entscheidend ist etwa, in welchem Land man lebt, welcher sozialen Schicht man angehört und ob man eine Frau oder ein Mann ist.

Die Gründe für regionale Variationen sind vielfältig. Von besonderer Bedeutung ist natürlich die Säuglingssterblichkeit. Die von der Geburt an gerechnete durchschnittliche Lebenserwartung hat sich in den letzten hundert Jahren durch drastische Reduktion der Sterblichkeit in den frühen Lebensjahren stark verlängert (► Abbildung 1-02). Besonders die Einführung besserer hygienischer Standards Anfang des 20. Jahrhunderts und die im Laufe der Zeit in Ländern mit hohem Lebensstandard stetig besser werdende medizinische Versorgung trugen dazu bei (► Abbildung 1-03). Auch viele während des späteren Lebens auftretende ehemals tödliche Krankheiten sind heute, insbesondere dank Einführung der Antibiotika, heilbar oder werden durch vorbeugende Impfungen überhaupt vermieden. So gelang es, seit Anfang des 20. Jahrhunderts große Pandemien zu verhindern, die zuvor auch jüngeren Menschen millionenfachen Tod brachten. Verbliebene statistisch relevante Todesursachen, die nicht auf alterstypische Krankheiten zurückgehen, sind Kriege und sonstige bewaffnete Konflikte, Hungersnöte, Naturkatastrophen und Unfälle (► Abbildung 1-04).



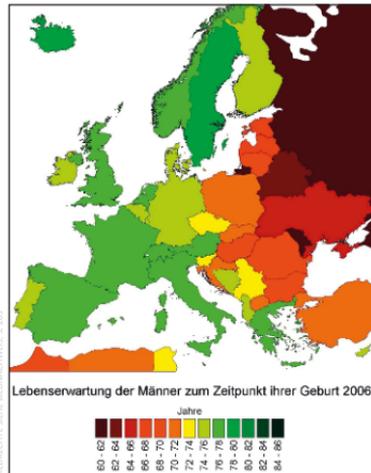
BILDQUELLE: DIERKE BEIDMANN/IPS, S. 20

**1-02**

**Entwicklung der Lebenserwartung.** Entwicklung der Lebenserwartung bei der Geburt in Deutschland und weltweit seit 1960 (mit Erreichen eines höheren Lebensalters steigt die fernere Lebenserwartung eines Individuums stetig weiter an).



BILDQUELLE: DIERKE BEIDMANN/IPS, S. 20



BILDQUELLE: DIERKE BEIDMANN/IPS, S. 20

**1-03**

**Lebenserwartung nach Ländern.** Lebenserwartung von Kindern, die in Europa im Jahre 2006 geboren wurden.



Neben der nur eingeschränkt aussagekräftigen Angabe einer durchschnittlichen Lebenserwartung ist es sinnvoll zu untersuchen, welche Restlebenserwartung ein Mensch nach Überstehen der Kindheit, also beispielsweise mit dem Erreichen der Geschlechtsreife oder ab einem bestimmten fest vorgegebenen Alter, statistisch noch hat. Dabei ist zu beachten, dass eine Person, die beispielsweise bereits 80 Jahre alt geworden ist, natürlich nicht mehr früher sterben kann. So ergibt sich der Effekt, dass die Restlebenserwartung mit dem bereits erreichten Alter stetig anwächst und stets höher ist als die Lebenserwartung bei der Geburt. Dieses genau zu wissen, ist das Kerngeschäft der Lebensversicherer und entsprechend aussagekräftige Zahlen sind darüber verfügbar. Eine sehr gut funktionierende Faustformel fand der britische Mathematiker BENJAMIN GOMPERTZ (1779–1865). Sie besagt, dass sich für Menschen, wenn sie einmal das 30. Lebensjahr überschritten haben, etwa alle 8,7 Jahre ihre Sterbewahrscheinlichkeit verdoppelt.

Diese Sterbetafeln lassen sich mathematisch auch gut mit einer Verteilung beschreiben, die man Weibull-Verteilung nennt. Ihre zwei Parameter können so angepasst werden, dass sie – ausreichend große Zahlen vorausgesetzt – fast exakt die Anzahl überlebender Individuen in Abhängigkeit von der Zeit widerspiegelt. Bemerkenswert ist, dass man damit keineswegs nur Lebewesen beschreiben kann, sondern ebenso gut etwa den Ausfall technischer Bauelemente, der auch nicht allein vom Zufall abhängt, sondern von deren individueller Belastungsgeschichte.

Seit etwa 1840 beobachtet man in Industrieländern eine Entwicklung hin zu immer längerer Lebenszeit. Die Lebenserwartung in Industrieländern hat – trotz aller bedenklichen Effekte wie Luftverschmutzung und aufgenommenen Giftstoffe – allein Laufe des 20. Jahrhunderts um etwa 30 Jahre zugenommen.

Tatsächlich stellen wir also bereits in den letzten hundert Jahren eine deutliche Zunahme der aktiven Lebenszeit und ein spä-

teres Einsetzen altersbedingter Erkrankungen fest. Eben diese Entwicklung war es, die zusammen mit einer geringeren Geburtenrate schließlich eine Erhöhung des Renteneintrittsalters unausweichlich machte, um die Sozialsysteme in Balance zu halten. Wir werden uns damit im letzten Kapitel dieses Buches befassen.

Selbst ganz neue Studien<sup>12</sup> zeigen keinerlei Abschwächung dieser Entwicklung zur Langlebigkeit. Man geht davon aus, dass zumindest die Hälfte aller seit dem Jahr 2000 geborenen Kinder noch das Jahr 2100 erleben können. Dies gilt selbst dann, wenn sich die medizinische Versorgung nicht weiter verbessert und die Suche nach Medikamenten gegen Alterung entgegen aller Hoffnungen doch nicht erfolgreich ist. Der Grund für diese Entwicklung, die ohne unser gezieltes Zutun erfolgt, ist noch nicht restlos verstanden. Wie wir aber im Folgenden sehen werden, ist ein Teil des Effekts möglicherweise dadurch erklärbar, dass wir immer später im Leben Nachkommen zeugen.

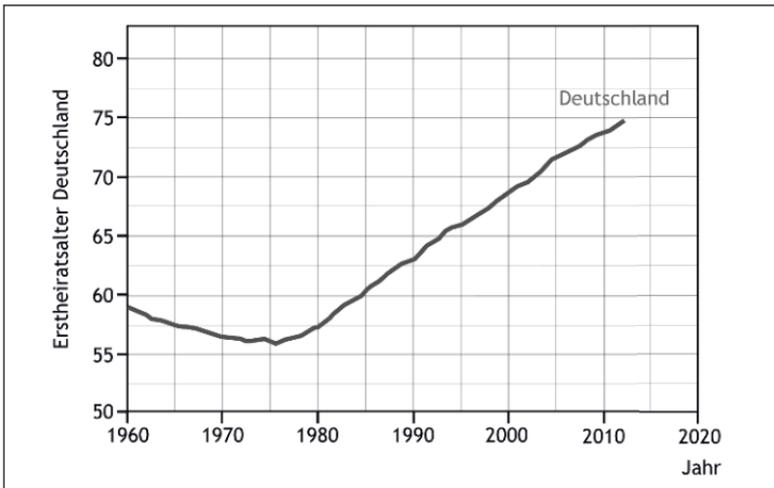
### **Späte Geburt, später Tod**

Eltern, zumindest in Europa und den USA, tendieren dazu, ihr erstes und ihr letztes Kind deutlich später zu bekommen, als dies noch vor 50 Jahren der Fall war. Zwischen 1975 und 2012 stieg beispielsweise in Deutschland das durchschnittliche Alter von Frauen bei der ersten Eheschließung von 22 stetig auf 30 Jahre an (► Abbildung 1-05). In anderen westlichen Ländern, sehen wir eine ganz ähnliche Entwicklung.

Die beobachteten Veränderungen könnten an der anderen Lebenssituation der Frauen liegen. Diese möchten heute selbstständiger leben, sind vielfach zunächst an einer guten Ausbildung und einigen Jahren Berufstätigkeit interessiert und lassen sich allgemein mehr Zeit bei der Auswahl eines Partners. Es gibt allerdings auch andere Erklärungen für die beobachteten Fakten,

insbesondere wenn man ältere Werte hinzunimmt. Zwischen 1890 und 1950 fiel nämlich das Alter bei der ersten Eheschließung beispielsweise in den USA für Frauen um knapp 2 Jahre und für Männer um fast vier Jahre. Vielleicht ermöglichte mehr gesellschaftliche Freizügigkeit in diesem Zeitraum frühere Eheschließungen. Von etwa 1960 an muss man zudem den Einfluss breit verfügbarer Verhütungsmittel berücksichtigen, allen voran der Antibabypille. Sie erleichterte es Frauen sehr, den Zeitpunkt der ersten Geburt selbst zu bestimmen. Der Anteil unehelicher Kinder liegt in Europa gegenwärtig bei etwa 37 Prozent aller Lebendgeburten. Aber auch wenn man dies in der Statistik berücksichtigt, ändert sich nichts Grundsätzliches am Bild. Als Daumenregel kann man eine Verschiebung der ersten Geburt um etwa vier Jahre seit Mitte des letzten Jahrhunderts festhalten.

Bekanntermaßen steigt das Risiko chromosomenbedingter Missbildungen wie des Down-Syndroms (Trisomie 21) bei



BILDRECHTE: SIEHE BILDNACHWEIS, S. 203

### 1-05

**Späte Familie.** Das mittlere Alter bei der ersten Eheschließung steigt in Deutschland immer mehr an.