

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben: Theorie und Empirie

*Stefan Felder**

Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

1. Einleitung

Im Verein für Socialpolitik über Gesundheit, Lebenserwartung und deren Determinanten zu sprechen, hat einen besonderen Reiz. Das Thema verweist auf die Anfänge des Vereins, als die 'sociale Frage', das Los der Arbeiterschaft, im Zentrum des wissenschaftlichen Interesses von Gustav Schmoller und anderen stand.¹ Ich will in meinem Referat vor allem der Frage nachgehen, ob wir tatsächlich zu viel für die medizinische Versorgung ausgeben, wie viele Ökonomen und andere Experten glauben. Milton Friedman hat in seinem 1992 erschienenen Buch „Input and Output of Medical Care“ den Gesundheitssektor gar als das ‚schwarze Loch‘ der Volkswirtschaft bezeichnet: Dieser Sektor verschlinge immer mehr Ressourcen, ohne einen spürbaren Zuwachs an Output zu realisieren. Aus der empirischen Literatur der letzten zehn Jahre ziehe ich jedoch den umgekehrten Schluss. Wir investieren insgesamt eher zu wenig als zu viel in die Gesundheit. Allerdings ist an der Grenze des technischen Fortschritts der Medizin, insbesondere bei den lebensverlängernden Maßnahmen im Alter, das Kosten-Nutzen-Verhältnis eher ungünstig.

Im nächsten Teil meines Vortrags werde ich den Zugewinn an Lebenserwartung der Deutschen im 20. Jahrhundert darstellen und ihn mit der Reduktion der Sterblichkeit bei verschiedenen Krankheiten in Verbindung setzen. Im dritten Teil widme ich mich dem Zusammenhang zwischen dem

*Ich danke für die Unterstützung bei den Berechnungen und für hilfreiche Diskussionen Herrn Dr. Andreas Werblow, für die Literaturrecherche Frau Dipl. Kffr. und Dipl. Vwn. Kristin Grabe sowie für wertvolle Hinweise zum Text Frau Dipl. Vwn. Anja Olbrich, Herrn Prof. Dr. Friedrich Breyer, Herrn Prof. Dr. Walter Ried und Herrn Prof. Dr. Bernt-Peter Robra, MPH.

1. Vgl. Schmollers Eröffnungsrede zur Gründungsversammlung des Vereins für Socialpolitik, 1872: Schmoller (1883).

Wert des statistischen Lebens, den Gesundheitsausgaben und der Lebenserwartung. In einem einfachen Lebenszyklus-Modell lässt sich zeigen, dass ein hinreichend stark fallender Grenznutzen aus dem Konsum nicht-medizinischer Güter die säkular ansteigende Gesundheitsausgabenquote erklären kann. Dieses Modell erlaubt es weiter, die Zahlungsbereitschaft für ein gewonnenes Lebensjahr in Abhängigkeit vom Alter herzuleiten.

Der vierte Teil des Vortrags beschäftigt sich mit dem technischen Fortschritt in der Medizin. Ich konzentriere mich dabei exemplarisch auf die Versorgung von Frühgeborenen und die Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Frühgeborene sind aus mindestens zwei Gründen ein interessantes Forschungsgebiet: Erstens weil es hier in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte gegeben hat, das Überleben von untergewichtigen Säuglingen zu sichern, und zweitens weil sich die Erträge von Gesundheitsinvestitionen bei Säuglingen auf eine gesamte Lebensdauer beziehen. Die Fortschritte in der Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wiederum haben in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts am meisten zur Reduktion der Sterblichkeit beigetragen. Diese Erkrankungen betreffen zunehmend ältere Menschen. Entsprechend verkürzt sich der Zeithorizont der Investitionen in diesem Bereich der medizinischen Versorgung.

Im fünften Teil untersuche ich den Einfluss der demographischen Alterung auf den Anstieg der Gesundheitsausgabenquote unter Berücksichtigung der so genannten Sterbekosten. Ich stütze mich dabei auf Krankenkassendaten und Bevölkerungsprognosen der Schweiz. Der sechste Teil fasst die Ergebnisse zusammen.

2. Die Rektangularisierung der Überlebenskurve im 20. Jahrhundert

Das Max-Planck-Institut für Demographie in Rostock hat Zeitreihen von Geburts- und Sterbetafeln zusammengestellt, die für Deutschland den Zeitraum von 1875 bis 2003 abdecken. Die nachfolgenden Zahlen über die Entwicklung der Lebenserwartung im 20. Jahrhundert gründen jeweils auf den Perioden-Sterbetafeln der deutschen Bevölkerung. Bei einer Längsschnittbetrachtung unter Anwendung der so genannten Kohorten-Sterbetafeln wären die ermittelten Werte für die Lebenserwartung methodisch bedingt größer.

Am Anfang des 20. Jahrhunderts betrug in Deutschland die Lebenserwartung bei den Frauen 48,3 Jahre und bei den Männern 44,8 Jahre. Sie verbesserte sich bis zum Ende des Jahrhunderts bei den Frauen um 33 auf 81,3 Jahre und bei den Männern um 30,8 auf 75,6 Jahre. Die Wahrscheinlichkeit eines männlichen Neugeborenen, mindestens 80 Jahre alt zu werden, lag vor hundert Jahren bei 5 Prozent. Heute liegt sie neunmal höher bei 45 Prozent. Bei den weiblichen Neugeborenen verzehnfachte sich

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

sogar diese Wahrscheinlichkeit von 6,5 auf 65 Prozent. *Abbildung 1* zeigt die Entwicklung der Überlebenskurven für Männer und Frauen in Vierteljahrhundertsschritten seit 1875.

Im ausgehenden 19. Jahrhundert war die Säuglings- und Kindersterblichkeit noch sehr hoch. Hatte ein Kind das 5. Lebensjahr erreicht, so stabilisierte sich die Sterblichkeit. Tatsächlich verlief die Überlebenskurve über eine große Altersspanne hinweg praktisch linear, bevor sie vom 60. Lebensjahr an stärker abfiel.

Die Überlebenskurve hat sich in den vergangenen 125 Jahren stark verändert. Durch eine Senkung der Säuglings- und Kindersterblichkeit ist das Abfallen der Überlebenskurve am Lebensanfang inzwischen fast verschwunden. Der Tod wurde im Verlaufe des Jahrhunderts immer weiter ins hohe Alter verdrängt. Starben vor hundert Jahren zwei Drittel der Deutschen vor ihrem 60. Lebensjahr, sind es heute weniger als 10 Prozent. Da sich der Fußpunkt der Kurve nur wenig nach rechts verschoben hat, ist das Gefälle der Überlebenskurve im hohen Alter gleichzeitig deutlich angestiegen. Es ist somit im Verlaufe des Jahrhunderts zu einer Rektangularisierung der Überlebenskurve gekommen. Wie ein Vergleich der Kurven für Männer und Frauen deutlich macht, ist die Rektangularisierung bei den Frauen stärker ausgeprägt.² Frauen haben eine bessere biologische Grundausstattung und zeigen ein anderes Risikoverhalten als Männer. Weiter kann auch der Unterschied in der Beschäftigung bzw. in den Löhnen den Geschlechterunterschied in der Lebenserwartung erklären (vgl. Leung u. a. 2004).³

Es lohnt sich, die Geschlechts- und Altersunterschiede im Zugewinn der Lebenserwartung im zeitlichen Verlauf näher zu betrachten. *Tabelle 1* zeigt den Beitrag der reduzierten Sterblichkeit zum Anstieg der Lebenserwartung in den vier Quartalen des 20. Jahrhunderts in ausgewählten Altersintervallen.

Zum Beispiel trug die gesunkene Säuglingssterblichkeit bei den Männern zwischen 1900 und 1925 4,85 Jahre zum gesamten Anstieg der Lebenserwartung dieser Periode von 11,05 Jahren bei. Über das ganze Jahrhundert machte die Reduktion der Säuglings- und Kindersterblichkeit (bis unter 15 Jahre) zusammen über die Hälfte der gewonnenen Lebensjahre aus; der Großteil dieser Gewinne (gut 70 Prozent) wurde jedoch vor 1950 realisiert.

2. Am Rande sei bemerkt, dass durch diese Entwicklung ein markanter Frauenüberschuss im hohen Alter eingetreten ist. Der Männerüberschuss bei den Neugeborenen von 5.500 auf 100.000 Frauen dreht sich kurz vor dem 60. Lebensjahr um in einen zahlenmäßigen Vorteil für die Frauen. Der Frauenüberschuss erreicht heute seinen maximalen Wert im 83. Altersjahr. Bezogen auf 100.000 Neugeborene beträgt der Frauenüberschuss in diesem Alter 18.300.
3. Für den Zusammenhang zwischen Familienstand und Geschlechterunterschied in der Lebenserwartung vgl. Felder (2006).

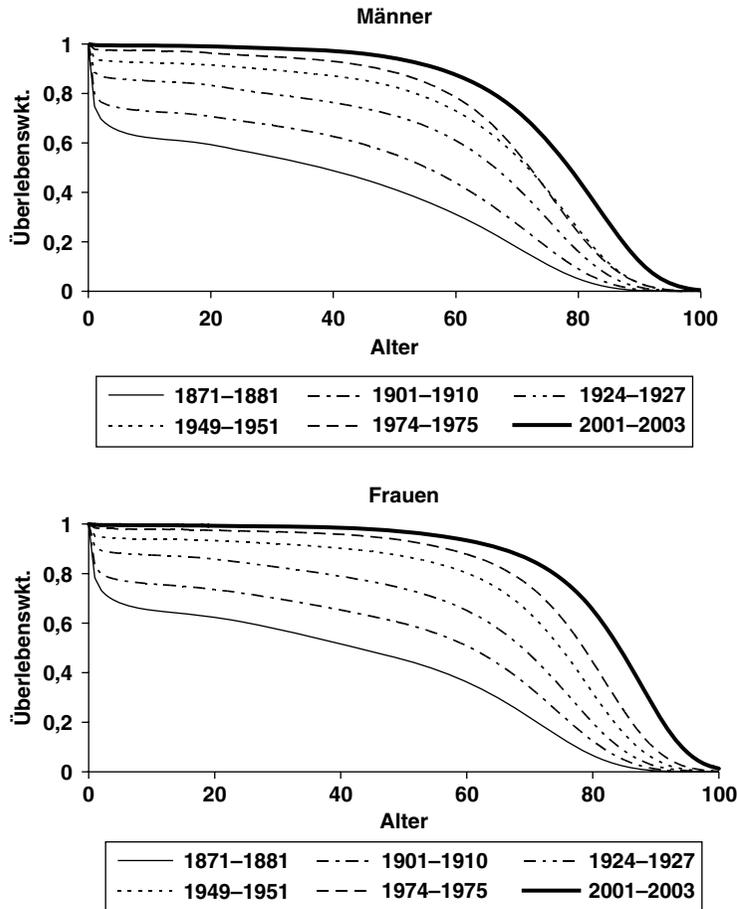


Abbildung 1 Überlebenskurve für Männer und Frauen, 1875–2000
 Eigene Berechnungen, *Quelle:* Max-Planck-Institut für demographische Forschung, Rostock

Im dritten Viertel des 20. Jahrhunderts gingen die gewonnenen Lebensjahre insbesondere bei den Männern zurück. Die Zugewinne sind in den letzten 25 Jahren wieder gestiegen. Sie sind in erster Linie auf den Rückgang der Sterblichkeit bei den älteren Menschen zurückzuführen. Beispielsweise war der Einfluss der reduzierten Sterblichkeit bei den über 55-jährigen Männern vor 1975 vernachlässigbar. Seither hat jedoch die Senkung der Sterberaten alter Männer vier Jahre zur Lebenserwartung beigetragen. Dies ist mehr als die Hälfte des gesamten Anstiegs der Lebenserwartung der Männer zwischen 1975 und 2000. Die Gewinne der älteren Frauen gehen zeitlich weiter zurück und haben sich im Vergleich zu den Männern nach 1975 verlangsamt.

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

Tabelle 1 Altersverteilung des Anstiegs der Lebenserwartung, pro Vierteljahrhundert, 1900–2000

<i>Männer</i>					
Altersintervall	1900–1925	1925–1950	1950–1975	1975–2000	Total
<1	4,85	3,13	2,86	1,24	12,08
1–14	2,65	1,55	0,67	0,35	5,22
15–34	0,67	1,45	0,40	0,72	3,24
35–54	1,64	0,82	0,25	1,00	3,72
55–74	1,10	1,03	–0,44	2,59	4,28
75+	0,13	0,28	–0,08	1,45	1,79
Total	11,05	8,26	3,66	7,36	30,32
<i>Frauen</i>					
Altersintervall	1900–1925	1925–1950	1950–1975	1975–2000	Total
<1	4,10	3,02	2,42	1,02	10,56
1–14	3,02	1,59	0,58	0,28	5,47
15–34	0,97	1,80	0,62	0,36	3,75
35–54	0,93	1,43	0,61	0,68	3,64
55–74	0,88	1,50	1,33	1,98	5,69
75+	0,17	0,36	0,62	2,18	3,32
Total	10,06	9,70	6,18	6,50	32,44

Eigene Berechnungen, *Quelle*: Max-Planck-Institut für demographische Forschung, Rostock.

Die Verschiebung in der Altersverteilung der gewonnenen Lebensjahre spiegelt den unterschiedlichen Fortschritt in der Bekämpfung von lebensbedrohlichen Erkrankungen wider. Bessere Hygiene, ausreichende Ernährung und Fortschritte bei der Bekämpfung von Infektionserkrankungen trugen am meisten zum Anstieg der Lebenserwartung in der ersten Hälfte des Jahrhunderts bei. Seither ist es vor allem die reduzierte Sterblichkeit bei kardiovaskulären Erkrankungen, die zu einer Erhöhung der Lebenserwartung geführt hat. *Tabelle 2* gibt die Beiträge der gesunkenen Sterblichkeit aufgrund einzelner Todesursachen zum Anstieg der Lebenserwartung in den beiden letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts wieder.

Der Rückgang der Sterblichkeit bei den Herz-Kreislauf-Erkrankungen trägt in den 80er Jahren gut ein Drittel, in den 90er Jahren sogar 45 Prozent zu den gewonnenen Lebensjahren bei. Die höheren Zugewinne im letzten Jahrzehnt – abgesehen von der Säuglingssterblichkeit – sind im Vergleich der OECD-Länder einzigartig. Sie sind aber durch die deutsche Einheit zu erklären und stellen einen Nachholeffekt im Osten dar.

Todesfälle als Folge von schweren Unfällen, Mord- und Todschatz sowie Selbsttötung sind auch bei maximaler medizinischer Versorgung nicht

Tabelle 2 Gewonnene Lebensjahre aufgrund reduzierter Sterblichkeit, Ausgewählte Ursachen, 1980–2000*

Erkrankung	Männer			Frauen		
	1980– 1990	1990– 2000	Total	1980– 1990	1990– 2000	Total
Säuglingssterblichkeit	0,59	0,31	0,90	0,43	0,30	0,73
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	0,71	1,41	2,12	0,59	1,22	1,82
Krebs	0,13	0,43	0,55	0,32	0,34	0,66
Stoffwechsel-Erkrankungen	–0,01	–0,04	–0,05	0,01	0,02	0,02
Unfälle	0,36	0,41	0,77	0,32	0,38	0,70
Andere	0,22	0,71	0,93	0,08	0,35	0,43
Total	2,00	3,23	5,23	1,75	2,62	4,36

* ab 1990 Deutschland, 1980 nur Westdeutschland

Eigene Berechnungen auf der Grundlage der WHO-Mortalitätsstatistik (vgl. WHO online).

auszuschließen. Dies bedeutet angesichts des sehr flachen Verlaufs der Überlebenskurve, dass Fortschritte in der Senkung der Sterblichkeit in diesem Bereich kaum oder nur unter hohen Kosten zu erzielen sind. Eine weitere Reduktion der Sterblichkeit ist dagegen im hohen Alter zu erreichen, insbesondere bei den Männern, bei denen die Rektangularisierung der Überlebenskurve weniger weit fortgeschritten ist als bei den Frauen. Bei den älteren Menschen fällt im Vergleich mit den Jungen aber ins Gewicht, dass die residuale Lebenserwartung viel kürzer ist, so dass sich der Ertrag von Gesundheitsinvestitionen über einen vergleichsweise kurzen Zeitraum erstreckt. Zusätzlich ist die Produktivität von medizinischen Inputs im Alter geringer, wie noch deutlich werden wird. Um Gesundheitsinvestitionen in verschiedenen Altersabschnitten bewerten zu können, bedarf es einer theoretischen Grundlage, die ich nachfolgend skizzieren will.

3. Wert des Lebens, Gesundheitsausgaben und Lebenserwartung

Deutschland hat seine Gesundheitsausgaben gemessen am Volkseinkommen von 6,2 Prozent im Jahre 1970 auf 11,1 Prozent im Jahre 2003 gesteigert. Es liegt damit exakt im Trend der OECD-Länder, bei denen der durchschnittliche Anstieg der Gesundheitsausgabenquote über den gleichen Zeitraum 76 Prozent betrug. Die Lebenserwartung der Menschen im OECD-Raum stieg in den letzten 25 Jahren um rund 7 Jahre. *Abbildung 2* illustriert die Korrelation zwischen Gesundheitsausgabenquote und Lebenserwartung für die 22 OECD-Länder in den Jahren 1970 und 2003. Im selben Zeitraum ist das Pro-Kopf-Einkommen in den OECD-Ländern durchschnittlich real um 4,2 Prozent pro Jahr angestiegen. Es erscheint daher nahe liegend, dass zwischen dem

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

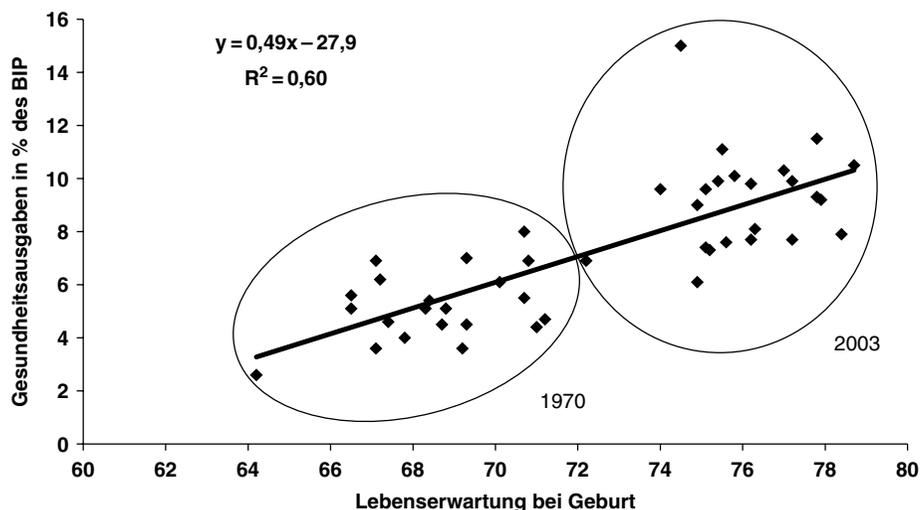


Abbildung 2 Gesundheitsausgabenquote und Lebenserwartung: OECD-Länder, 1970 und 2003

Quelle: OECD-Gesundheitsdaten (2005): 22 Länder 1970 und 2003

Anstieg des Einkommens und dem Anstieg der Gesundheitsausgabenquote ein ursächlicher Zusammenhang besteht.

Ausgangspunkt der Betrachtung ist eine Lebensnutzenfunktion, die nur vom Gesundheitszustand h und vom Konsumniveau c abhängt.⁴ Wir unterstellen, dass die Sterberate in jedem Alter gleich ist und gerade dem Kehrwert des Gesundheitszustands entspricht. Der Nutzen eines repräsentativen Individuums lässt sich dann schreiben als:

$$U(c, h) = \int_0^{\infty} e^{(-1/h)t} u(c) dt = h \cdot u(c). \quad (1)$$

Dieses Modell setzt demnach die Gesundheit mit der Lebenserwartung und die Lebensqualität mit dem Konsumnutzen gleich. Das Individuum erziele weiter ein konstantes Periodeneinkommen y , das es für Konsum oder Gesundheit (m) ausgeben kann (von Sparen sei vorerst abgesehen),

$$c + m = y. \quad (2)$$

4. Das nachfolgende Modell lehnt sich stark an das von Hall und Jones (2005) im Abschnitt 3 präsentierte statische Modell an. Zusätzlich kann Lebensqualität (vgl. Hall und Jones, 2005, Abschnitt 4), eine gesamtwirtschaftliche Ressourcenbeschränkung (vgl. Arthur, 1981) oder Arbeitsleid (vgl. Rosen, 1988) berücksichtigt werden, ohne dass sich die Ergebnisse qualitativ ändern.

Schließlich bestimme eine Produktionsfunktion den Gesundheitszustand des Individuums, wobei die Gesundheitsausgaben m als einziger Produktionsfaktor berücksichtigt werden:

$$h = f(m). \quad (3)$$

Wird (1) unter den Nebenbedingungen (2) und (3) maximiert, so folgt

$$h \cdot u'(c) = f'(m) \cdot u. \quad (4)$$

Danach würde ein Individuum seine Ausgaben für Konsum und Gesundheit im Optimum so wählen, dass der Grenznutzen der Lebensqualität (linke Seite) dem Grenznutzen der Lebensquantität (rechte Seite) entspricht.

Definieren wir $V(y) = U(c^*, h^*)/u'(c^*)$ als den Wert des Lebens⁵ bei optimaler Wahl von Konsumniveau und Lebenserwartung, $q = m/y$ als die Gesundheitsausgabenquote und $\eta_h = f'(m) \frac{m}{h}$ als die Elastizität der Gesundheitsproduktionsfunktion, so gilt im Optimum:

$$q^* = \eta_h \cdot \frac{V(y)}{h^* \cdot y}. \quad (5)$$

Die optimale Gesundheitsausgabenquote ist somit proportional zum Wert eines Lebens: Je höher der Wert des Lebens in einer Gesellschaft, desto höher ist ceteris paribus die Gesundheitsausgabenquote.

Was geschieht mit der Gesundheitsausgabenquote, wenn das Einkommen zunimmt? Diese Frage lässt sich beantworten, indem wir die Optimalbedingung umformen zu

$$\frac{q^*}{1 - q^*} = \frac{\eta_h}{\eta_c}, \quad (6)$$

wobei $\eta_c = u'(c) \cdot \frac{c}{u}$ die Konsumelastizität der Nutzenfunktion ist. Sinkt demnach die Konsumelastizität des Nutzens im Vergleich zur Gesundheitselastizität bei steigendem Einkommen, so nimmt die optimale Gesundheitsausgabenquote zu. Gesundheit ist insofern ein superiores Gut, als bei dessen Konsum im Vergleich zu nicht-medizinischen Gütern eine Sättigung langsamer eintritt.

Für eine steigende Gesundheitsausgabenquote spricht erstens die Beobachtung, dass die intertemporale Substitution im Konsum gering ist. Zweitens gibt es Evidenz dafür, dass der Wert des Lebens über die Zeit stärker steigt als das Einkommen. Costa und Kahn (2004) finden für die USA im Zeitraum 1940–1980 eine Einkommenselastizität von 1,6. Drittens zeigen Panel- und Zeitreihenanalysen der Gesundheitsausgaben der OECD-Länder mehrheitlich eine Einkommenselastizität größer als eins (vgl. Clemente u. a.

5. Vgl. zum Konzept des Werts des Lebens die grundlegenden Arbeiten von Arthur (1981) und Rosen (1988).

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

2004). Schätzungen der Elastizität auf der Grundlage von Individualdaten legen dagegen nahe, dass Gesundheit kein Luxusgut ist (vgl. für eine Übersicht Getzen, 2000). Diese Schätzungen leiden aber an den Schwierigkeiten, bei bestehender Versicherungsdeckung eine Nachfragefunktion zu schätzen.

Wir können die Bedingung für optimale Gesundheitsausgaben noch auf eine dritte Weise schreiben:

$$V(y) = \frac{h^2}{f'(m)}. \quad (7)$$

Die rechte Seite dieses Ausdrucks entspricht dem zusätzlichen Kostenaufwand, um die Sterberate – sie entspricht dem Kehrwert der Lebenserwartung – marginal zu senken. Wir können diese Optimalbedingung so interpretieren, dass der Wert und die Grenzkosten des Lebens einander gleich sind.

Es lässt sich weiterhin zeigen (vgl. Hall und Jones, 2005), dass Gleichung (7) auch in einem dynamischen Modell gelten muss:

$$V_a(y) = \frac{h_a^2}{f'(m_a)}. \quad (8)$$

Bei optimaler Wahl der Gesundheitsausgaben über den Lebenszyklus entspricht in jedem Alter a der Wert des residualen Lebens seinen Grenzkosten. Übersteigt der Wert des Lebens die Grenzkosten, dann sind die medizinischen Ausgaben zu gering. Zusätzliche Investitionen zur Senkung der Sterberate würden die Lebenserwartung erhöhen und den verbleibenden Wert des Lebens senken. Gleichzeitig würden die Grenzkosten ansteigen, so dass sich Grenznutzen und Grenzkosten des Lebens angleichen.

Gleichung (8) lässt sich empirisch schätzen. Es gibt dafür zwei Zugänge, je einen für die beiden Seiten der Gleichung. Der nachfrageseitige Ansatz kalibriert eine Lebensnutzenfunktion mit Hilfe von Arbeitsangebots- und Konsumprofilen und kann so die Zahlungsbereitschaft für das Leben in Abhängigkeit vom Alter schätzen. Der angebotsseitige Ansatz schätzt eine Gesundheitsproduktionsfunktion mit Hilfe von Zeitreihen des Gesundheitsausgabenprofils und altersspezifischen Sterberaten. Die Resultate beider Ansätze können zudem mit dem Wert eines statistischen Lebens, wie er in einer Fülle von empirischen Arbeiten hergeleitet worden ist, verglichen werden.

Studien zum Wert des statistischen Lebens ermitteln die Zahlungsbereitschaft für das Leben aus Lohnunterschieden zwischen Berufen mit unterschiedlichem Gefährdungsrisiko oder aus Marktpreisen von Gütern wie Airbags, die das Risiko eines tödlichen Unfalls senken. Nehmen wir beispielsweise an, ein Airbag kostet 500 € und kann einem von 10.000 Autofahrern das Leben retten. Die Ausrüstung von 10.000 Autos mit jeweils einem Airbag würde demnach einen Todesfall verhindern und insgesamt $10.000 \times 500 \text{ €} = 5 \text{ Mio. €}$ kosten. Der Wert eines statistischen Lebens beträgt in diesem Fall 5 Mio. €.

Dieser Wert stimmt ganz gut mit den Ergebnissen von einschlägigen Zahlungsbereitschaftsstudien überein. In einer Übersichtsarbeit bezifferten Viscusi und Aldy (2003) den Wert eines statistischen Lebens aus US-Studien auf 5,5 bis 7,5 Mio. \$ (Preisniveau 2000). Ashenfelter und Greenstone (2004) verglichen unterschiedliche gesetzliche Geschwindigkeitsbegrenzungen in US-Bundesstaaten mit den damit verbundenen Todesfällen und schätzten den Wert des statistischen Lebens auf 1,5 Mio. \$ (Preisniveau 1997).

Murphy und Topel (2005) wählten den nachfrageseitigen Ansatz zur Schätzung des Wertes des Lebens in Abhängigkeit vom Alter. Sie kalibrierten ihr Modell so, dass der durchschnittliche Wert des Lebens im Alter zwischen 25 und 55 Jahren 6,3 Mio. \$ beträgt. Das Ergebnis ihrer Schätzung ist in *Tabelle 3* aufgeführt. Der Wert der residualen Lebenserwartung erreicht Anfang 30 mit 7,1 Mio. \$ sein Maximum. Aufgrund der Diskontierung künftiger Perioden durch den Zinssatz und die abnehmende Überlebenswahrscheinlichkeit sinkt er danach stetig.⁶ Durch Division des Wertes des Lebens durch die residuale Lebenserwartung erhält man jeweils die altersabhängige Zahlungsbereitschaft für ein gewonnenes Lebensjahr, wie in der dritten Spalte aufgeführt. Dieser Wert steigt bis zum 50. Lebensjahr auf 171.000 \$, um danach mit zunehmendem Alter ebenfalls langsam zu sinken.

Hall und Jones (2005) haben die Grenzkosten für die Rettung eines statistischen Lebens über eine Spezifikation von $f(m_a)$ auf der Grundlage von Altersprofilen der Gesundheitsausgaben für die USA im Zeitraum 1950–2000 geschätzt. Die Ergebnisse sind in den beiden letzten Spalten von *Tabelle 3* aufgeführt. Die Grenzkosten des Lebens von 40-Jährigen stimmen gut mit der Schätzung von Ashenfelter und Greenstone (2004) überein, die den Wert eines statistischen Lebens auf 1,5 Mio. \$ festlegen, also im unteren Bereich der Schätzungen. Der geringe Wert der Grenzkosten im hohen Alter hängt einerseits von der kurzen Restlebensdauer ab.⁷ Andererseits zeigt die Schätzung eine deutlich geringere Produktivität medizinischer Inputs in diesem Altersbereich im Durchschnitt der letzten 50 Jahre. Im Unterschied dazu ist das Grenzprodukt der Inputs bei den Säuglingen hoch. Dies senkt die Grenzkosten bei dieser Altersgruppe.

Die letzte Spalte gibt die Grenzkosten eines gewonnenen Lebensjahres in Abhängigkeit vom Alter an. Bei einem 40-Jährigen kostet ein zusätzliches Lebensjahr 52.000 \$. Hingegen kostet ein Zugewinn von einem Jahr bei einem Kleinkind nur 8.000 \$. Im Vergleich dazu steigen diese Kosten bei den über 80-Jährigen weit über 100.000 \$.

6. Im Modell der ewigen Jugend gemäß Gleichung (1) ist der Wert des Lebens unabhängig vom Alter, da die residuale Lebenserwartung altersunabhängig ist. Unterstellt man jedoch eine mit dem Alter zunehmende Sterberate, so sinkt der Wert des residualen Lebens mit zunehmendem Alter.

7. Bei einer Produktionsfunktion der Form $h_a = A \cdot m_a^\theta$ folgt für die Grenzkosten $f'(m_a) = \theta \cdot h_a / m_a$, so dass die Grenzkosten der Rettung eines residualen Lebens $m_a \cdot h_a / \theta$ entsprechen.

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

Tabelle 3 Wert des statistischen Lebens in Abhängigkeit vom Alter (in Tausend \$, Preisniveau 2000)

Alter	Wert des Lebens ^a	Wert pro gewonnenem Lebensjahr	Grenzkosten des Lebens ^b	Grenzkosten pro gewonnenem Lebensjahr
0–5	6.300	86	590	8
10–15	6.500	101	9.830	150
20–25	6.900	127	8.520	153
30–35	7.100	159	4.910	107
40–45	6.000	170	1.890	52
50–55	4.500	171	1.050	38
60–65	3.000	164	880	47
70–75	1.500	131	790	66
80–85	700	112	750	123
90–95	300	97	570	373

a) Murphy und Topel (2005), gemäß Abbildung 3

b) Hall und Jones (2005)

Die USA investieren aktuell (2003) 15 Prozent ihres Einkommens in Gesundheitsgüter und sind damit Weltmeister bei der Gesundheitsausgabenquote. Zieht man die Zahlen in *Tabelle 3* als Beurteilungskriterium hinzu, kommt man – da in den meisten Altersklassen der Wert des Lebens seine Grenzkosten übersteigt – zum Schluss, dass die USA eher zu wenig als zu viel für ihre Gesundheit ausgeben.⁸

Wir können mit Hilfe der Zahlungsbereitschaft für die Rettung eines statistischen Lebens die Zugewinne der Lebenserwartung der Deutschen im 20. Jahrhundert bewerten. Im letzten Viertel des Jahrhunderts haben die deutschen Männer 7,36 Jahre und die Frauen 6,5 Jahre dazu gewonnen. Bewertet man diese Zugewinne mit dem Wert eines gewonnenen Lebensjahres unter Berücksichtigung seiner Altersverteilung gemäß Spalte 3 aus *Tabelle 3*, so errechnen sich 882.000 \$ für einen Mann und 626.000 \$ für eine Frau.⁹

- Nach den Berechnungen von Hall und Jones (2005) betrug die durchschnittliche Wachstumsrate der Grenzkosten des Lebens im Zeitraum 1950–2000 6 Prozent pro Jahr. Der Wert des Lebens stieg pro Jahr mit einer Rate von 3,2 Prozent. In historischer Perspektive sind nach diesen Zahlen die Gesundheitsausgaben der USA ebenfalls als zu gering einzuschätzen.
- Die Größenordnung dieser Werte wird deutlich, wenn wir sie mit dem Humankapital von Männern und Frauen vergleichen. Mit Hilfe der Daten des Sozio-Ökonomischen Panels zum Pro-Kopf-Brutto-Einkommen der Beschäftigten in den einzelnen Altersklassen einerseits und den Überlebenswahrscheinlichkeiten andererseits lässt sich ein Arbeitslebensinkommen im Querschnitt berechnen. Dieses betrug im Jahr 2003 bei den Männern 1,71 Mio. € und bei den Frauen 590.000 € (Eigene Berechnungen auf der Grundlage der SOEP-Daten 2004).

Stefan Felder

Das Modell hat bisher nicht berücksichtigt, dass Individuen im Verlaufe ihres Lebens Vermögen akkumulieren und im Alter entsparen. Wenn wir die periodenweise Budgetrestriktion $c + m = y$ durch eine Lebensbudgetrestriktion der Form $\int_0^{\infty} e^{-(1/h+r)t} [c(t) + m(t) - y(t)] dt$ mit r als dem Zinssatz ersetzen, lässt sich der Wert des Lebens im Alter a allgemeiner schreiben:

$$V_a(\cdot) = \int_a^{\infty} e^{-(1/h+r)(t-a)} v(t) dt, \quad (9)$$

wobei

$$v(t) = \frac{u(c(t))}{u'(c(t))} - c(t) + y(t) \quad (10)$$

den Wert eines Lebensjahres darstellt, also den monetären Wert des Konsumnutzens plus der Nettoersparnis im Alter t . Bei Menschen im Ruhestand sinkt entsprechend der Wert des Lebens. Die Schätzung von Murphy und Topel (2005) berücksichtigt diesen Gesichtspunkt nicht angemessen, da sie für alte Menschen das Einkommen markant überschätzt.¹⁰ Das bedeutet, dass die zitierten Zahlungsbereitschaften für das Leben im hohen Alter nach oben verzerrt sind. Vor dem Hintergrund der Rektangularisierung der Überlebenskurve ist dieser Gesichtspunkt von Bedeutung. Im hohen Alter, in dem sich der medizinische Fortschritt in den letzten 50 Jahren vor allem auswirkte, ist der residuale Wert des Lebens am geringsten.¹¹ Dies schmälert den Nutzen des technischen Fortschritts in der Medizin.

10. Murphy und Topel berechnen ein Einkommensprofil mit einem Polynom vierten Grades für die Dauer der Beschäftigung in Jahren. Mit Eintritt in den Ruhestand sinkt das Einkommen annahmegemäß um 50 Prozent (vgl. Murphy und Topel, 2005, Fußnote 20). Aus einer gesellschaftlichen Perspektive erscheint es fragwürdig, dieses Renteneinkommen in die Berechnung des altersspezifischen Werts eines statistischen Lebens einzubeziehen.

11. Die Nicht-Berücksichtigung der negativen Nettoersparnis im Alter verzerrt zudem die Kosten-Nutzen-Analyse zugunsten von lebensverlängernden medizinischen Interventionen. Beispielsweise kostet eine adjuvante Chemotherapie des Kolonkarzinoms bei 60-Jährigen 67.000 \$ pro qualitätsbereinigtem Lebensjahr. Diese Behandlung hat einen stark lebensverlängernden Effekt im Vergleich zur Wirkung auf die Lebensqualität. Bei Berücksichtigung der nicht-medizinischen Kosten kostet ein qualitätsbereinigtes Lebensjahr in diesem Fall 211.000 \$ (vgl. Meltzer, 1997).

4. Der technische Fortschritt in der Medizin am Beispiel der Behandlung von Frühgeborenen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen

4.1 Frühgeborene

Trotz verbesserter Hygiene, Ernährung und Verfügbarkeit von Medikamenten zur Behandlung von Infektionskrankheiten war die Säuglingssterblichkeit noch Mitte des 20. Jahrhunderts aufgrund zu früh geborener, meist untergewichtiger Babys (Körpergewicht ≤ 2.500 g) hoch. Vor 50 Jahren konnte die Medizin Frühgeborenen noch kaum helfen. Sie starben an den Folgen eines Sauerstoffmangels aufgrund einer insuffizienten Lungenfunktion. Seither wurde die Technik der Behandlung von Frühgeborenen revolutioniert und die Sterblichkeit deutlich reduziert. Inkubatoren wurden ständig verbessert und stehen heute in jeder Geburtshilfestation eines Krankenhauses. Beatmungsgeräte, die den Sauerstoffdruck optimieren, und die Phototherapie, die vor Gelbsucht schützt, wurden in den 70er Jahren entwickelt. Kortikosteroide zur Beschleunigung des Wachstums von Frühgeborenen und Wehenhemmer folgten Anfang der 80er Jahre. Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre verbreitete sich der Einsatz von Surfactant zur Unterstützung der Lungenreife und von Medikamenten, welche eine operative Intervention bei bestimmten Herzfehlern ersetzen.¹²

Cutler und Meara (2000) schätzen die medizinischen Kosten der Behandlung von Frühgeborenen auf 30.000 \$. Hinzu kommen Aufwendungen für die Behandlung von Folgeschäden einer Frühgeburt. Die Kosten von zerebraler Kinderlähmung, Blindheit oder geistiger Retardation, unter denen bis zu einem Drittel leidet, werden auf 40.000 \$ geschätzt. Der qualitätsbereinigte Anstieg der Lebenserwartung der Frühgeburten betrug seit 1950 13 Jahre, zwei Jahre weniger als die Zahl der gewonnenen Lebensjahre. Cutler und Meara nahmen für ein statistisches Lebensjahr bei Geburt einen Wert von 100.000 \$ an und berücksichtigten zusätzlich zu den medizinischen Kosten 10.000 \$ pro Jahr für nicht-medizinische Kosten wie spezielle Ausgaben für Bildung und eine etwaige Behinderung. Bei einem Zinssatz von 3 Prozent kostet ein gewonnenes qualitätsbereinigtes Lebensjahr für die Frühgeborenen im Durchschnitt 3.700 \$. Bei einem Geburtsgewicht von unter 1.000 g liegen die medizinischen Kosten bei 170.000 \$. Die Lebenserwartung dieser Gruppe ist seit 1960 um fast 32 auf 38 Jahre gestiegen. Ihre Lebensqualität wird auf der Skala zwischen null (Tod) und eins (perfekte Gesundheit) mit 0,78 eingeschätzt und es errechnen sich zusätzliche Kosten von 6.100 \$ für ein

12. Zur Geschichte der Fortschritte in der Neonatologie vgl. Baker (1996).

gewonnenes qualitätsbereinigtes Lebensjahr.¹³ Im Vergleich zu anderen medizinischen Interventionen ist dies ein geringer Betrag.

Der medizinische Fortschritt in der Peri- und Neonatologie erlaubt es heute, Frühgeborene zu retten, die in der 22. Schwangerschaftswoche geboren werden. Der Beginn dieser Woche markiert die untere Schwelle für die Lebensfähigkeit eines Neugeborenen. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis an dieser Grenze des technischen Fortschritts ist nach dem gegenwärtigen Wissensstand ungünstig. Wood u. a. (2000) finden für Frühgeburten in der 23. Schwangerschaftswoche eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 10 Prozent und in der 22. Woche eine von nur noch 2 Prozent. Setzt man die medizinischen Kosten für die Versorgung von Frühgeborenen unter 1.000 g von 170.000 \$ ein, so ergeben sich Investitionen in der Höhe von 1,7 Mio. bzw. 8,5 Mio. \$ zur Rettung eines Lebens. Werden zusätzlich nicht-medizinische Kosten und die eingeschränkte Lebensqualität dieser extrem untergewichtigen Frühgeborenen berücksichtigt, so wird klar, dass der medizinische Fortschritt hier an eine Grenze stößt, an der die zusätzlichen Kosten den gewonnenen Nutzen – gemessen an der gesellschaftlichen Zahlungsbereitschaft für ein statistisches Leben – übersteigen.¹⁴ Diese Beurteilung schließt nicht aus, dass der künftige technische Fortschritt in Form von Prozess-Innovationen das Kosten-Nutzen-Verhältnis verbessert.

4.2 Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Die Entwicklung des medizinischen Fortschritts bei den Herz-Kreislauf-Erkrankungen sei am Beispiel des Herzinfarkts beschrieben, ein auch von Gesundheitsökonomien gut erforschtes Gebiet. Ein Herzinfarkt ist ein akutes Ereignis, charakterisiert durch den Verschluss der Arterien, die das Herz mit Blut versorgen. Ohne eine hinreichende Versorgung mit Sauerstoff stirbt der

13. Da einschlägige Untersuchungen zur Lebensqualität von Frühgeburten fehlen, ziehen Cutler und Meara die Lebensqualität von Patienten mit schweren gesundheitlichen Einschränkungen als Maßstab heran (vgl. die angegebene Literatur in Cutler und Meara, 2000).
14. In diesem Zusammenhang sind die sich widersprechenden Empfehlungen der deutschen und schweizerischen Fachgesellschaften für Neonatologie interessant. Während die Schweizer Leitlinie empfiehlt, bei Frühgeburten vor der 24. Schwangerschaftswoche auf intensivmedizinische Interventionen zu verzichten, schreibt die deutsche Leitlinie lebenserhaltende Maßnahmen zwischen der 22. und 24. Schwangerschaftswoche vor, „auch wenn für das Kind nur eine kleine Chance zum Leben besteht“ (vgl. Berger u. a. (2002) für die Schweiz und AWMF online (1999) für Deutschland). Bemerkenswert ist zudem, dass die schweizerische Empfehlung explizit die Opportunitätskosten des Ressourceneinsatzes „für die Behandlung kaum lebensfähiger Frühgeborener mit sehr ungünstiger Prognose“ erwähnt. Die Empfehlungen der österreichischen Fachgesellschaft (vgl. Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde, 2005) gehen nicht so weit wie die der schweizerischen, legen aber größeres Gewicht auf die Beurteilung einer erfolgreichen Behandlung als die deutsche Leitlinie.

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

Herzmuskel innerhalb von Stunden ab. Das Ziel der Therapie besteht darin, kurzfristig den Herzschaden zu begrenzen und langfristig eine Wiederholung des Verschlusses zu vermeiden. Eine Möglichkeit der Behandlung sind thrombolytische Medikamente, um die Blockierung der Gefäße aufzulösen. Eine Alternative ist eine Bypass-Operation, bei der eine Arterie oder Vene gelegt wird, die die verschlossene Herzkranzarterie ersetzt. Diese Technik wurde Ende der 60er Jahre entwickelt. Die Angioplastie aus den 70er Jahren verwendet einen Ballonkatheter zur Öffnung des Verschlusses. Seit Mitte der 90er Jahre werden in der Angioplastie zunehmend Stents eingesetzt. Dies sind kleine geflochtene Röhren, welche die Herzarterie offen halten. Im Vorfeld jeder Operation diagnostizieren die Ärzte mit einer Katheteruntersuchung den Ort und das Ausmaß des Verschlusses.

Cutler und McClellan (2001) zeigen mit Medicare-Abrechnungsdaten, dass zwischen 1984 und 1998 die Ausgaben pro Herzinfarkt real um fast 10.000 \$ auf 21.700 \$ anstiegen. Dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 4,2 Prozent. 45 Prozent dieses Anstiegs sind dem Einsatz einer zunehmend intensiveren Behandlung geschuldet. Während man 1984 nur 10 Prozent der Herzinfarktpatienten operierte, wurden 1998 mehr als die Hälfte katheterisiert und entsprechend stieg der Anteil der operativen Eingriffe. Höchstens ein Drittel des Kostenanstiegs führen Cutler und McClellan auf einen Preisanstieg zurück. Den Nettonutzen eines gewonnenen Lebensjahres aufgrund der neuen Möglichkeiten der Herzinfarktbehandlung beziffern sie im Zeitraum von 1984 bis 1998 mit 60.000 \$.¹⁵

Diese Rechnung beantwortet jedoch nicht die Frage nach den Kosten an der Grenze des technischen Fortschritts. Der Einsatz von Stents ist teurer als eine einfache Ballondilatation und eine signifikante Reduktion der Sterblichkeit konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Seit kurzem werden zusätzlich neue Medikamente zur Verhinderung der Blutgerinnung eingesetzt. Diese sind sehr teuer, aber ihre medizinische Effektivität ist ebenfalls nicht schlüssig nachgewiesen (vgl. Felder und Meyer, 2002). Es ist davon auszugehen, dass das Grenznutzen-Grenzkosten-Verhältnis von Stents im klinischen Alltag ungünstig ist.¹⁶

15. Cutler und McClellan berücksichtigen den Umstand, dass Medicare-Patienten kein Arbeitseinkommen mehr erzielen. Sie korrigieren den Wert eines zusätzlichen Lebensjahres von 100.000 \$ um Ausgaben für Konsum und medizinische Grundversorgung, die sie mit 25.000 \$ veranschlagen.

16. Ein abschließendes Urteil über das Kosten-Nutzen-Verhältnis an der technischen Grenze der Herzinfarktbehandlung ist derzeit nicht möglich. Die Verwendung von Stents senkt die Wahrscheinlichkeit eines Wiederverschlusses des Gefäßes und kann damit einen Teil der zusätzlichen Kosten kompensieren. Ein Health Technology Assessment der britischen National Health Services beurteilte Stents bei der stabilen und instabilen Angina pectoris als kostenneutral, nicht aber bei weiteren Indikationen (Meads u. a., 2000). Inzwischen gibt es auch für den kleinen Herzinfarkt Evidenz für eine Kostenneutralität des Einsatzes von Stents (Bakhai u. a., 2003). Allerdings gelten diese Ergebnisse nur für die jeweilige Studienpopulation und nicht notwendigerweise für den klinischen Alltag.

Abbildung 3 zeigt für Deutschland die Altersverteilung der gewonnenen Lebenserwartung durch eine Reduktion der Sterblichkeit bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen in den letzten 20 Jahren. Bei den 35–54-Jährigen sind die gewonnenen Lebensjahre in den 90er Jahren gegenüber dem Jahrzehnt davor zurückgegangen, bei den 55–74-Jährigen und ausgeprägt bei den über 75-Jährigen ist dagegen ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. Die gewonnenen Lebensjahre verschieben sich damit zunehmend in ein höheres Alter.

Dies ist eine zwangsläufige Entwicklung des technischen Fortschritts in der Medizin. In dem Maße, wie er dazu beigetragen hat, die Morbidität und Mortalität im mittleren Alter zu senken, können zusätzliche Erfolge nur bei einem immer älter werdenden Patientenkollektiv erzielt werden. Damit geht eine Verschlechterung der Nutzen-Kosten-Bilanz des technischen Fortschritts von beiden Seiten einher: Sein Grenznutzen sinkt, weil die residuale

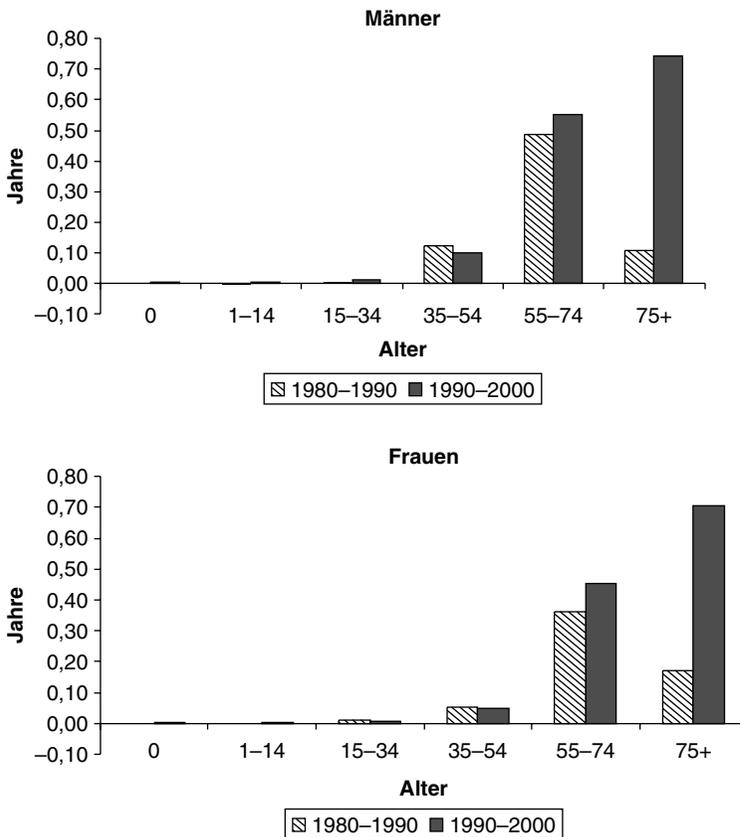


Abbildung 3 Altersverteilung der gewonnenen Lebensjahre in der Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, aufgeteilt nach Geschlecht, Deutschland 1980–2000

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Grundlage der WHO-Mortalitätsstatistik (vgl. WHO online)

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

Lebenserwartung mit zunehmendem Alter sinkt, und seine Grenzkosten steigen, weil die Grenzproduktivität der medizinischen Inputs im Alter sinkt. Ob sich der künftige technische Fortschritt in der Medizin lohnt, hängt davon ab, in welchem Maß er die Qualität der Versorgung verbessert und deren Kosten senkt und ob der Wert des Lebens bei steigendem Einkommen hinreichend zunimmt.

5. Zunahme der Lebenserwartung und Gesundheitsausgaben: Der Einfluss der Sterbekosten

Sterbekosten – das sind die Gesundheitsausgaben im letzten Lebensjahr – sind etwa zehnmal höher als die jährlichen Gesundheitsausgaben von Überlebenden (vgl. Lubitz und Riley, 1993, für die USA, Zweifel u. a., 1999, für die Schweiz). Der große Kostenunterschied der medizinischen Versorgung zwischen versterbenden und überlebenden Menschen hat Implikationen für den Zusammenhang zwischen zunehmender Lebenserwartung und den Gesundheitsausgaben einer Bevölkerung. Dies wird unmittelbar klar, wenn man sich eine Welt vorstellt, in der die Gesundheitsausgaben über den Lebenszyklus mit Ausnahme des letzten Lebensjahrs immer null betragen. Eine steigende Lebenserwartung hat in einer solchen Welt keine Auswirkungen auf die Gesundheitsausgaben. Da jeder Mensch nur einmal stirbt, ist es für die Höhe der Ausgaben unerheblich, wenn er nicht – wie zu Beginn des letzten Jahrhunderts – im Durchschnitt im 46., sondern wie heute im 78. Lebensjahr stirbt. Diese Zusammenhänge gelten abgeschwächt auch, wenn man nicht nur im letzten Lebensjahr zum Arzt geht, sondern über den gesamten Lebenszyklus Gesundheitsleistungen in Anspruch nimmt. Die massiv höheren Ausgaben in den letzten Lebensjahren bedeuten, dass sich die demographische Alterung weniger stark auf die Entwicklung der Gesundheitsausgaben auswirkt, als gemeinhin erwartet wird.

Die hohen Sterbekosten können auch erklären, weshalb im Querschnitt der Bevölkerung die Gesundheitsausgaben mit dem Alter ansteigen. Mit zunehmendem Alter steigen die Sterberaten und damit der Anteil der Personen, die sich im letzten Lebensjahr befinden. Die hohen Gesundheitsausgaben bei den hohen Altersgruppen sind somit eine Folge von hohen Sterbekosten und großer Sterblichkeit. Berücksichtigen wir zusätzlich die Rektangularisierung der Überlebenskurve, so kann man folgern, dass sich im 20. Jahrhundert die Ausgabenprofile versteilert haben. Die heutigen steilen Gesundheitsausgabenprofile, die uns aus vielen Abbildungen bekannt sind, spiegeln nicht in erster Linie das Alter wider, sondern die ins hohe Alter verdrängte Sterblichkeit.

Diese These ist in einer Reihe von neueren empirischen Arbeiten untersucht worden. Die nachfolgenden Ergebnisse entstammen einer Arbeit mit Schweizer Krankenkassendaten. Dieser Datensatz umfasst die Gesundheitsausgaben von 5.000 Versicherten, die zwischen dem 1. Januar 2001 und dem 31. Dezember

2004 verstarben, sowie von 57.000 Versicherten, welche diese Periode überlebten. Das Ziel der ökonometrischen Arbeit bestand darin, zu untersuchen, wie wichtig im Vergleich zum chronologischen Alter die Nähe zum Tod bei der Erklärung der Gesundheitsausgaben ist. Wir untersuchten die Gesundheitsausgaben im Jahre 1999 und bemaßen die Nähe zum Tod in Monaten. Wir wendeten ein so genanntes Two-Part-Model an, das die Wahrscheinlichkeit positiver Gesundheitsausgaben und die bedingt positiven Gesundheitsausgaben unabhängig voneinander schätzt (vgl. im Detail Werblow u. a., 2005).

Das Ergebnis der Schätzungen für die Frauen ist in *Abbildung 4a* aufgezeichnet: sechs mehr oder weniger parallele Kurven zeigen die geschätzten Gesundheitsausgaben in Abhängigkeit vom Alter für die Überlebenden (unterste Kurve; S) und in aufsteigender Reihenfolge für die Personen vier, drei, zwei, ein Jahr und im letzten Jahr vor dem Tod. Die siebte Kurve (N) ist das Ergebnis einer naiven Schätzung, welche die Todesvariablen (Nähe zum Tod und Überlebensstatus) nicht einbezieht. Diese Kurve hat einen deutlich höheren Altersgradienten als die anderen. Bei den Schätzungen mit den Todesvariablen ist es sogar so, dass über weite Altersbereiche der Altersgradient nicht-positiv ist.

Die gesetzliche Krankenversicherung der Schweiz deckt im Gegensatz zur deutschen auch die Pflegekosten. Bei den Ausgaben für Pflege ist ein weit stärkerer Altersbezug zu erkennen als bei den kurativen Ausgaben. Bei den verstorbenen 95-Jährigen machen die Pflegekosten drei Viertel der Gesamtausgaben für medizinische Versorgung aus und sogar bei den Überlebenden derselben Altersklasse beinahe 50 Prozent.¹⁷ Bei den unter 65-Jährigen sind die Ausgaben für Pflege dagegen praktisch vernachlässigbar.¹⁸

Abbildung 4b zeigt das geschätzte Altersprofil der Gesundheitsausgaben ohne Berücksichtigung der Pflegekosten. Danach sinken die Ausgaben mit zunehmendem Alter in den letzten fünf Jahren vor dem Tod. Auch Untersuchungen für Deutschland, die Schweiz und die USA finden, dass insbesondere im hohen Alter die Sterbekosten zurückgehen (vgl. Busse u. a., 2002, Felder u. a., 2000, sowie Lubitz u. a., 1995). Das Profil der kurativen Gesundheitsausgaben ist im Übrigen kompatibel mit der mit dem Alter abnehmenden Zahlungsbereitschaft zur Senkung der Sterblichkeit (vgl. Tabelle 3). Das Ausgabenprofil der Überlebenden für kurative Leistungen ist deutlich weniger steil als bei den Gesamtausgaben und auch der Unterschied zur naiven Schätzung fällt kleiner aus.

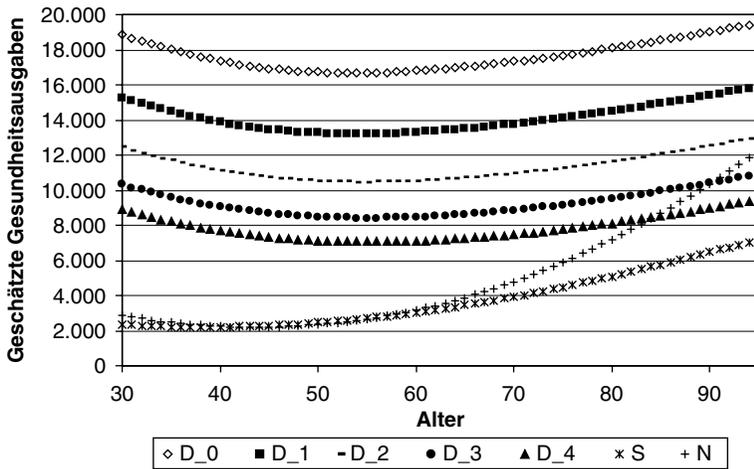
Die Ergebnisse zeigen insgesamt, dass die Nähe zum Tod einen signifikant positiven Einfluss auf die Höhe der Gesundheitsausgaben hat und die Erklärungskraft des chronologischen Alters zurückdrängt. Es bleibt die Frage nach dem verbleibenden Einfluss der demographischen Alterung auf die

17. Ähnliche Resultate finden Spillman und Lubitz (2000) für die Medicare-Versicherten der USA.

18. Eine Ausnahme sind AIDS-Fälle, die insbesondere bei den jungen Männern hohe Pflegekosten verursachen.

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

a) Gesundheitsausgaben



b) Gesundheitsausgaben ohne Pflegekosten

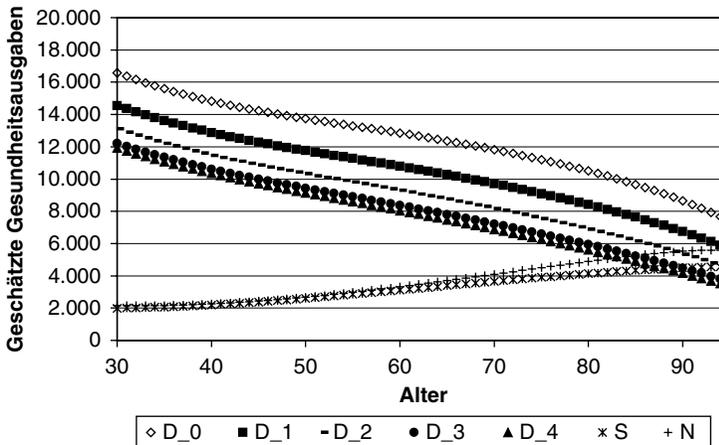


Abbildung 4 Geschätztes Altersprofil der Gesundheitsausgaben: mit und ohne Pflegekosten – Verstorbene und überlebende Schweizer Frauen, 1999.

Quelle: Eigene Berechnungen

Gesundheitsausgaben, wenn man die Sterbekosten berücksichtigt. Ich gebe eine indirekte Antwort mit Hilfe eines Experiments, das den Fehler einer Hochrechnung der Gesundheitsausgaben ausweist, die die Sterbekosten nicht berücksichtigt (vgl. dazu im einzelnen, Breyer und Felder, 2005).

Grundlage des Experiments sind die geschätzten Ausgabenprofile für die Verstorbenen und Überlebenden einerseits und die mittlere Prognose für die Schweizer Bevölkerung bis 2060 andererseits. Dabei unterscheide ich das s-Modell, das die Sterbekosten wie auch die Ausgaben von Personen in den

Tabelle 4 Pro-Kopf-Ausgaben 2000 (in SFr.) und Demographie der Jahre 2005 bis 2060 mit und ohne Sterbekosten – konstante Preise und Medizintechnik

Jahr	<i>n</i> -Schätzung		<i>s</i> -Schätzung		Fehler <i>n</i> -Schätzung in Prozent
	Absolut	2002 = 100	Absolut	2002 = 100	
2000	2.155	100	2.155	100	
2005	2.182	101,23	2.175	100,92	24,85
2010	2.217	102,85	2.205	102,32	18,54
2020	2.301	106,76	2.276	105,61	17,12
2030	2.388	110,80	2.348	108,96	17,04
2040	2.451	113,72	2.400	111,37	17,13
2050	2.471	114,65	2.414	112,00	18,14
2060	2.451	113,74	2.381	110,50	23,58

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Grundlage der Schweizer Ausgabenprofile für Gesundheitsausgaben und der Bevölkerungsprognose „Trend“ des Bundesamts für Statistik, Neuchâtel.

fünf letzten Lebensjahren berücksichtigt, vom *n*-Modell, das eine naive Status-quo-Hochrechnung der Gesundheitsausgaben ausschließlich auf Grundlage der Alters- und Geschlechtsverteilung in der Bevölkerung vornimmt.

Tabelle 4 zeigt die hypothetischen Werte der Pro-Kopf-Ausgaben des Jahres 2000 bei einer unterstellten Demographie der Jahre 2000 bis 2060, differenziert nach dem *n*- und *s*-Modell. Dabei würden die Ausgaben im Extremfall um 13,7 Prozent höher liegen als heute, und zwar bei 2.451 SFr. im Jahr 2060. Unter Berücksichtigung der Sterbekosten ermäßigt sich dieser Anstieg auf 10,5 Prozent bzw. auf ein Niveau von 2.381 SFr. im letzten Jahr. Das Verhältnis aus beiden Steigerungsraten beträgt 0,76, d.h. ausgehend von einer naiven Hochrechnung senkt die Berücksichtigung der Sterbekosten den Ausgabenanstieg im *s*-Modell um 24 Prozent, also um ein Viertel.

Nach diesen Zahlen ist das rein demographisch, d.h. allein durch den Anstieg der Lebenserwartung und den Rückgang der Geburten bedingte Wachstum der Gesundheitsausgaben pro Kopf nicht dramatisch. Die These, dass die Alterung als solche überhaupt keinen nennenswerten Anstieg der Gesundheitsausgaben bewirkt, da die Entwicklung der individuellen Ausgaben in erster Linie durch die Nähe zum Tod bestimmt wird, findet jedoch keine Bestätigung: Die explizite Aufteilung der Ausgaben in Sterbekosten und Ausgaben für Überlebende reduziert den prognostizierten Anstieg der Pro-Kopf-Ausgaben nur um ein Viertel.¹⁹

19. Zur Frage, ob die Demographie überhaupt einen Einfluss auf die Pro-Kopf-Gesundheitsausgaben hat, gibt es inzwischen eine breite Literatur (vgl. Zweifel u. a., 1999, Seshamany and Gray, 2004, Stearns und Norton 2004, Zweifel u. a., 2004, Werblow u. a., 2005).

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

Diese Rechnung geht von konstanten Preisen und einer unveränderten Technik der Medizin aus. Berücksichtigt man den Fortschritt in der Medizin in der hypothetischen Ausgabenberechnung, der nach einer Schätzung von Breyer und Ulrich (2000) für Deutschland im Zeitraum 1970 bis 1995 (einkommensbereinigt) ungefähr ein Prozent pro Jahr ausgemacht hat, so verdoppeln sich die Pro-Kopf-Ausgaben des Jahres 2002 bis 2060. Der Fehler der n -Schätzung macht nunmehr nur noch einen kleinen Teil (gut fünf Prozent) des gesamten Ausgabenanstiegs aus. Der Einfluss der demographischen Alterung auf die Gesundheitsausgaben bleibt somit weit hinter jenem des als moderat unterstellten technischen Fortschritts der Medizin zurück.

6. Fazit

Newhouse (1992) untersuchte die möglichen Erklärungen für den ständigen Anstieg der Gesundheitsausgabenquote in der industrialisierten Welt. Die Zunahme des Einkommens, die Alterung der Bevölkerung, die angebotsinduzierte Nachfrage nach medizinischen Leistungen, die Versicherungsdeckung und die Faktorproduktivität bei den Gesundheitsdienstleistungen (Baumol, 1967) könnten zusammen sicher weniger als die Hälfte, möglicherweise gar weniger als ein Viertel des säkularen Anstiegs der Gesundheitsausgaben erklären. Stattdessen sei es der technische Fortschritt in der Medizin, der das Wachstum des Gesundheitssektors treibe. Unbefriedigend an dieser mittlerweile sehr verbreiteten Erklärung ist, dass sie die Präferenzen der Menschen nicht berücksichtigt. Ohne eine hinreichende Nachfrage kann sich das Angebot nicht realisieren; es bedarf also beider Blätter von Marshalls Schere, um den Anstieg der Gesundheitsausgaben erklären zu können.

Das fehlende Glied in der Kette der Erklärung kann ein ökonomisches Standardmodell liefern. Falls der Grenznutzen des Konsums bei zunehmendem Einkommen hinreichend stark fällt, steigt die optimale Gesundheitsausgabenquote über die Zeit. Der Konsum wächst ebenfalls, aber weniger schnell als die Gesundheitsausgaben. Die Intuition hierfür ist ein mit dem Einkommen steigender Wert des Lebens. Wenn die Menschen reicher werden, kaufen sie vor allem ein längeres Leben und weniger zusätzlichen Konsum.

Im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts haben die Deutschen sieben Lebensjahre dazu gewonnen. Bewertet man diese Zugewinne mit dem Wert eines gewonnenen Lebensjahres unter Berücksichtigung seiner Altersverteilung gemäß einschlägiger Studien, so ergeben sich rund 750.000 €. Das ist deutlich mehr als die Hälfte des Werts des Pro-Kopf-Humankapitals im Jahre 2000, wenn es im Querschnitt gemessen wird. Der soziale Wert von Investitionen in die Lebenserwartung ist damit beträchtlich.

Die gewonnenen Lebensjahre der letzten 20 Jahre sind vor allem den Fortschritten bei der Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu verdanken. Dabei findet eine Verlagerung der gewonnenen Lebensjahre in

immer höhere Altersklassen statt. In den 1990er Jahren waren die Zugewinne infolge einer Reduktion der Sterblichkeit bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei den über 75-Jährigen genau so hoch wie bei allen anderen Altersklassen zusammen. In dieser Entwicklung offenbart sich ein Dilemma des technischen Fortschritts in der Medizin. Sein Grenznutzen sinkt, weil die residuale Lebenserwartung jener Patienten, die zusätzliche Lebensjahre gewinnen, sich zunehmend verkürzt. Gleichzeitig steigen die Grenzkosten, weil das Grenzprodukt der medizinischen Inputs im Alter sinkt. Die Medizin könnte somit „das Opfer ihres eigenen Erfolgs werden“ (Krämer, 1996), sofern nicht die Zahlungsbereitschaft für zusätzliche Gesundheitsausgaben aufgrund steigender Einkommen hinreichend zunimmt.

Die von vielen Beobachtern befürchtete Ausgabenexplosion im Gesundheitswesen aufgrund der zunehmenden Lebenserwartung wird nicht eintreten. Berücksichtigt man die hohen Gesundheitsausgaben in den letzten Lebensjahren, so schwächt sich der Zusammenhang zwischen dem Alter und den Gesundheitsausgaben ab. Einzig bei den Pflegekosten ist ein deutlicher Altersgradient feststellbar, so dass im Zuge der demographischen Alterung die Nachfrage nach Pflegeleistungen zunehmen wird.²⁰

Vergleicht man Friedmans Diktum, wonach es sich beim Gesundheitssektor wie mit einem schwarzen Loch in der Physik verhält, mit den neueren empirischen Arbeiten, so ist eine Neueinschätzung der Fortschritte in der Medizin durch die Gesundheitsökonomien festzustellen. Es wäre sicher übertrieben, von einer wissenschaftlichen Revolution im Sinne von Thomas Kuhn (1970) zu sprechen, aber eine deutliche Akzentverschiebung ist es allemal.

Literaturverzeichnis

- Ashenfelter, O. und M. Greenstone (2004), Using Mandatory Speed Limits to Measure the Value of a Statistical Life, *Journal of Political Economy* 112, S227–S267, Part 2.
- Arthur, W.B. (1981), The Economics of Risks to Life, *American Economic Review* 71, 54–64.
- AWMF online (1999), Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, Deutsche Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin, Deutsche Gesellschaft für Perinatale Medizin und Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin, Frühgeburt an der Grenze der Lebensfähigkeit des Kindes, Leitlinie Nr. 024/019 von 1999, www.awmf.de.
- Bakhai, A. u.a. (2003), Cost-Effectiveness of Coronary Stenting and Abciximab for Patients with Acute Myocardial Infarction. Results from the CADILLAC Trial, *Circulation* 108, 2857–2863.

20. Für eine Schätzung der künftigen Entwicklung der Pflegekosten in Deutschland vgl. Schulz u. a. (2004).

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

- Baker, J.P. (1996), *The Machine in the Nursery: Incubator Technology and the Origins of Newborn Intensive Care*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Baumol, W.J. (1967), Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis, *American Economic Review* 57, 415–426.
- Berger, T.M., V. Büttiker, J.-C. Fauchère, W. Holzgreve, Ch. Kind, R. Largo, A. Moessinger und R. Zimmermann (2002), Empfehlungen zur Betreuung von Frühgeborenen an der Grenze der Lebensfähigkeit (Gestationsalter 22–26 SSW), *Schweizerische Ärztezeitung* 83, 171–176 oder www.neonet.ch.
- Breyer, F. und S. Felder (2005), Life Expectancy and Health Care Expenditures in the 21st Century: A New Calculation for Germany Using the Costs of Dying, *Health Policy* (forthcoming).
- Breyer, F. und V. Ulrich (2000), Gesundheitsausgaben, Alter und medizinischer Fortschritt: Eine Regressionsanalyse, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 220, 1–17.
- Busse, R., C. Krauth und F.W. Schwartz (2002), Use of Acute Hospital Beds Does not Increase as the Population Ages: Results for a Seven Year Cohort Study in Germany, *Journal of Epidemiology and Community Health* 56, 289–293.
- Clemente, J., C. Marcuello, A. Montañés und F. Pueyo (2004), On the International Stability of Health Care Expenditure Functions: Are Government and Private Functions Similar?, *Journal of Health Economics* 23, 589–613.
- Costa D.L. und M.E. Kahn (2004), Changes in the Value of Life, 1940–1980, *Journal of Risk and Uncertainty* 29, 159–180.
- Cutler, D.M. und M. McClellan (2001), Is Technological Change in Medicine Worth It?, *Health Affairs* 20, 11–29.
- Cutler, D.M. und E. Meara (2000), The Technology of Birth: Is it Worth It?, in: A. Garber (Hrsg.), *Frontiers in Health Policy Research*. Vol. 3. Cambridge University Press, 33–67.
- Felder S. (2006), The Longevity Gender Gap: Explaining the Difference between Singles and Couples, *Journal of Population Economics* (forthcoming).
- Felder S. und F.P. Meyer (2002), Glykoprotein-IIb/IIIa-Rezeptor-Antagonisten in der Therapie von akuten Koronarsyndromen, *Internistische Praxis* 42, 837–848.
- Felder S., M. Meier und H. Schmitt (2000), Health Care Expenditure in the Last Months of Life, *Journal of Health Economics* 19, 679–695.
- Friedman, M. (1992), *Input and Output in Medical Care*, Stanford, California, Hoover Institution, Stanford University.
- Getzen, T. (2000), Health Care is an Individual Necessity and a National Luxury: Applying Multilevel Decision Models to the Analysis of Health Care Expenditure, *Journal of Health Economics* 19, 259–270.
- Hall, R.E. und C.I. Jones (2005), *The Value and the Rise in Health Spending*, mimeo, Department of Economics, U.C. Berkeley, August 24, 2005 – Version 3.0, <http://www.elsa.berkeley.edu/~chad/>.
- Krämer, W. (1996), Hippokrates und Sisyphus. Die moderne Medizin als Opfer ihres eigenen Erfolgs, in: W. Kirch und H. Kliemt (Hrsg.), *Rationierung im Gesundheitswesen*. Regensburg.
- Kuhn, T. (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*. 2nd ed. University of Chicago Press, Chicago.
- Leung M.C.M., J. Zhang und J. Zhang (2004), An Economic Analysis of Life Expectancy by Gender with Application to the United States, *Journal of Health Economics* 23, 737–759.

Stefan Felder

- Lubitz J.B. und G.F. Riley (1993), Trends in Medicare Payments in the Last Year of Life, *New England Journal of Medicine* 328, 1092–1096.
- Lubitz J.D., J. Beebe, und C. Baker (1995), Longevity and Medicare Expenditures, *The New England Journal of Medicine* 332, 999–1003.
- Meads C., C. Cummins, K. Jolly, A. Stevens, A. Burls und C. Hyde (2000), Coronary Artery Stents in the Treatment of Ischaemic Heart Disease: A Rapid and Systematic Review, *Health Technology Assessment* 4, No. 23.
- Meltzer, D. (1997), Accounting for Future Costs in Medical Cost-Effectiveness Analysis, *Journal of Health Economics* 16, 33–64.
- Murphy, K.M. und R.H. Topel (2005), The Value of Health and Longevity, NBER Working Paper Series No. 11405.
- Newhouse, J.P. (1992), Medical Care Costs: How Much Welfare Loss? *Journal of Economic Perspectives* 6, 3–21.
- OECD (2005), *OECD Health Data*, OECD, Paris.
- Österreichische Gesellschaft für Kinder- und Jugendheilkunde (2005), *Erstversorgung von Frühgeborenen an der Grenze der Lebensfähigkeit*, www.docs4you.at.
- Rosen, S. (1988), The Value of Changes in Life Expectancy, *Journal of Risk and Uncertainty* 1, 285–304.
- Schmoller, G. (1883), Eröffnungsrede, in: *Verhandlungen der Eisenacher Versammlung zur Besprechung der sozialen Frage am 6. und 7. Oktober 1872 – stenographische Niederschrift von Heinrich Roller*. Duncker und Humblot, Leipzig.
- Schulz, E., R. Leidl und H.H. König (2004), The Impact of Ageing on Hospital Care and Long-term Care – the Example of Germany, *Health Policy* 67, 57–74.
- Seshamani M. und A.M. Gray (2004), Ageing and Health Care Expenditure: The Red Herring Argument Revisited, *Health Economics* 13, 303–314.
- Spillman, B.C. und J. Lubitz (2000), The Effect of Longevity on Spending for Acute and Long-Term Care, *New England Journal of Medicine* 342, 1409–1415.
- Stearns S.C. und E.C. Norton (2004), Time to Include Time to Death? The Future of Health Care Expenditure Predictions, *Health Economics* 13, 315–327.
- Viscusi, W.K. und J.E. Aldy (2003), The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates throughout the World, *Journal of Risk and Uncertainty* 27, 5–76.
- Werblow, A., S. Felder und P. Zweifel (2005), Population Ageing and Health Care Expenditure: A School of 'Red Herring's?', FEMM Discussion Paper 11/05, July 2005.
- WHO online, *WHO Mortality Database*, www.who.int (22. August 2005).
- Wood N.S., N. Marlow, K. Costeloe, A.T. Gibson und A.R. Wilkenson (2000), Neurologic and Developmental Disability after Extremely Preterm Birth, EPICure Study Group, *New England Journal of Medicine* 343, 378–384.
- Zweifel, P., S. Felder und A. Werblow (2004), Population Ageing and Health Care Expenditure: New Evidence on the 'Red Herring', *Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice*, Special Issue on Health Insurance 29, 653–667.
- Zweifel, P., S. Felder und M. Meier (1999), Ageing of Population and Health Care Expenditure: a Red Herring?, *Health Economics* 8, 485–496.

Abstract: *Over the past 50 years Germans have spent a rising share of their income on health and enjoyed substantially longer lives as a result. The rising health share can be explained by a standard economic model: As people get richer they purchase additional years of life and less additional consumption, provided*

Lebenserwartung, medizinischer Fortschritt und Gesundheitsausgaben

that satiation occurs more rapidly in non-health consumption. The gains in life years increasingly occur late in the lifespan. As a result the incremental cost-benefit ratio of health care deteriorates: marginal costs increase as the marginal productivity of medical inputs decreases in old age while marginal benefits decrease due to a rising hazard rate. On average, medical progress is worth it. Future income growth will further increase the health share, while population ageing will only marginally affect health care expenditures.