

**Lernen und Lebensstilwandel
in Transformationsökonomien**

Paul Marschall

Diskussionspapier 07/01

September 2001

ISSN 1437-6989

Adresse:

Dipl.-Vw. Paul Marschall

Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

Lehrstuhl für Allgemeine Volkswirtschaftslehre, insb. Finanzwissenschaft

Postfach

17487 Greifswald

Telefon: 03834-86 24 22

Telefax: 03834-86 24 65

E-Mail: marschal@mail.uni-greifswald.de

Für hilfreiche Kommentare und Kritik danke ich an dieser Stelle Michael Koch, Udo Schneider und Volker Ulrich.

Abstract

Learning and Change of Lifestyle in Transition Economies

This paper discusses consequences of changing economic conditions and job characteristics for individual behaviour by means of addiction. The central assumption is that unwanted high consumption of health damaging goods leads to an income loss. If an individual has decided on his consumption path in an absolut rational manner before economic conditions changed, it is possible that he is on a suboptimal high consumption path ex post. If the critical value scatters dynamically around mean, which the individual does not know, a rational person is able to generate an adjustment process which brings him back to the optimal consumption path.

JEL-Classification: I12, D91

Keywords: Lebensstil, gesundheitsrelevantes Verhalten, Rationale Sucht, Transformation

1. Einführung

Rational-Addiction-Modelle gehen davon aus, daß beobachtbares gesundheitsschädliches Verhalten auf rationalen Entscheidungen beruhen kann. In dieser Hinsicht haben sich Menschen auf Grundlage ihrer verfügbaren Informationen unter Berücksichtigung sämtlicher, vor allem intertemporal relevanter Nutzen- und Kostenaspekte für den Konsum gesundheitsschädlicher Güter entschieden. Gemäß dieser Theorie müssen jedoch nicht alle Konsumenten gesundheitsschädlicher Güter, deren Nachfrage mit Sucht gekennzeichnet werden kann, 'happy addicts' sein.¹ Temporäre Schocks, wie sie etwa durch Arbeitslosigkeit und Streß hervorgerufen werden, können zu einer Zunahme im Konsumniveau führen, die letztlich in einem suboptimal hohen Verbrauch mündet.

Rational-Addiction-Modelle in der Tradition von Becker und Murphy (1988) bieten wenig Spielraum für die Reduktion eines durch den Akteur als suboptimal hoch eingeschätzten Konsumniveaus. Generell wird angenommen, daß ein 'unhappy addict' weitgehend nur die Möglichkeit des Totalausstiegs hat (vgl. Skog 1999, S. 194). Eine schrittweise Reduktion des Konsumniveaus im Rahmen von Modellen rationaler Sucht bietet das Modell von Suranovic u. a. (1999). Orphanides und Zervos (1995) generieren individuelle Verminderungen im Konsumniveau aufgrund zusätzlicher Informationen hinsichtlich tatsächlich eintretender gesundheitlicher Beeinträchtigungen.

Die Idee, auf der die vorliegende Arbeit beruht, basiert auf zwei Überlegungen: Einerseits in der Modellierung von Konsumreduktionen bei gesundheitsschädlichen Gütern mit Suchtcharakter unter Verwendung des Konzepts der Anpassungskosten, andererseits in dessen Anwendung auf den Fall einer Transformationsökonomie.

1. Die einschlägige Literatur geht davon aus, daß Menschen bei einer Entscheidung hinsichtlich des Konsums typischer, potentiell gesundheitsschädigender Güter, die darüber hinaus auch noch Suchtattribute aufweisen, den wahrgenommenen unmittelbaren Nutzen in Beziehung setzen zu möglicherweise zeitverzögernd anfallenden negativen Nutzenströmen. Der unmittelbare Nutzen kann dabei weitgehend im Sinne einer Steigerung des unmittelbaren Wohlbefindens interpretiert werden. Dazu zählen etwa der mit dem Konsum in Verbindung stehende Statusgewinn innerhalb einer Peer-Group oder ähnlichen Wirkungen. Negativer Nutzen entsteht durch die Verschlechterung des Gesundheitszustands sowie durch eine möglicherweise Absenkung der Lebenserwartung. Aufgrund des Suchtcharakters der betreffenden Güter

¹ Der Ausdruck 'happy addicts' zielt auf den Fall ab, in dem Süchtige zufrieden mit Art und Umfang ihrer Nachfrage nach dem potentiell suchtgenerierenden Gut sind.

werden in der Literatur darüber hinaus Entzugskosten unterstellt, welche die zugrundeliegende Problematik der erschwerten Verminderung des Konsumniveaus reflektieren.

Zwar läßt sich der unmittelbare Nutzen problemlos als Nettonutzen interpretieren, welcher in der Gegenwart zusätzlich auftretende (Opportunitäts-)Kosten des Verbrauchs berücksichtigt, dennoch fehlt es bislang an einer expliziten Berücksichtigung einer Komponente, die ausdrückt, welche Beziehungen zwischen dem gegenwärtigen individuellen Konsumniveau und dessen Konsequenzen für den Akteur im Rahmen ökonomischer Marktprozesse, in die das Individuum einbezogen ist, bestehen. Während der Konsum von Suchtgütern von der Gesellschaft (oder 'Umwelt') bis zu einer bestimmten kritischen Grenze toleriert wird, wird höherer Konsum negativ bewertet. Dies kann beispielsweise dazu führen, daß Individuen, die sich nicht adäquat den gesellschaftlichen Normen anpassen, nicht den Arbeitsplatz finden, der ihren Fähigkeiten und Fertigkeiten angemessen wäre. Kennt der Akteur den entsprechenden Schwellenwert nicht, so muß er darüber Informationen sammeln, was wiederum einen Lernprozeß generieren kann. Im Kontext der Attribute von Suchtgütern sind Anpassungsprozesse modellierbar, die zu Konsumreduktionen führen können, welche nicht notwendigerweise die Folge antizipierter künftiger Gesundheitsschädigungen darstellen.

2. Es kann angenommen werden, daß sich Menschen, die in rationaler Hinsicht *vor* einer wirtschaftlichen Transformation ihren optimalen, vollkommen rationalen Konsumpfad unter Berücksichtigung sämtlicher Kosten- und Nutzenaspekte bei gegebener Informationslage ermittelt haben, *nach* der ökonomischen Wende auf einem suboptimalen Pfad bewegen können, da sie *ex ante* nicht in der Lage waren, den Schwellenwert, der sich nach der ökonomischen Transformation einstellt (*ex post*-Schwellenwert), in ihr Optimierungskalkül einzubeziehen. Während ein Anstieg der kritischen Grenze als unproblematisch anzusehen ist, kann eine Absenkung der relevanten Größe zu verschiedenen Reaktionen führen. Dieser Aspekt ist zentraler Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Die unmittelbare Anpassung des Nachfrageverhalten aufgrund der antizipierten Informationen und des damit verbundenen Lernprozesses werden durch die latenten Suchtattribute erschwert.

Die weiteren Teile der Arbeit behandeln folgendermaßen die skizzierte Problematik: Abschnitt zwei liefert einen kurzen Überblick über allgemeine Trends bezüglich gesundheitsrelevanter Verhaltensweisen, die im folgenden mit dem Begriff Lebensstil gleichgesetzt werden, im Bereich suchtgenerierender Substanzen in Ostdeutschland seit dem Zusammenbruch der ehemaligen DDR. Zwar stieg während des letzten Jahrzehnts der Konsum illegaler Drogen und Tabakwaren an, doch ist andererseits seit Mitte der 90er Jahre in einigen Bevölkerungsgruppen eine

deutliche Reduktion im Alkoholkonsum zu verzeichnen. Darüber hinaus läßt sich für Ostdeutsche eine merkliche Zunahme der mittleren und fernerer Lebenserwartung feststellen. Die positiven Entwicklungen beruhen sicherlich auf mehreren von Gründen, wobei ökonomische Anreizmechanismen vermutlich eine wichtige Rolle gespielt haben. Der anschließende theoretische Teil der Arbeit versucht die Anreizwirkung innerhalb eines Rational-Addiction-Rahmens zu implementieren. Der dritte Abschnitt stellt das Grundmodell der Arbeit vor, welches sich am Modellrahmen von Suranovic u. a. (1999) anlehnt. Es verdeutlicht einerseits den Trade-off zwischen unmittelbarem Nutzen und den im wesentlichen zeitverzögert eintretenden Kosten beim Konsum gesundheitsschädiger Substanzen. Der anschließende vierte Teil der Arbeit erweitert den Modellrahmen und untersucht die Konsequenzen veränderter wirtschaftlicher Bedingungen für den Lebensstilkonsum, deren Bedeutung im folgenden Teil der Arbeit näher erörtert werden. Von besonderem Interesse ist dabei der Fall, in dem der Verbrauch gesundheitsschädlicher Güter den kritischen Schwellenwert für Sanktionsmaßnahmen übersteigt. Mehrere Szenarien werden untersucht und die Schwierigkeit dargestellt, welche stringenten Voraussetzungen zu erfüllen sind, damit der Akteur seinen Konsumpfad reoptimiert. Die Arbeit schließt mit Überlegungen zu Erweiterungen des Modells (Abschnitt 5), einer Zusammenfassung und einem Ausblick (Abschnitt 6).

2. Veränderung gesundheitsrelevanter Eckwerte in Ostdeutschland

Seit einigen Jahren hat sich innerhalb der Gesundheitswissenschaften die Meinung durchgesetzt, daß gesundheitsrelevante Verhaltensweisen für das Ergebnis der Gesundheitsproduktion eine bedeutendere Rolle spielen als medizinische Leistungen (vgl. Grossman 1993, S. 91).

Bei einer Analyse der Verbindungen zwischen individuellem Lebensstil und Gesundheit müssen zwei Ebenen untersucht werden:

1. die Prävalenz von gesundheitsrelevantem Verhalten per se sowie
2. die Inzidenz von Krankheiten, die mit dem jeweiligen Lebensstil in Zusammenhang gebracht werden können werden.

Im Bereich der Prävalenz gesundheitsschädigender Verhaltensweisen kann nicht eindeutig festgestellt werden, ob sich allgemein das Verhalten der Ostdeutschen in den Jahren seit der Wende gebessert hat oder nicht. Die einzelnen Lebensstile haben sich vielmehr nach Maßgabe sozioökonomischer Kriterien ausdifferenziert und sich dabei gegenüber der Wende verändert.

So stieg der Konsum illegaler Drogen in Ostdeutschland unter Jugendlichen im Alter von 12 bis 25 Jahren wesentlich an. Das liegt im wesentlichen daran, daß illegale Drogen in der ehemaligen DDR quasi nicht erhältlich waren. Die beobachtbare Nachfrage beschränkt sich dabei weitgehend auf Probierverhalten (vgl. BMG 2000a, S. 24 – 29; BMG 2000b, S. 33).

Im Hinblick auf den Alkoholkonsum ist festzuhalten, daß sich dieser während der vergangenen Jahre trendförmig reduziert hat. Dennoch weisen bestimmte Personengruppen, insbesondere ostdeutsche Männer im Alter zwischen 25 und 55 Jahre, weisen immer noch ein sehr hohes Konsumniveau auf. Diese erreichen im Durchschnitt ein Niveau von mehr als 20 Gramm reinen Alkohol pro Tag. Nach aktuellen Schätzwerten gilt ein Niveau oberhalb dieses Wertes als gesundheitlich bedenklich. Analog zum gesamtdeutschen Trend verringerte sich der Anteil der 12- bis 25jährigen Jugendlichen, die regelmäßig, d. h. mindestens einmal pro Woche alkoholische Getränke konsumieren. Während der Bierkonsum unter den 18- bis 39jährigen zwischen 1990 und 1995 recht stabil war, zeichnet sich seit 1995 eine Verschiebung zu seltenerem Bierkonsum ab. Die Werte hinsichtlich des Weinkonsums oszillieren in der gleichen Altersgruppe zwar stark, dennoch kann auch hierbei in den letzten Jahren festgestellt werden, daß sich das durchschnittliche Niveau abgesenkt hat. Hinsichtlich der gerade für Ostdeutschland interessanten Entwicklung beim Spirituosenkonsum liegen leider keine vergleichbaren Daten im Zeitablauf vor (vgl. BMG 2000b, S. 34 f.; Mensink u.a 1999, S. S03).

Zwar hat in der ersten Dekade nach der deutschen Wiedervereinigung beim Rauchverhalten analog zum Alkoholkonsum eine Annäherung beider Teile Deutschlands stattgefunden, doch implizierte dies für die neuen Länder in diesem Fall eine Verschlechterung. Der Raucheranteil bei den Frauen stieg im Osten um mehr als 40 % auf Westniveau, im Westen wuchs der Anteil dagegen nur geringfügig (2 %). Die mittlere Zigarettenzahl je Raucher strebte bei Männern und Frauen durch steigende Werte in den neuen Ländern und sinkende in den alten aufeinander zu. Lediglich beim Raucheranteil der Männer entfernten sich die früher fast auf gleicher Höhe liegenden beiden Teile Deutschlands voneinander – in den neuen Ländern ist das Niveau gleich geblieben, während es im Westen um 7 % sank (vgl. Junge und Nagel 1999).

Die Beziehung zwischen gesundheitsrelevantem Verhalten und Gesundheit per se ist nicht deterministisch. Potentiell schädigendes Verhalten muß sich nicht zwangsweise in einer Beeinträchtigung der Gesundheit niederschlagen. Dennoch korreliert die Prävalenz von Lebensstil einerseits mit spezifischen Krankheitsmustern sowie andererseits mit der individuellen Lebenserwartung. Die individuellen Implikationen müssen sich jedoch nicht notwendigerweise in aggre

gierten Daten widerspiegeln. Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Lebensstil und Gesundheit muß vor allem berücksichtigt werden, daß gesundheitsrelevantes Verhalten in der Regel nur mit erheblicher zeitlicher Verzögerung Auswirkungen auf den Gesundheitsstatus besitzt. Ein weiteres Analyseproblem entsteht dadurch, daß Gesundheit kein eindimensionaler Begriff ist und lediglich über Indikatoren als Proxy erfaßt werden kann. Soll empirisch eruiert werden, ob sich etwa die Verminderung gesundheitsschädigenden Verhaltens seit der Wende in Ostdeutschland entsprechend auf der gesundheitlichen Outputebene niedergeschlagen hat, muß eine direkte Kausalität zwischen dem individuellen Verhalten seit dem Beginn der Transformation und dem Auftreten von lebensstilbezogenen Krankheiten ermittelt werden. Derzeit liegen leider keine Studien vor, welche auf die Entwicklung der Krankheitsbilder im Zeitablauf in Ostdeutschland fokussieren, die in Verbindung zu individuellem gesundheitsschädigendem Verhalten gebracht werden können.

Neben der Prävalenz von lebensstilinduzierten Krankheiten kann die Entwicklung der Lebenserwartung im Zeitablauf als Indikator für das gesundheitsrelevante Verhalten angesehen werden. So hat sich die mittlere und fernere Lebenserwartung in Ostdeutschland von 1990 bis 1996/98 erheblich erhöht und dabei den westdeutschen Werten angenähert. Die mittlere Lebenserwartung, die als wichtiger Indikator der allgemeinen Lebensverhältnisse angesehen wird, veränderte sich für Neugeborene in diesem Zeitraum in Ostdeutschland (Westdeutschland) für Frauen von 76,2 auf 79,45 (79,0 auf 80,46) Jahre sowie für Männer von 69,2 auf 72,41 (72,7 auf 74,42) Jahre. Auch bei der ferneren Lebenserwartung der 60-jährigen ist eine Annäherung an das Westniveau beobachtbar: Sie betrug bei Frauen 1990 im Osten (Westen) 20,0 (22,2), 1996/98 22,4 (23,2) sowie bei Männern 1990 im Osten (Westen) 16,1 (17,8), 1996/98 17,9 (18,9) (vgl. BMG 2000b, S. 48f.). Diese Entwicklung kann, aber muß nicht die Folge rückläufiger gesundheitsschädlicher Verhaltensweisen sein. Verbesserte medizinische Leistungen wie auch allgemeine Umweltbedingungen können zur Steigerung der Lebenserwartung beigetragen haben. Eine dezidierte Analyse liegt auch in diesem Fall bislang nicht vor.

Die unterschiedlichen Veränderungen des gesundheitsrelevanten Verhaltens der Ostdeutschen können dahingehend interpretiert werden, daß im Laufe der letzten Jahre mindestens zwei Entwicklungstendenzen gleichzeitig abliefen: Erstens können sicherlich Anpassungsprozesse im Kontext der wirtschaftlichen Transformation und individuelle Anreize eine Rolle gespielt haben. Zweitens kann aber auch davon ausgegangen werden, daß sich innerhalb einzelner Bevölkerungsgruppen, insbesondere Peer-Groups, eine Dynamik generiert hat, die dazu führte, daß sich

bestimmte Konsummuster als erstrebenswert herausgebildet haben und von zahlreichen Individuen übernommen wurde. Die folgenden Abschnitte widmen sich dem ersten Aspekt. Ob und inwieweit der zweite Aspekt vom ersten separiert werden kann, bleibt weiteren Forschungsarbeiten überlassen.

3. Grundmodell

Gesundheitsrelevantes Verhalten muß nicht notwendigerweise mit Sucht einhergehen. Für viele gesundheitlich schädlichen Konsumgüter² sind potentiell suchtgenerierende Aspekte nachgewiesen worden. Umgekehrt gibt es eine Reihe von Suchtgütern, deren Nachfrage nicht zwingend gesundheitsrelevante Folgen haben muß (vgl. dazu Elster und Skog 1999, S. 4). Das im folgenden skizzierte Modell orientiert sich an der Rational-Addiction-Literatur zu Anpassungskosten (vgl. etwa Contoyannis und Jones (1999); Suranovic u. a. (1999)) und setzt dabei Optimal-Control-Techniken ein. Eine zentrale Grundannahme bildet in dieser Arbeit die vollkommene Voraussicht des Akteurs hinsichtlich der gesundheitlichen Folgen gegenwärtigen Handelns, die in der Literatur zu rationaler Sucht und Anpassungskosten nicht unumstritten ist. So weisen Jones (1999, S. 132) und Suranovic u. a. (1999) darauf hin, daß selbst für einen rationalen Akteur die Lösung eines intertemporalen Optimierungsproblems unter Berücksichtigung von Anpassungskosten und dessen Implikationen eine höchst schwierige Aufgabe darstellt, die nahezu übermenschliche Eigenschaften erforderlich machen. Aus diesem Grund beschränken sich Suranovic u. a. auch auf den stationären Fall, in welchem der Akteur über einen unmittelbaren Ausstieg und somit nicht über Konsumreduktionen in ferner Zukunft entscheiden muß.

Zur Modellierung der spezifischen Eigenschaften von Lebensstil wird angenommen, daß sich die Nutzenfunktion des Akteurs aus mehreren Komponenten zusammensetzt. Essentielle Faktoren bilden die Spezifizierung des unmittelbaren Nutzens und der Anpassungskosten.

Der *unmittelbare* Nutzen U bildet einerseits nutzenstiftende Implikationen des Konsums von Lebensstil a wie Entspannung, Euphorie oder Statusgewinn innerhalb einer Peer-Group ab, d. h. Eigenschaften, die ohne Zeitverzögerung anfallen. Andererseits steigt U mit einer abnehmenden Rate bei zunehmendem Verbrauch des gewöhnlichen Konsumgutes x in der Gegenwart:

² Im Rahmen dieser Arbeit wird davon abstrahiert, daß einige gesundheitsrelevante Verhaltensweisen der epidemiologischen Literatur zufolge hinsichtlich Konsumumfang, Alter und Geschlecht unterschiedliche Vorzeichen

$$(1) \quad U(t) = U\{a(t), x(t)\}$$

$$\frac{\partial U}{\partial a} \geq 0; \quad \frac{\partial^2 U}{\partial a^2} \leq 0 \quad \forall a \geq 0$$

$$\frac{\partial U}{\partial x} > 0; \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} < 0 \quad \forall x \geq 0,$$

wobei die Kreuzableitungen zunächst unbestimmt bleiben. Die allgemeine Formulierung schließt den Fall der Abstinenz mit ein. Dies impliziert, daß mit zunehmendem Konsum von Lebensstil der unmittelbare Nutzen nicht ansteigen muß. Adäquat bedeutet dies, daß die zweite Ableitung nach dem gesundheitsschädigenden Konsum nicht notwendigerweise kleiner als null sein muß.

Konsuminduzierte schädliche Wirkungen von Lebensstil führen zum Aufbau eines Kapitalstocks, der generell doppelte Bedeutung besitzen kann: Einerseits als güterspezifischer Gewohnheits- oder Suchtkapitalstock im Sinne von Becker und Murphy (1988), andererseits als Schädigungskapitalstock $A(t)$. Die Dynamik läßt sich folgendermaßen darstellen:

$$(2) \quad \dot{A} = a(t) - \delta A(t),$$

wobei δ mit $0 < \delta < 1$ die im Zeitablauf konstante, unmittelbare Regenerierungsrate des Kapitalstocks³ darstellt. Das Niveau des Bestandes zu einem bestimmten Zeitpunkt t erhält man, indem (2) über die Zeit integriert wird:

$$(3) \quad A(t) = A_0 e^{-\delta t} + \int_{\tau=0}^t a(\tau) e^{-\delta(t-\tau)} d\tau,$$

wobei A_0 im allgemeinen Fall den Anfangswert des Kapitalstocks darstellt.⁴

Nach dem Konzept von Becker und Murphy bildet sich diese Bestandsgröße und deren Veränderung in einen *Gewohnheitskapitalstock* ab, der im Rahmen eines 'Learning-by-Doing'-Prozesses generiert wird. Aufgrund seiner funktionalen Beziehung bedingt er zwar monetäre künftige Verluste und Nutzeneinbußen, eine gerade aus gesundheitsökonomischer Perspektive interessante Verbindung zur eigenen Gesundheit des Akteurs und deren latenten Schädigung durch gegenwärtigen Konsum wird dabei jedoch nicht explizit deutlich gemacht. Deshalb bedient sich die vorliegende Arbeit eines anderen Konzepts: $A(t)$ wird hierbei als *Schädigungskapital* interpretiert.⁵ Der akkumulierte Kapitalstock wird zwar mit der konstanten Rate δ mit $0 < \delta < 1$ abge

bezüglich ihrer Wirkung auf die Gesundheit haben können. Ein häufig diskutierter Fall bildet etwa der (inverse) u-förmige Zusammenhang zwischen Alkoholkonsum und Gesundheit (vgl. dazu exemplarisch Baum-Baicker 1985).

³ Konzeptionell entspricht die Regenerierungsrate der Abschreibungsrate in den herkömmlichen Modellen der Kapitalakkumulation.

⁴ Das ursprüngliche Schädigungskapital muß nicht notwendigerweise Null sein. Denkbar ist beispielsweise auch eine latente Schädigung zum Zeitpunkt der Geburt.

⁵ Das zugrundeliegende Modell von Suranovic u. a. (1999) berücksichtigt keine Abschreibungen, die jedoch im Fall des gelungenen Ausstiegs (bei Ex-Trinkern und -Rauchern) zu Erholung und statistisch gesehen zu einem erneuten

baut, gleichzeitig nimmt er aber um den Umfang des gegenwärtigen Konsums zu. Das somit angehäufte Schädigungskapital führt nur bedingt zu einer Beeinträchtigung des unmittelbaren Nutzens⁶, indem dessen Zunahme den Todeszeitpunkt näher an die Gegenwart heranrückt. Seine vorrangige Bedeutung liegt in der Reduktion des Gesundheitskapitals GK , wobei angenommen wird, daß der Akteur zum Zeitpunkt seiner Geburt über eine Grundausstattung GK_0 verfügt, die durch gesundheitsschädigendes Verhalten abgebaut wird:

$$(4) \quad GK(t) = GK_0 - A(t)$$

Die zugrundeliegende Intuition des Gesundheitskapitals basiert auf dem Modell der Gesundheitsproduktion von Grossman (1972a, b). Im vorliegenden Fall wird jedoch von der Möglichkeit abstrahiert, daß mittels Investitionen in die Gesundheit dem Abbau von Gesundheitskapital entgegengewirkt werden kann. Nach der Interpretation des Grossman-Modells von Muurinen (1982) kann das Schädigungskapital $A(t)$ im vorliegenden Modell mit der Abschreibung im Modell der Gesundheitsproduktion gleichgesetzt werden⁷. Während generell unterstellt wird, daß ein Individuum nur ein bestimmtes Lebensalter T^{\max} erreichen kann, das sich etwa aus der statistischen bedingten Lebenserwartung ergibt, kann gesundheitsrelevanter Konsum zu (künftigen) Verlusten an Lebensjahren führen. Dabei müssen, wie in (5) dargestellt, drei Fälle separiert werden:

$$(5) \quad T = \begin{cases} T^{\max} & \begin{cases} a(t) = 0 & \forall t \\ a(t) < a_k(t) & [\text{kritischer Konsumpfad}] \end{cases} & \begin{array}{l} \text{Fall 1} \\ \text{Fall 2} \end{array} \\ \hat{T}(GK(t), A(t)) & \text{für } a(t) \geq a_k(t) & \text{Fall 3} \end{cases}$$

Die Szenarien werden durch die folgende Abbildung 1 graphisch veranschaulicht. Dabei werden auf der Abszisse die Zeitdimension t , auf der Ordinate der Gesundheitskapitalstock GK , der Schädigungskapitalstock A sowie der gesundheitsrelevante Konsum a jeweils als Funktion der Zeit abgebildet. In Abbildung 1 (a) sind die beiden Fälle abgetragen, in welchen der Akteur das maximale Lebensalter T^{\max} realisiert. Weil er im Zeitablauf vollkommen abstinent lebt, somit einen Konsum von $a(t) = 0$ aufweist, wird im Fall 1 seine Erstausrüstung an Gesundheitskapital GK_0 nicht beansprucht. Da der Gesundheitskapitalstock zum Todeszeitpunkt GK^1 dessen Anfangswert GK_0 entspricht, bildet sein Zeitpfad eine Parallele zur Zeitachse. Gesundheitsschädlicher Konsum muß jedoch nicht notwendigerweise zu künftigen Verlusten an Lebensjahren füh

Anstieg der Lebenserwartung führen. Suranovic u. a. (1999) bilden den Suchteffekt, der bei Becker und Murphy durch das Suchtkapital dargestellt wird, mittels der Entzugskosten ab.

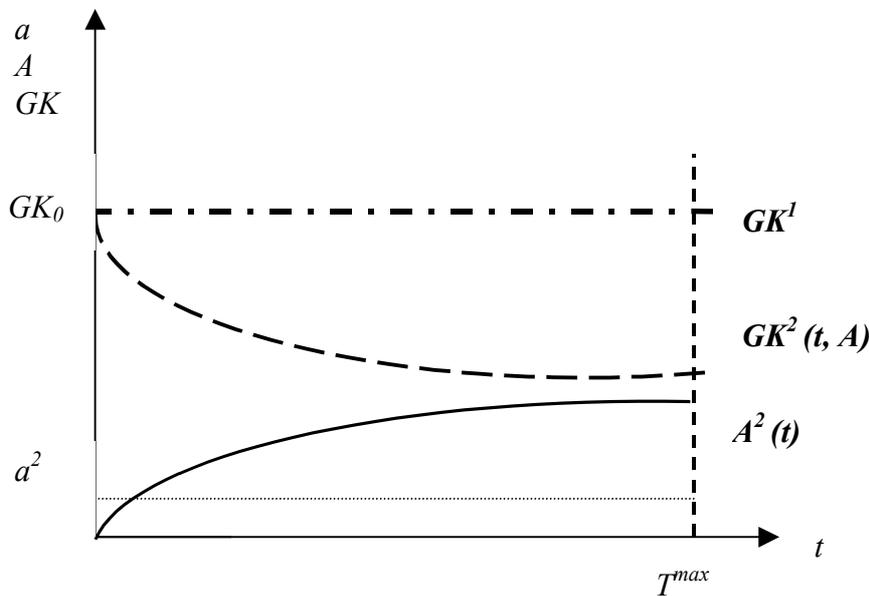
⁶ Im vorliegenden Modell werden somit Auswirkungen von Lebensstil auf die Moribidität ausgeklammert.

⁷ Als weitere Variablen, die in der Abschreibungsrate mit integriert sind und dabei die Nutzenintensität des Gesundheitskapitals bestimmen, werden häufig Familiengröße, Umwelt- sowie persönliche Belastungen angesehen.

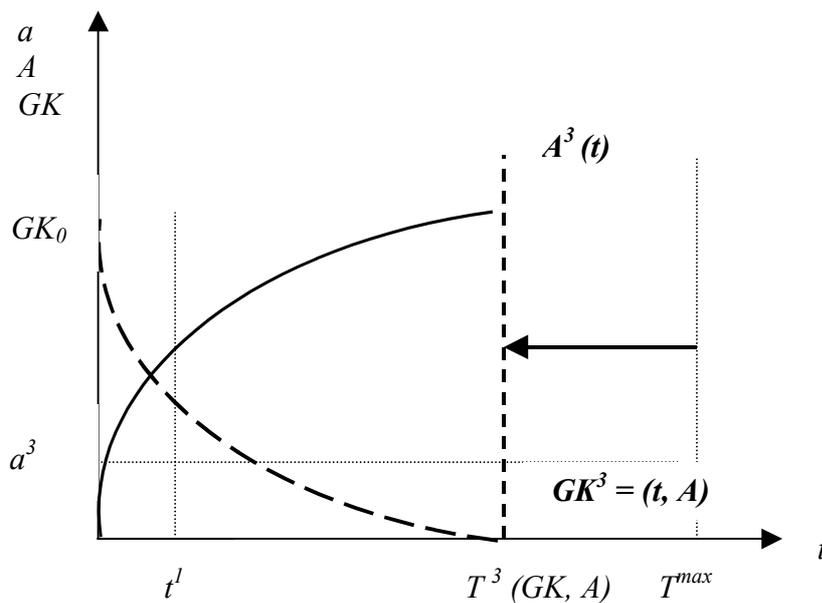
ren. So bildet Fall 2 das moderate gesundheitsschädliche Verhalten ab. Das in der Abbildung als konstant dargestellte Lebenszeitkonsumniveau a^2 führt zum permanenten Aufbau eines Schädigungskapitalstocks, einer konkaven Funktion $A(t)$, die zum Todeszeitpunkt den Wert $A^2(t)$ besitzt. Die stetige Akkumulation des Schädigungskapitals führt wiederum zum Abbau des Gesundheitskapitals, was durch den sinkenden Verlauf der GK^2 -Kurve veranschaulicht wird.

Abbildung 1: Endogene Ermittlung der Lebensdauer

(a) **Fall 1** $a(t) = 0$ für alle t **Fall 2:** $a(t) = \text{moderat}$



(b) **Fall 3:** $a(t) = \text{groß} \Rightarrow$ Lebenserwartung wird reduziert



Analog zum ursprünglichen Grossman-Modell gilt auch im vorliegenden Ansatz, daß der Todeszeitpunkt dann erreicht ist, wenn eine Mindesthöhe des Gesundheitskapitals unterschritten wird. Hierbei wurde der Einfachheit wegen angenommen, daß dies bei einem Bestand von $GK = 0$ erreicht ist. Übersteigt ein moderater Konsumpfad $a(t)$ nicht einen kritischen Konsumpfad $a_k(t)$, der in Gleichung (8) auf S. 12 näher bestimmt wird, so ist das gesundheitsschädliche Verhalten invariant bezüglich des Todeszeitpunktes. Wird $a_k(t)$ überschritten, so führt dies, wie im Fall 3 und in Abbildung 1 (b) durch $a^3(t)$ dargestellt, zu einer Endogenisierung des Todeszeitpunktes. Unter der Annahme, daß ein Todesfall aus anderen Gründen ausgeschlossen wird, läßt sich dieser durch die zeitliche Veränderung von Gesundheits- (GK^3) und Schädigungskapital (A^3) bestimmen. Analog zum Fall 2 besitzt das Schädigungskapital einen steigenden, das Gesundheitskapital einen sinkenden Verlauf, da das Gesundheitskapital jedoch bereits vor dem höchsten erreichbaren Lebensalter T^{\max} aufgebraucht ist, bedeutet dies, daß der Todeszeitpunkt T^3 bereits früher eintritt, somit in der Graphik nach links verschoben wird.⁸ T^{\max} stellt im Fall gesundheitsschädigenden Verhaltens die obere Grenze der möglichen Todeszeitpunkte \hat{T} dar, einer Menge, der auch T^3 angehört.

Da im Fall 3 zum Todeszeitpunkt das gesamte Gesundheitskapital aufgebraucht ist, gilt:

$$(4') \quad GK(\hat{T}) = GK_0 - A(\hat{T}) = 0,$$

kann unter Verwendung von (2) eine Differentialgleichung 1. Ordnung gebildet werden, aus der sich Bedingungen für den (endogenen) Todeszeitpunkt des Akteurs in \hat{T} , Gleichung (6), und den Umfang des Schädigungskapitalstocks zum Todeszeitpunkt \hat{T} , Gleichung (7), ermitteln lassen.

$$(6) \quad \hat{T} = \frac{1}{\delta} \ln \left[\left(A(\hat{T}) + \frac{a(t)}{\delta} \right) \left(\frac{\delta}{A_0 \delta + a(t)} \right) \right],$$

$$(7) \quad T = \hat{T} \Leftrightarrow A(\hat{T}) = e^{\delta \hat{T}} \left\{ \frac{A_0 \delta + a(t)}{\delta} \right\} - \left(\frac{a(t)}{\delta} \right) = GK_0.$$

Aus Gleichung (7) sind ferner die wesentlichen Einflußgrößen erkennbar, welche den Todeszeitpunkt determinieren. Von großer Bedeutung ist hierbei die originäre Ausstattung des Akteurs mit Gesundheitskapital GK_0 und die Regenerationsrate. Ferner läßt sich in Abhängigkeit der An

⁸ Analog dazu ist der symmetrische Fall gesundheitsförderlichen Verhaltens modellierbar, indem ein Akteur seine Lebensdauer durch körperliche Aktivität, wie Sport, steigert. Dieser Fall hätte eine Rechtsverschiebung des Todeszeitpunktes zur Folge. Ceteris paribus kann die bedingte Lebenserwartung T^{\max} als untere Grenze der Lebensdauer aufgefaßt werden.

fangswerte des Gesundheitskapitals (GK_0) sowie des Schädigungskapitals (A_0) der kritische Konsumpfad a_k folgendermaßen darstellen:

$$(8) \quad a_k(t) = \left(\frac{\delta}{e^{\delta \bar{t}} - 1} \right) (GK_0 - e^{\delta \bar{t}} A_0).$$

Wird ein höherer Konsumpfad gewählt, so führt dies zu einer Verminderung der Lebensdauer. Neben der Generierung von unmittelbaren Nutzen und der Berücksichtigung potentiell auftretender künftiger Verluste bildet das *Entstehen von Entzugskosten* das wesentliche Sucht- oder Gewohnheitsattribut des Modells. Das Modell abstrahiert von anderen Sucheigenschaften, die im Umfeld der Literatur zur rationalen Sucht diskutiert werden, wie etwa Gewöhnungs- und Verstärkungseffekte (vgl. dazu Jones 1999). Bemessungsgröße dieser zweiten Komponente der Nutzenfunktion bildet, wie in Gleichung (9) ersichtlich, die Veränderung des gesundheitsrelevanten Konsums \dot{a} . Die in Nutzeinheiten gemessenen Kosten schmälern den durch den unmittelbaren (Brutto-)Nutzen U .

$$(9) \quad C(t) = C(\dot{a})$$

mit
$$C = \begin{cases} 0 & \text{für } \dot{a} \geq 0 \\ > 0 & \text{für } \dot{a} < 0 \end{cases} \quad \text{und} \quad [C'(\cdot)]_{\dot{a} > 0} > 0,$$

Wie in (9) ersichtlich treten derartige Anpassungskosten nur bei Konsumreduktionen auf und steigen mit zunehmender Höhe des Entzugs an, wobei die zweite Ableitung im Rahmen des Grundmodells unspezifiziert bleibt. Das unterschiedliche Steigungsverhalten der Grenzkosten kann dabei auf zweierlei Art interpretiert werden: Erstens bleibt im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Art des gesundheitsschädlichen Verhaltens unspezifiziert. Insbesondere aus der epidemiologischen Literatur (vgl. exemplarisch Elster und Skog 1999) ist bekannt, daß objektiv betrachtet, Konsumverminderungen bei verschiedenen gesundheitsschädigenden, suchtgenerierenden Substanzen unterschiedlich schwer zu realisieren sind. Zweitens läßt sich der Grenzkostenverlauf nach Suranovic u. a. (1999) als subjektiver Suchtgrad interpretieren, wobei die Autoren steigende Grenzkosten mit schwacher Sucht, sinkende Grenzkosten mit starker Sucht gleichsetzen. Die Entzugskosten können nach diesen Interpretationen als Anpassungskosten aufgefaßt werden, die bei der Verminderung von Konsummengen unterhalb des etablierten (durchschnittlichen) Gewohnheitskonsums entstehen.⁹ Dieser wird im folgenden mit dem Konsum während des voran

⁹ Unter Verwendung des Suchtkapital-Konzepts bietet sich eine funktionale Beziehung zwischen dem Niveau des Kapitalstocks und den resultierenden Entzugskosten an. Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß ein zum Zeitpunkt t bestehender hoher Suchtkapitalstock nicht notwendigerweise einen zeitgleichen hohen Konsum abbildet. Er kann auch die Folgelast eines hohen Konsumniveaus in der Vergangenheit darstellen.

gegangenen Zeitabschnitts gleichgesetzt. Im Extremfall können sie durch Totalentzug resultieren. Sie steigen im Grundmodell mit zunehmender Konsumeinschränkung zum Gewohnheitskonsum annahmegemäß an. Erhöht sich jedoch das Konsumniveau, so entsteht dadurch kein nutzenminderndes Unbehagen.^{10, 11}

Aufgrund der bisherigen Überlegungen lassen sich die erwarteten konsuminduzierten künftigen Verluste L in Nutzeinheiten quantifizieren:

$$(10) \quad L\{a(t)\} = \int_{\hat{T}}^{T^{\max}} e^{-\rho t} \{U[a, x, t] - C[\dot{a}, t]_{i(t) < 0}\} dt,$$

wobei die abdiskontierten Kosten maßgeblich durch die Höhe der konstanten¹² subjektiven Zeitpräferenzrate $\rho > 0$, welche als Grenzrate der Substitution zwischen gegenwärtigem und künftigen Nutzen interpretiert werden kann, geprägt werden. Die verlorenen Lebensjahre $T^{\max} - \hat{T}$ (mit $0 \leq \hat{T} \leq T^{\max}$) besitzen per se keinen Nutzen.¹³ Sie fungieren lediglich als Referenzrahmen für den potentiellen inhärenten Konsum. Rationale Akteure werden dann auf die Option verzichten, die maximal realisierbare Lebensdauer zu erreichen, wenn der Nutzensgewinn in vorausgehenden Perioden diese zumindest kompensiert. Die durch unmittelbaren Nutzen und Anpassungskosten gebildete Nettofunktion stellt somit den abdiskontierten Nutzen alternativer Konsumpfade dar, auf die der Akteur aufgrund seiner Konsumentscheidung verzichtet.

Aus den Vorüberlegungen läßt sich das intertemporale Optimierungsproblem ableiten. Um gezielt die Implikationen von gesundheitsschädlichem Verhalten berücksichtigen zu können, wird die Nutzenfunktion (1) näher spezifiziert. Es wird hierbei direkt auf den Fall 3 der Abbildung 1 abgestellt, d.h. das akkumulierte Schädigungskapital induziert eine Verminderung der Lebenserwartung.

¹⁰ Jones (1999) diskutiert verschiedene funktionale Zusammenhänge zwischen Verbrauchsreduktion und den Anpassungskosten und deren formale Implikationen.

¹¹ In der Literatur werden zahlreiche unterschiedliche Anpassungskosten erörtert (fix, variabel: proportional, degressiv etc.). Je nachdem, wie die Kosten implementiert werden, führen diese zu unterschiedlichen Konsequenzen (vgl. Abschnitt 4.5). Die Literatur orientiert sich dabei vorwiegend an Modellen, bei denen die Anpassungskosten nicht von den faktischen Änderungen der Stromgröße, sondern als Anteil der Bestandsgrößen dargestellt werden.

¹² Dies impliziert für einen Akteur, der seinen Konsum über die Zeit hinweg alloziert, daß er seine Entscheidung niemals überdenken muß. Nähert er sich dem festgelegten Konsumzeitpunkt an, so wird sich an der getroffenen Entscheidung nichts ändern. Exponentielle Diskontierung ist - etwa im Unterschied zu ihrer hyperbolischen Ausprägung - zeitkonsistent, da der relative Wert des Konsums in zwei beliebigen Perioden konstant bleibt.

$$\begin{aligned}
(1') \quad & U(t) = U\{a(t), x(t), A(t)\} \\
(1'a) \quad & \frac{\partial U}{\partial a} > 0; \quad \frac{\partial^2 U}{\partial a^2} < 0 \quad \forall a > 0; \quad \left. \frac{\partial U}{\partial a} \right|_{a=0} = \infty, \\
(1'b) \quad & \frac{\partial U}{\partial x} > 0; \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} < 0 \quad \forall x > 0; \quad \left. \frac{\partial U}{\partial x} \right|_{x=0} = \infty, \\
(1'c) \quad & \frac{\partial U}{\partial A} \leq 0; \quad \frac{\partial^2 U}{\partial A^2} < 0 \quad \forall A > 0; \quad \left. \frac{\partial U}{\partial A} \right|_{A=0} = 0.
\end{aligned}$$

Aus [1' (a) und (b)] folgt, daß a und x (normale) Güter darstellen. Zwar werden im Unterschied zu zahlreichen anderen Modellen die Sucheigenschaften in der vorliegenden Arbeit nicht über den Kapitalstock A modelliert, dennoch ist der akkumulierte Kapitalstock nutzenrelevant, da eine Zunahme der latenten Schädigung den Todeszeitpunkt näherrückt. Im Einklang zur Standardliteratur zur 'Rationalen Sucht' kann der Kapitalstock auch hier als 'bad' interpretiert werden. Hinsichtlich der Kreuzableitungen wird angenommen:

$$(11 a) \quad U_{xa} \begin{cases} > \\ = \\ < \end{cases} 0;$$

$$(11 b) \quad U_{xA} = 0;$$

$$(11 c) \quad U_{aA} \leq 0.$$

Während die Kreuzableitung zwischen dem gewöhnlichen und dem gesundheitsschädlichen Gut in Annahme (11 a) unspezifiziert bleibt, bringt Annahme (11 b) zum Ausdruck, daß ein zunehmender Schädigungskapitalstock per se invariant hinsichtlich des Grenznutzens des gewöhnlichen Konsumgutes ist. Die dritte Annahme (11 c) bildet eine wichtige Implikation für das gesundheitsrelevante Verhalten des Akteurs: Eine Zunahme des Schädigungskapitals kann zu einem Absinken des Grenznutzens aus zusätzlichem gesundheitsschädlichem Konsum führen.

Die auf den Zeitpunkt $t = 0$ abdiskontierte intertemporale Nutzenfunktion lautet demnach:

$$(12) \quad W(0) = \int_{t=0}^{\bar{T}} e^{-\rho t} \{U[a(t), x(t), A(t)] - C[\dot{a}(t)]_{\dot{a}(t) < 0} \mathbf{d}t\},$$

wobei angenommen wird, daß der Nutzen über die Zeit hinweg in a , x und A trennbar, jedoch nicht in a und x allein separabel ist. Der Akteur besitzt eine intertemporale Budgetrestriktion gemäß

¹³ Ein alternatives Optimierungsproblem läßt sich ableiten, wenn davon ausgegangen wird, daß der Akteur bei Konsumverzicht bzw. bei Verminderung der gesundheitsschädlicher Lebensweise eine Belohnung in Form zusätzlicher Lebensjahre erhält (Terminal Reward-Problem).

$$(13) \quad \int_{t=0}^{\hat{T}} e^{-\rho t} [x(t) + p(t)a(t)] dt \leq \int_{t=0}^{\hat{T}} e^{-\rho t} Y(t) dt.$$

Das gewöhnliche Konsumgut fungiert als Numeraire-Gut, dessen Preis im Zeitablauf als konstant angenommen und deshalb auf Eins gesetzt wird. Der Preisindex des gesundheitsrelevanten Gutes, p , kann deshalb als Relativpreis interpretiert werden. Zur Finanzierung seiner Konsumausgaben steht dem Individuum das exogen vorgegebene Einkommen in Höhe von Y zur Verfügung.

Die Wertfunktion $V[\cdot]$, die sich als Lösung des folgenden Problems ergibt, lautet demnach:

$$(14) \quad V[A_0, p(t)] = \max_{a, x} \left\{ \int_{t=0}^{\hat{T}} e^{-\rho t} [U[a(t), x(t), A(t)] - C[\dot{a}(t)]_{\dot{a}(t) < 0}] dt - \lambda \int_{t=0}^{\hat{T}} e^{-\rho t} [x(t) + p(t)a(t) - Y(t)] dt \right\}.$$

Sie bildet den Wert der optimalen Lösung in Nutzeinheiten ab. Der Lagrange-Parameter λ der Budgetrestriktion mißt wie üblich den Schattenpreis des Einkommens.

Zur Überführung des dynamischen Optimierungsproblems in ein Steuerungsproblem sind zusätzliche Überlegungen zu den Anpassungskosten erforderlich:

Erstens können Veränderungen im Konsumniveau \dot{a} auf zweierlei Arten erfolgen: Einerseits im Rahmen eines stetigen Wachstums- oder Schrumpfungsprozesses, andererseits liegt jedoch eine besondere Eigenschaft von Lebensstilgütern darin, daß ihre Nachfrage über den Lebenszyklus hinweg nicht notwendigerweise stetig ist. Menschen beabsichtigen häufig, das während der Jugend entfaltete gesundheitsschädigende Konsumverhalten in späteren Jahren wieder zu reduzieren oder ganz abzubauen, um aufgrund der relativen Todesnähe und der Rückbildung des Schädigungskapitalstocks mittels Regenerierung zusätzliche Lebenszeit zu gewinnen. Analog dazu ist vice versa eine Erhöhung des Konsumniveaus im Zeitablauf modellierbar.¹⁴ Derartige Übergangsstellen im Konsumplan, die mit Verbrauchsverminderungen verbunden sind, führen im vorliegenden Fall zum Auftreten von Anpassungskosten, die über die Änderungsrate κ definiert werden:

$$(15) \quad \frac{\dot{a}(t)}{a(t)} = \kappa(t) \quad \Rightarrow \quad \dot{a}(t) = \kappa(a) \cdot a(t).$$

¹⁴ Formal betrachtet kann die Umstellung des optimalen Konsumplans zu Diskontinuitäten und zu diskreten Sprungstellen im intertemporalen Konsumpfad führen. Dies stellt jedoch keine weitere Komplikation der Problemformulierung da, da die Optimale Kontrolltheorie im Vergleich zur Variationsrechnung hinsichtlich der Kontrollvariablen lediglich eine abschnittsweise Stetigkeit der Funktion sowie bezüglich der Zustandsvariablen abschnittsweise Differenzierbarkeit verlangt.

Dabei gilt:

$$(16) \quad \frac{\partial C}{\partial a} > 0 \quad \text{und} \quad \frac{\partial \kappa}{\partial a} > 0; \quad \frac{\partial^2 \kappa}{\partial a^2} = 0,$$

wobei der Verlauf der Grenzkosten zunächst noch un spezifiziert bleibt.

Zweitens ist es hilfreich, den gewöhnlichen Konsum $x(t)$ über die Budgetrestriktion zu eliminieren.

Unter Berücksichtigung der bisherigen Überlegungen läßt sich die Momentanwert-Hamilton-Funktion¹⁵ für das Konsumentenproblem wie folgt darstellen:¹⁶

$$(17) \quad H = U(a, Y - p a, A) - \Gamma \cdot C(\kappa \cdot a) + \mu(a - \delta \cdot A).$$

Kern der Hamilton-Funktion bildet das Funktional, das aus unmittelbarer Nutzenfunktion $U(\cdot)$ und Anpassungskostenfunktion $C(\cdot)$ gebildet wird. Anders als bei Extremwertbestimmungen reeller Funktionen geht es hierbei um die Ermittlung von Extrema von sogenannten 'Funktionalen': Das Funktional, welches auf einer Klasse von Funktionen definiert ist, bildet eine Klasse von Funktionen in den Raum der reellen Zahlen \mathbb{R} ab. Neben der Kontrollvariablen a , die vom Akteur gesteuert und somit als Politikvariable aufgefaßt werden kann, enthält das Optimierungsproblem ferner die Zustandsvariable A . Wesentliches Kennzeichen von Zustandsvariablen ist es, daß sie mittels Kontrollvariablen beeinflußt werden können. So ist es im vorliegenden Fall dem Akteur möglich, durch die Wahl von $a(t)$ die Höhe des Schädigungskapitalstocks zu bestimmen, der wiederum die Lebensdauer determiniert. Die durch Gleichung (2) definierte Bewegungsgleichung der Zustandsvariablen $A(t)$ wird in die Hamilton-Funktion (17) mittels einer Kozustands- oder adjungierten Variablen μ eingefügt. Ihre Aufgabe besteht, analog zur Lagrange-Funktion, in der Messung des Schattenpreises der Zustandsvariablen, hier also des Schädigungskapitals. Einem rationalen Konsumenten ist es dadurch möglich, die (künftigen) Konsequenzen des gegenwärtigen Handelns wahrzunehmen.

Da im vorliegenden Optimierungsproblem Anpassungskosten C annahmegemäß nur bei einer Absenkung im Konsumniveau entstehen, werden in Gleichung (17) demzufolge im Funktional Werte von C durch die Verknüpfung mit der Umschaltvariablen Γ herausgefiltert, die nicht kostenwirksam sind:

¹⁵ Gemeint ist hier die sogenannte *Current-Value*-Darstellung. Werden die linke und rechte Seite der Hamilton- (analog Lagrange-) Funktion mit dem Faktor $e^{-\rho t}$ multipliziert, so führt dies zur entsprechenden Darstellung nach dem *Present-Value*. Vgl. dazu bspw. Feichtinger und Hartl (1986), S. 19f.

¹⁶ Andere Methoden der dynamischen Optimierung sind ebenfalls möglich: Eine Option stellt beispielsweise die Rückwärtsinduktion dar. In diesem Fall wählt der Akteur seinen 'optimalen Todeszeitpunkt' und versucht aufgrund dessen den optimalen intertemporalen Konsumpfad zu bestimmen.

$$(18) \quad \Gamma = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad \text{für } \kappa(t) \begin{cases} < \\ \geq \end{cases} 0 .$$

Zusätzlich zu den Annahmen des Standardproblems wird unterstellt, daß der Steuerbereich Ω , d. h. die Menge der zulässigen Werte, konvex sowie C stetig differenzierbar in a ist.

Unter Berücksichtigung der üblichen Anforderungen an Optimal-Control-Probleme und deren Annahmen (vgl. Seierstad und Sydsaeter 1999) lassen sich folgende notwendigen Bedingungen für eine innere Lösung ermitteln:

$$(19 \text{ a}) \quad H_a = U_a - p U_x - \Gamma \cdot C_a(\kappa + a \kappa_a) + \mu = 0 .$$

Mit Ausnahme unstetiger Stellen der Kontrollvariablen $a^*(t)$ erfüllt die Kozustands-Funktion $\mu = \mu(t)$ folgende Bedingung:

$$(19 \text{ b}) \quad \dot{\mu} = -U_A + (\rho + \delta)\mu$$

sowie den Randbedingungen:¹⁷

$$(19 \text{ c}) \quad A(0) = A_0 \quad \text{und} \quad A(\hat{T}) = \left(\frac{A_0 \cdot \delta + a(t)}{\delta} \right) e^{\delta t} - \left(\frac{a(t)}{\delta} \right),$$

wobei letztgenannte Bedingungen darauf verweisen, daß es sich hierbei um ein variables Endpunktproblem mit horizontaler Endzeitpunktkurve handelt, welches durch den endogen determinierten Todeszeitpunkt $\hat{T}(a)$ - vgl. Gleichung (7) - näher konkretisiert wird.

Da das Individuum annahmegemäß am Lebensende sein Gesundheitskapital aufgebraucht hat, nimmt dann das Funktional der Hamilton-Funktion den Wert Null an. Da zu diesem Zeitpunkt kein gesundheitsrelevantes Verhalten mehr ausgeübt wird, läßt sich die Transversalitätsbedingung, die am Endzeitpunkt erfüllt sein muß, wie folgt schreiben:

$$(19 \text{ d}) \quad H [a^*(\hat{T}^*), A^*(\hat{T}^*), \mu(\hat{T}^*), \hat{T}^*] = \mu(T^*) [-\delta(\hat{T}^*) A(\hat{T}^*)].$$

Sie läßt sich analog der komplementären Kuhn-Tucker-Bedingungen mit μ als Schlupfvariable interpretieren: Der mit dem Schattenpreis multiplizierte Gegenwartswert des Schädigungskapitalstocks am Lebensende muß gleich Null sein. In (19 d) wird durch \hat{T}^* der optimale Todeszeitpunkt aus der Menge aller zulässiger Endpunkte bezeichnet. Da die Regenerierungsrate positiv ist sowie das Schädigungskapital seinen höchsten Stand erreicht, lautet die Bedingung für die Kozustandsvariable am Lebensende:

$$(19 \text{ e}) \quad \mu(\hat{T}) = 0;$$

¹⁷ Da aus Plausibilitätsüberlegungen die Möglichkeit von Sprungstellen an den Grenzen des Planungshorizonts ausgeschlossen wird, finden deren Implikationen im dargestellten Ansatz keine Berücksichtigung.

Analog zum Anfangszeitpunkt wird dabei der Fall einer potentiellen Unstetigkeitsstelle ausgeschlossen.

Die Ableitung der Hamilton-Funktion nach der Kontrollvariablen (19 a) impliziert die im Modell enthaltene vorausschauende Rationalität. Dies verdeutlicht sich durch folgende Umformung:

$$(20) \quad \mu = p U_x + \Gamma \cdot C_a(\kappa + a \cdot \kappa_a) - U_a.$$

Die Kozustandsvariable μ bildet den Schattenpreis einer zusätzlichen Einheit der Zustandsvariable Gesundheitsschädigung ab. Da angenommen wurde, daß es sich hierbei um ein *bad* handelt, ist ihr Schattenpreis, welcher die subjektive Wertschätzung des Akteurs widerspiegelt, negativ. Gleichung (20) bringt zum Ausdruck, daß ein vorausschauender Akteur bei der Entscheidung, wie er seinen gegenwärtigen Konsum auf die beiden Güter a und x aufteilt, die künftigen Folgen seiner Handlungsweise mit berücksichtigt. Für ein vollkommen myopisches Individuum, welches künftige Konsequenzen nicht mit in sein Kalkül einbezieht, hätte μ den Wert Null und das Individuum würde a und x derart wählen, daß $p U_x + \Gamma \cdot C_a(\kappa + a \cdot \kappa_a) = U_a$ gilt. Dies entspricht der Bedingung erster Ordnung für ein statisches einperiodiges Optimierungsproblem. Im vorliegenden Fall gilt jedoch: $p U_x + \Gamma \cdot C_a(\kappa + a \cdot \kappa_a) < U_a$, da μ , wie mittels (19 b) ermittelt werden kann, negativ ist. Dies kann folgendermaßen interpretiert werden: Ein vorausschauender Konsument wird weniger a und mehr x konsumieren als ein vollkommen myopischer Akteur, welcher in Bezug auf a und x über dieselben Präferenzen verfügt. In Gleichung (19 b) stellt $\dot{\mu}$ die Entwertungsrate des Schädigungskapitals dar, welche Änderungen des Kapitalstocks mißt und bewertet. Der marginale Beitrag einer in den Prozeß investierten Kapitaleinheit setzt sich aus dem direkten Schädigungs-Grenzertrag und den künftigen zu erwartenden (indirekten) Kapitalerträgen zusammen. Letztere wiederum bestehen aus Zeitpräferenz- und Diskontierungseffekt, die mit dem Schattenpreis bewertet werden.

Aus den Gleichungen (19 a) und (19 b) läßt sich die Marginalbedingung für das gesundheitsrelevante Verhalten ableiten, die entlang des optimalen Pfades gelten muß:

$$(21) \quad U_a = p \cdot U_x + \Gamma \cdot C_a(\kappa + a \cdot \kappa_a) - \left[\int_t^{\bar{T}} U_a \, dt + \mu(\theta) e^{-(\rho+\delta)t} \right],$$

dabei wurde die Gleichung der adjungierten Gleichung aufintegriert. Nach (21) muß der Grenznutzen des gesundheitsrelevantem Verhaltens den drei Termen auf der rechten Seite entsprechen. Den ersten Ausdruck stellt den mit dem Preis bewertete Grenznutzen des normalen Konsumguts dar. Ist der Schaltparameter $\Gamma = 1$, so fallen die Grenzkosten der Anpassung ins Gewicht. Der mit einem Minuszeichen verknüpfte Klammerausdruck stellt den Schattenpreis des Schädi

gungskapitals μ dar, der, wie hergeleitet, negativ ist, somit in Summa zu den beiden anderen Termen auf der rechten Seite addiert wird, dar. Der Schattenpreis μ wird dabei durch die Summe aller künftigen marginalen Beiträge der Zustandsvariablen zur Schädigung dargestellt. Der zweite und dritte Term auf der rechten Seite bilden im weitesten Sinne die Grenzkosten des gesundheitsrelevanten Verhaltens ab. Ein marginaler Anstieg der Schädigungskosten muß demnach ceteris paribus im Optimum mit einem Anstieg des Grenznutzens verbunden sein. Erst wenn die Bedingung (21) erfüllt ist, besteht für den Akteur kein Anreiz mehr, von $a^*(t)$ auf ein alternatives $\tilde{a}(t)$ überzuwechseln, was bedeuten würde, daß $a^*(t)$ nicht optimal gewesen sein kann.

Wird die zugrundeliegende Nutzenfunktion näher spezifiziert, ist es möglich, aus (21) die optimale Nachfrage nach Lebensstil $\{a^*(t)\}_{t=0}^{\hat{T}}$, die optimale Entwicklung des Schädigungskapitals $\{A^*(t)\}_{t=0}^{\hat{T}}$ im Zeitablauf sowie den optimalen Todeszeitpunkt \hat{T}^* unter Verwendung der Transversalitätsbedingung (19d, e) explizit abzuleiten.

In formaler Hinsicht impliziert die dynamische Optimierung unter Einschluß von Anpassungskosten grundsätzlich die Gefahr, daß diese zu keiner eindeutigen Lösung führt. Sinn und Zweck etwa der Optimal-Control-Theorie ist es, die Fläche unter der Trajektorie zu maximieren und somit den Lebenszeitnutzen zu maximieren. Anpassungskosten können jedoch dazu führen, daß aufgrund des Auftretens von Sattelpunkten mehrere optimale (Gleichgewichts-)Lösungen induziert werden können, zwischen denen der Akteur indifferent ist. Während intuitiv betrachtet Anpassungskosten durchaus als vereinfachte Annäherungen an die Komplexität von Suchtgütern aufgefaßt werden können, bereitet ihre explizite Berücksichtigung mehrfache Schwierigkeiten. Insbesondere können Anpassungskosten zu nicht-konvexen Präferenzen und somit zu mehreren Gleichgewichten führen (vgl. Jones 1999, S. 132). Zur Vermeidung nicht-eindeutiger Lösungen wird deshalb angenommen, daß die Wertfunktion gemeinsam in der Kontrollvariable a und in der Zustandsvariable A konkav, bzw. die Konvexität der zulässigen Strategien gewährleistet ist.^{18, 19}

¹⁸ Besitzen dynamische Funktionen sowohl konvexe als auch konkave Abschnitte, so kann dies zum Fall mehrerer Gleichgewichte oder Steady States führen. Die herkömmlichen Techniken dynamischer Optimierung führen dann dazu, daß die ermittelte Lösung nicht eindeutig ist, da es hierbei zu lokal optimalen Lösungen kommt. Erst in jüngerer Zeit beschäftigen sich Forschungsarbeiten mit diesen sogenannten Skiba-Punkt-Problemen und deren Implikationen (vgl. exemplarisch Beyn u.a. 2001).

¹⁹ Wird neben Diskontinuitäten der Kontrollvariable und Sprungstellen der Zustandsvariable auch eine Veränderung der Restriktionen in bestimmten Bereichen des Entwicklungspfades (im vorliegenden Fall: Konsumpfad) zugelassen, so ist eine Lösung mittels des von Loon (1983) ermittelten Verfahrens durch Pfadkopplung möglich. Dieser stellt eine iterative Prozedur dar, um eine optimale Strategie für die Kontrollvariable im Kontext des gesamten Planungszeitraums zu ermitteln. Dazu wird bspw. der Planungshorizont in einzelne Phasen eingeteilt. Eine Sprung-

Strenge Konkavität der Wertfunktion gewährleistet, daß die Budgetrestriktion bindend ist. Unter der Annahme, daß die notwendigen Bedingungen erfüllt sind, existiert ein eindeutiges Maximum, das die optimale Nachfrage nach dem Lebensstilgut a und implizit nach dem gewöhnlichen Konsumgut x bestimmt.²⁰

4. Implikationen veränderter wirtschaftlicher Bedingungen

4.1 Modellerweiterung

Nach Festlegung des optimalen Konsumpfades $a^*(t)$ ereignet sich eine grundlegende Veränderung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Vor der ökonomischen Wende mußte der Akteur keine weiteren Kosten- und Nutzenaspekte in bezug auf die Umweltbedingungen, insbesondere in bezug auf den Arbeitsmarkt berücksichtigen. Es war somit für den Konsumenten ausreichend, aufgrund seines unmittelbaren Nutzens und der zu erwartenden Kosten seinen optimalen Konsumpfad $a(t)$ zu bestimmen. Nun wird angenommen, daß die Beziehung zwischen der Nachfrage nach Lebensstil und der Umwelt eine wichtige Rolle spielt. Im Zusammenhang mit der ökonomischen Transformation werden weitere akteurspezifischen Implikationen, wie etwa eine Veränderung der Vorlieben, ausgeschlossen.

Das im folgenden beschriebene mehrstufige Teilmodell wird im diskreten Fall vorgestellt. Zur Einbindung in das Modell wird davon ausgegangen, daß die Umweltbedingungen ein Anforderungsprofil an die Akteure determinieren.²¹ Dies kann etwa auf dem Arbeitsmarkt erfolgen.²² Das modellexogen bestimmte mehrdimensionale Anforderungsprofil kann als Variablenvektor aufgefaßt werden, dessen Komponenten mit zeitlich unterschiedlicher Gewichtung die für den Akteur zentrale Orientierungsgröße determinieren. Sie muß deshalb im dynamischen Kontext

stelle kann dabei den Phasenwechsel darstellen. Nun wird, ausgehend von der ersten Phase $[\tau_0; \tau_1]$ der optimale Wert etwa der Kontrollvariable zum Phasenende τ_1 ermittelt. Mit diesem neuen Anfangswert wird unter Einsatz von Optimal Control der optimale Pfad für die folgende Phase $[\tau_1; \tau_2]$ ermittelt und damit auch der optimale Wert am Ende der entsprechenden Phase. Durch Verknüpfung aller Phasen erhalten wir den optimalen Pfad für den gesamten Planungshorizont.

²⁰ Modelle der rationalen Sucht auf der Basis von Becker und Murphy (1988) spezifizieren ferner die zugrundeliegende allgemeine Nutzenfunktion näher, um dynamische Stabilitätsanalysen von optimalen Konsumpfaden durchzuführen. Dies kann durch lineare Approximation der Bedingungen Erster Ordnung (Taylor-Approximation) oder durch Annahme einer quadratischen Nutzenfunktion erfolgen. Dadurch soll die Realisierung eines linear stationären Gleichgewichts- (bzw. Wachstums-)pfades für das gesundheitsschädliche Gut a und insbesondere für das Schädigungskapital A gewährleistet werden. An dieser Stelle wird auf eine explizite Darstellung verzichtet und angenommen, daß der Akteur ein stabiles ex-ante-Steady State verwirklicht.

²¹ Dies schließt den Fall mit ein, in dem sich der Akteur am Verhalten anderer Menschen und deren Erfahrungen orientiert. Dadurch kann soziales oder gesellschaftliches Lernen generiert werden.

²² Es gibt zahlreiche empirische Arbeiten, welche die Zusammenhänge zwischen gesundheitsrelevantem Verhalten und Einkommen analysieren. Barrett (2001) sowie Lye und Hirschberg (1999) ermitteln eine hohe positive Signi-

nicht konstant sein. Aus Vereinfachungsgründen wird jedoch angenommen, daß die Orientierungsgröße mit einer eindimensionalen kritischen Grenze im Konsumniveau²³ des gesundheitsschädlichen Gutes a korrespondiert. Es kann sich dabei beispielsweise um die vom Arbeitsmarkt tolerierte Konsummenge an Alkohol oder Zigaretten handeln. Aufgrund der Bildung der Orientierungsgröße wird die 'kritische Grenze' im Konsumniveau \tilde{a} als Zufallsvariable mit der Dichtefunktion $f(\tilde{a})$ aufgefaßt. Die damit verbundene Streuung, insbesondere in den Folgeperioden unmittelbar nach der ökonomischen Wende, läßt sich dadurch erklären, daß die ökonomische Transformation nicht in der Wendeperiode abgeschlossen ist und die Wirtschaft sich nicht unmittelbar im neuen Gleichgewicht befindet. Es wird ferner unterstellt, daß die Dichtefunktion für den Zeitpunkt t , $f_t(\tilde{a}_t)$, deren Mittel- bzw. Erwartungswert, $\tilde{a}_t^* \geq 0$, sowie die zugehörige Varianz $\sigma_{\tilde{a}_t}^2$ dem Akteur nicht bekannt sind. Aus Gründen der Vereinfachung wird angenommen, daß die Dichtefunktionen im Zeitablauf identisch sind, somit über denselben (wahren) Mittelwert bzw. die gleiche Streuung verfügen. Damit reduziert sich die mehrdimensionale Zufallsvariable auf den eindimensionalen Fall, der Zeitindex der Dichtefunktion(en) kann somit unterdrückt werden.

Während vor dem Beginn der ökonomischen Transformation der Akteur lediglich über ein festes, exogenes Einkommen Y_t verfügte, wird unterstellt, daß nach der Wende der Akteur neben dem festen Einkommensbestandteil Y_t im Jahr t über ein endogenes Einkommen Ψ_t verfügt, dessen faktische Höhe (verfügbares endogenes Einkommen) negativ von der Diskrepanz zwischen gegenwärtigem Konsumniveau und der periodenspezifischen Ausprägung der kritischen Grenze \tilde{a}_t abhängt.²⁴ Dazu wird unterstellt, daß der Akteur zu Beginn jeder Zeiteinheit einem (sozialen) Planer wahrheitsgemäß die beabsichtigte Konsumhöhe des gesundheitsschädlichen Gutes mitteilt. Der Planer beobachtet die Realisation der Zufallsvariable 'Schwellenwert des gesundheitsschädigenden Verhaltens' und determiniert so die potentielle Bestrafung des Akteurs. Der Akteur wiederum besitzt nach der Übermittlung des Wertes der Zufallsvariablen keine Möglichkeit, ex ante sein Verhalten vor der ex-post-Bestrafung abzuändern.

fikanz zwischen starkem Alkoholkonsum bzw. Rauchen und der individuellen Bestrafung beim Einkommen. Sie kommen dabei zu ähnlichen Ergebnissen, wie die von ihnen aufgeführte Literatur.

²³ Ein in bezug auf Lebensstil bedeutender Grenzwert ist die Promillegrenze für Alkohol am Steuer. Sie ist per Gesetz explizit definiert und läßt de facto keine Schwankungsbreite zu. Mittels einiger Modellerweiterungen kann auch sie als kritische Grenze im Sinn des hier dargestellten Modells aufgefaßt werden.

²⁴ Die Annahme, wonach vor der ökonomischen Wende das Einkommen keinen endogenen Bestandteil hatte, wurde nur aus Vereinfachungsgründen getroffen. Analog dazu kann das Grundmodell so interpretiert werden, daß sich der kritische ex-ante Schwellenwert auf einem außergewöhnlich hohen Niveau befand. Der Übergang kann in diesem Sinne als drastische Absenkung der Grenze verstanden werden.

Im Hinblick auf die Bestimmung des endogenen Einkommens im Jahr t müssen zwei Fälle unterschieden werden:

Fall 1.1: $a_t \leq \tilde{a}_t \rightarrow \Psi_t$.

Übersteigt der tatsächliche Konsum in Periode t nicht den kritischen Schwellenwert der Periode t , \tilde{a}_t , so wird dem Akteur das endogene Einkommen in voller Höhe zuerkannt.

Fall 1.2: $a_t > \tilde{a}_t \rightarrow \Psi_t [1 - \mathcal{G}(a_t - \tilde{a}_t)]$.

Verfügt der Akteur jedoch faktisch über ein höheres Konsumniveau, so reduziert sich sein endogenes Einkommen um den Faktor $\mathcal{G}(a_t - \tilde{a}_t)$, wobei der Abschlag für $a_t = \tilde{a}_t$ den Wert Null annimmt und mit zunehmender Diskrepanz zwischen Schwellenwert und tatsächlichem Konsum, die als Bemessungsgrundlage fungiert, mit dem konstanten Satz \mathcal{G} , mit $0 \leq \mathcal{G} \leq 1$, ansteigt. Es wird unterstellt, daß die Einkommensreduktion maximal das volle endogene Einkommen umfassen kann, nicht jedoch das exogene Einkommen reduziert. Es wird ferner angenommen, daß das Individuum die dem Planer mitgeteilte Konsumhöhe des gesundheitsschädlichen Gutes auf jeden Fall umsetzt. Die potentielle Einkommensreduktion schlägt sich deshalb nur im Konsumniveau der anderen, gesundheitsneutralen Anpassungsvariablen x nieder. Eine Reoptimierung nach Maßgabe der Ausprägung der Zufallsvariable wird ausgeschlossen.

Die Einkommensreduktion bildet monetäre Zusatzkosten des Gebrauchs von Lebensstilgütern ab, wie sie etwa aufgrund des induzierten Produktivitätsverlusts oder Krankheitszeit (und damit verlorener Arbeitszeit) entstehen können. Ein exzessiver Lebensstilgenuß kann darüber hinaus mit einem Arbeitsplatzverlust einhergehen, bei dem das betroffene Individuum eine Stelle mit geringerer Qualifikation annehmen muß, arbeitslos wird oder im Extremfall auf Sozialhilfe angewiesen ist und dabei nur über das garantierte Mindesteinkommen Y_t disponieren kann.²⁵ Wie Viscusi und Hersch (2001) aufzeigen, gibt es auch empirische Evidenz dafür, daß Menschen mit gesundheitsschädlichem Verhalten einen Lohnabschlag am Arbeitsplatz in Kauf nehmen müssen. Im empirischen Teil ihrer Arbeit weisen sie auf Basis eines umfangreichen Datensatzes nach, daß Raucher vorwiegend risikobehaftetere Berufe ausüben, wobei relativ zu Nichtrauchern

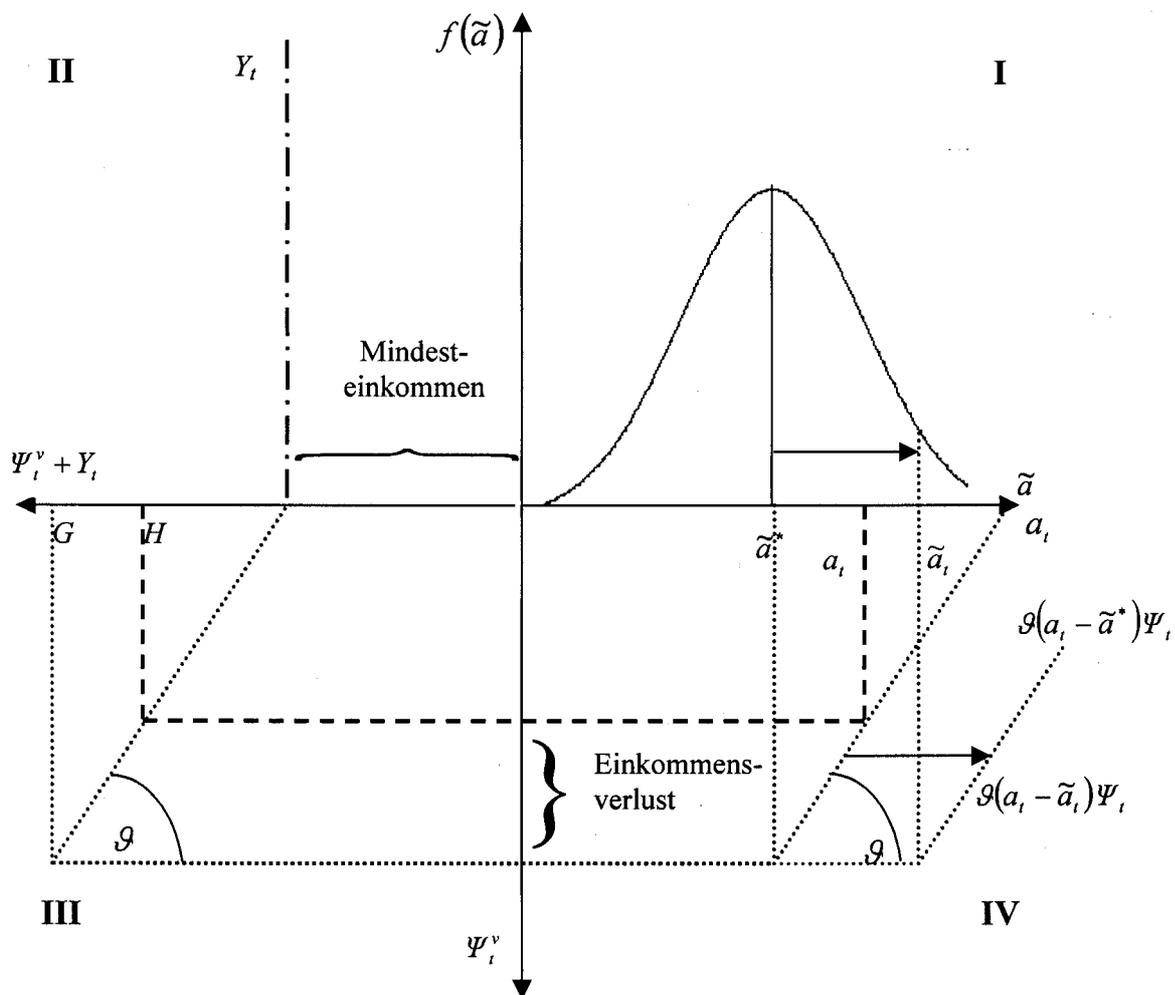
²⁵ Dies steht nicht im Gegensatz zu den Annahmen im Grundmodell, wonach neben verlorenen Lebensjahren und Entzugskosten keine weiteren Kosten anfallen. Führt im Grundmodell der Genuß von Lebensstilgütern zur Krankheit, so hat dies keine Auswirkung auf die individuellen Bezüge.

die adäquate Risikoübernahme nicht vergütet wird. Diese Zusatzkosten des Lebensstilkonsums treten neben die Kosten in Nutzeinheiten, auf welche in Abschnitt 3 eingegangen wurde.

In der folgenden Abbildung 2 ist die Beziehung zwischen kritischer Grenze, faktischem Konsum, Einkommensreduktion und verfügbarem Gesamteinkommen dargestellt:

Im I. Quadranten ist die Verteilungsfunktion der Zufallsvariablen $f(\tilde{a})$, im IV. Sektor die Einkommensreduktion zu erkennen. Der III. Quadrant transformiert die Einkommensreduktion in das II. Segment, welches die Ermittlung des Gesamteinkommens aufzeigt. Im einfachsten Szenario I (Referenzfall) deckt sich der temporäre Konsum mit dem Mittelwert der Zufallsvariablen.

Abbildung 2: Kritischer Schwellenwert und Einkommensermittlung



Da dies zu keiner Einkommensverminderung führt (Fall 1.1), verfügt der Akteur über das maximale Einkommen G , welches sich aus der Summe von fixem exogenen Einkommen Y_t (der vertikalen Geraden in Quadrant II) und dem gesamten endogenen Einkommen Ψ_t zum Zeitpunkt t ergibt. Übersteigt das Konsumniveau jedoch im 2. Szenario den Schwellenwert (Fall 1.2), der in Abbildung 2 nach wie vor durch den Mittelwert \tilde{a}^* dargestellt wird, so führt dies über die Einkommensreduktionsfunktion im IV. Quadranten zu einem Einkommensverlust, welcher dem Akteur nur noch ein Gesamteinkommen in Höhe von H garantiert. Steigt im 3. Szenario der Schwellenwert gegenüber dem Mittelwert an, d.h. $\tilde{a}_t > \tilde{a}^*$, so verschiebt sich die Einkommensreduktionsfunktion $\mathcal{R}(\cdot)\Psi$, deren Steigung durch den Faktor des Einkommensabschlag \mathcal{R} bestimmt wird, nach rechts. Liegt dabei das faktische Konsumniveau auf der Höhe von a_t (vgl. Szenario 2) so steht dem Akteur wie im Ausgangsfall ein Gesamteinkommen in Höhe von G zur Verfügung.

Um die Fälle 1.1 und 1.2 innerhalb des Modells zu implementieren, wird in der allgemeinen Darstellung des Einkommens die Reduktionsfunktion $\mathcal{R}(\cdot)$ mit der Dummy-Variablen γ verknüpft, welche im ersten Fall ($a_t \leq \tilde{a}_t$) den Wert 0, im zweiten Fall ($a_t > \tilde{a}_t$) 1 annimmt:

$$(22) \quad Y_t + \Psi_t [1 - \gamma \mathcal{R}(a_t - \tilde{a}_t^*)].$$

4.2 Ansätze zur Reoptimierung

Nach Einführung der gesellschaftlichen Sanktionierung übermäßig gesundheitsschädlichen Konsums (Einkommensreduktion) muß der ex ante festgelegte Konsumpfad dem Kriterium der Optimalität nicht mehr notwendigerweise entsprechen. Im Hinblick auf das Erfordernis, den bisherigen Konsumpfad zu überprüfen, sind vorrangig drei Strategien denkbar:

Strategie 4.2.1: 'Do Nothing' – der Abstinenzfall

Diese Strategie eignet sich für den Fall der Abstinenz. Da der Konsument keine gesundheitsschädlichen Güter konsumiert und dies auch nicht intendiert, muß er die Schwellenwerte auch nicht in sein Kalkül einbeziehen. Unter der Annahme einer quasi-linearen Nutzenfunktion bezüglich Lebensstil und dem gewöhnlichen Konsumgut, reduziert sich seine Zielfunktion auf das Standardgut x . Da beim Maximierungsproblem intertemporale Aspekte ausgeschlossen werden können, beschränkt sich die Optimierung auf den statischen Fall.

Strategie 4.2.2: 'Do Nothing ?!' – Statisches Modell

Ohne das Vorliegen von Anpassungskosten wäre es dem Akteur möglich, sich entsprechend der Vorgaben des Planers optimal anzupassen. Analog zum Fall der Besteuerung treiben Anpassungskosten einen Keil zwischen den Grenznutzen des Konsums und den entsprechenden Preis. Eine generelle Schwierigkeit der vorliegenden Problemstellung besteht darin, daß in der Ausgangsperiode nach der ökonomischen Wende dynamisch nicht optimal re-optimiert werden kann. Der Übergang auf einen neuen optimalen Konsumpfad kann im Fall gesundheitsschädlicher Verhaltensweisen – wie nachfolgend aufgezeigt – mehrere Stufen beinhalten (vgl. dazu die Abschnitte 4.3 – 4.5), welche zahlreiche Möglichkeiten beinhalten, vom intertemporal optimalen Pfad abzuweichen. Antizipiert der Akteur bspw. nicht, daß der Schwellenwert temporären Schwankungen unterworfen ist, oder ist er nicht in der Lage, sich an dessen zurückliegenden Realisationen zu erinnern, ist ein Lernverhalten nicht möglich. Eine dynamische Anpassung und eine damit verbundene Reoptimierung sind in diesem statischen Fall nicht durchführbar.

Strategie 4.2.3: 'step-by-step' - sequentielle Strategie

Ein grundlegender Unterschied zwischen herkömmlichen Gütern, Preisen und deren Erwartungen auf der einen Seite und Sucht- oder Gewohnheitsgütern auf der anderen Seite besteht darin, daß bei letzteren die de-facto-Anpassung hinsichtlich des Konsumentenverhaltens in bezug auf die Implementierung neuer Informationen und Erwartungen erschwert wird. Ein wesentlicher Grund hierfür beruht in der im Modell erfaßten Eigenschaft von Lebensstilgütern, Gewohnheit und Sucht zu generieren. Die Existenz von Entzugskosten führt dazu, daß eine de-facto-*Verhaltensanpassung* nur unter bestimmten Bedingungen für den Akteur optimal ist oder als solches angesehen wird.

Im Unterschied zum kurzsichtigen Akteur im Fall der Strategie 4.2.2 antizipiert er hierbei, daß es ratsam sein könnte, Informationen zu sammeln, die langfristig eine optimale Reoptimierung unterstützen können. Damit kann ein (kognitiver) Lernprozeß generiert werden, der zwar nicht mit einer tatsächlichen *Verhaltensänderung* verwechselt werden darf, jedoch dazu beitragen kann, daß erforderlichenfalls die Handlungsweise in dynamischer Hinsicht re-optimiert werden kann. In den folgenden Abschnitten werden mehrere Module erläutert, die integraler Bestandteil einer sequentiellen, somit schrittweisen Reoptimierung sein können. Dies betrifft die in diesem Abschnitt behandelte Strategiewahl, das Lernverhalten (Abschnitt 4.3), die praktische Verhaltensanpassung mit den Aspekten Konsumglättung (4.4) sowie Verhaltensanpassung und Reoptimierung (4.5).

4.3 Bayes'sches Lernen

In der Literatur werden zahlreiche Lernprozeduren erörtert, die je nach den unterstellten Annahmen zu verschiedenen Konsequenzen führen können (vgl. Dimitri 1996). Im vorliegenden Fall wird Lernen gleichgesetzt mit dem Erlernen objektiver Rationalität. Während die im folgenden skizzierten Lernmodelle auf der rein *kognitiven* Ebene angesiedelt ist, geht es erst bei den in Abschnitt 4.4 erörterten Implikationen auf der *faktischen* Ebene darum, diese in konsumorientierte Handlungen umzusetzen. Der Lernprozeß gilt dann als 'erfolgreich', wenn es dem Akteur im Rahmen des induzierten Verfahrens möglich ist, die Diskrepanz

$$(23) \quad q = G(\tilde{a}^* - \tilde{a}^e)^2$$

zu minimieren. Dabei stellt - wie oben definiert - \tilde{a}^* den wahren Wert des kritischen Schwellenwerts und \tilde{a}^e die subjektive Einschätzung des Akteurs hinsichtlich dieser Größen dar. Die Verlustfunktion G bildet die quadrierte Abweichung beider Größen voneinander ab. Ziel ist es somit, die wahre kritische Grenze so exakt wie möglich zu schätzen, somit q zu minimieren.

Annahmen 4.3:

1. Der Akteur kann in jeder Periode die realisierten Ausprägungen der Zufallsvariablen $\tilde{a}_t, \forall t$ beobachten.
2. Dem Akteur ist die funktionale Struktur des Modells bekannt. Dies bedeutet, daß das Individuum den systematischen (deterministischen) Teil der Zusammenhänge zwischen eigenem Lebensstilkonsum und der endogenen Einkommensverminderung wahrnimmt und deren Funktionsweise versteht. Die exogenen Zufallsschwankungen (der kritischen Grenze) werden als verantwortlich für falsche Erwartungen angesehen.
3. Lernen per se verursacht keine Kosten. Diese entstehen lediglich bei der Implementierung der Lerneffekte im Falle einer Reduktion des Konsumniveaus.
4. Da der Akteur weiß, daß die periodenspezifischen kritischen Grenzen um ihren Mittel- bzw. Erwartungswert streuen, sammelt er die über die realisierten Ausprägungen transferierten Informationen.
5. Im Unterschied zu anderen Lernmodellen wird angenommen, daß der Akteur den temporären Schwellenwert nicht notwendigerweise über seine eigene faktische Handlung bestimmt, sondern daß die Information über die wahre temporäre Ausprägung dem Akteur 'mitgeteilt' wird, nachdem dieser dem Planer sein intendiertes Konsumniveau übermittelt hat.²⁶

²⁶ Die letzte Annahme ist aufgrund der Modellkonsistenz erforderlich.

Hinsichtlich des prozeduralen Ablaufs werden folgende allgemeine Regeln unterstellt:

Regeln 4.3:

1. Der Akteur bestimmt seine Vorstellungen über den subjektiven Erwartungswert der kritischen Grenze.²⁷
2. Danach legt der Planer die temporäre Ausprägung des Schwellenwertes fest.
3. Aufgrund der Realisation aktualisiert das Individuum seine Erwartungen. Auf dieser kognitiven Ebene spielen die Implikationen einer Abweichung zwischen Schwellenwert und faktischem Konsum und somit die potentielle Bestrafung keine Rolle.

Bayes'sches Lernen stellt ein häufig angewandtes Paradigma in den Wirtschaftswissenschaften dar. Es bildet eine Beziehung zwischen den gegenwärtigen (posteriori) und vorherigen (priori) Vorstellungen eines Akteurs ab. Die Inferenz spielt dabei eine wichtige Rolle. Nach einer gebräuchlichen Interpretation des Bayesianismus verändern sich Vorstellungen durch Lernen: Der Akteur erfährt - zumindest mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit - gewisse Fakten. Dies führt dazu, daß er seine gegenwärtigen Vorstellungen bildet, indem er seine vorherige Überzeugung in bezug auf die neuen Informationen konditioniert. Bayes'sche Akteure werden dadurch charakterisiert, daß sie in der Lage sind, über die möglichen Ausprägungen (state space) eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zu bilden (vgl. Dimitri 1996, S. 38).

Es sei $\tilde{a}_1, \dots, \tilde{a}_n$ die Liste der Realisationen der Zufallsvariable \tilde{a} aus der Menge möglicher Ausprägungen zum Zeitpunkt $t = 0, \dots, n$, wobei sich jeder der temporären Schwellenwerte in zwei Komponenten zerlegen läßt:

$$(24) \quad \tilde{a}_t = \tilde{a}^* + \zeta_t,$$

mit $t = 0, 1, 2, 3, \dots$, mit $t = 0$ als Zeitpunkt der ökonomischen Wende, wobei ζ_t unabhängige, normalverteilte Zufallsvariablen mit dem Mittelwert Null und der Varianz σ_ζ^2 darstellen.

$$(25) \quad \zeta \sim N(0, \sigma_\zeta^2)$$

Es wird angenommen, daß die zugrundeliegenden Verteilungsfunktionen im Zeitablauf identisch sind, somit ein streng stationärer Zufallsprozeß vorliegt. Der Störterm ζ bildet transitorische, seriell unkorrelierte Faktoren ab, welche Einfluß auf die optimale Entscheidung haben. Ferner wird

²⁷ Man beachte die implizite Verbindung zwischen Bayes'schem Lernen und den Präferenzen des Akteurs: Bayes'sches Lernen versteht sich als Konsequenz unterstellter Annahmen hinsichtlich der Präferenzen und wird deshalb häufig auch als *Rationales Lernen* bezeichnet (vgl. Blume und Easley 1993, S. 3).

davon ausgegangen, daß der Akteur vor der Realisierung der temporären kritischen Schwellenwerte eine (subjektive) Vorinformation über den unbekannt Parameter in Gestalt einer *a priori* Wahrscheinlichkeits- oder Dichtefunktion $E_t(\cdot)$ besitzt.²⁸ Wird der Zeitindex t in diesem Zusammenhang als die kumulierte Anzahl der Konsumhandlungen (Perioden) interpretiert, so bildet $E_t(\cdot)$ die Erwartungen des Akteurs hinsichtlich einer unbekannt Variable bedingt auf den Informationen ab, welche er während der ersten t Konsumakte 'beobachtet' hat. Sie beschreibt, grob gesprochen, welche Chancen der Akteur den einzelnen Werten beimißt, mit dem wahren Wert identisch zu sein. Wird angenommen, daß der Akteur risikoneutral ist, wird der Entscheider versuchen, den Ausdruck $E_t(q_t)$ zu optimieren, wenn er seine Wahl bezüglich einer Periode t trifft. Die optimale momentane Entscheidung für den momentanen Bayes'schen Schätzer lautet dann:

$$(26) \quad \tilde{a}_t^e = E_t(\tilde{a}_t) = E_t(\tilde{a}^*).$$

Die zweite Gleichheitsbeziehung in (26) folgt unmittelbar aus $E_t(\zeta_t) = 0$. Diese Entscheidung ist auf der kognitiven Ebene dynamisch optimal, da der Umfang an Informationen, die der Entscheidungsträger erhält, von dem gewählten Wert a_t nicht abhängig ist. Die Gleichungen (23), (25) und (26) implizieren aufgrund der Linearität von G folgende reduzierte Form:

$$(27) \quad q_t = [\tilde{a}^* - E_t(\tilde{a}^*) + \zeta_t]^2.$$

Es sei $b_t = E_t[\tilde{a}^* - E_t(\tilde{a}^*)]^2$ die nachfolgende *posteriore* Varianz über \tilde{a}^* bei gegebenen Informationen über die ersten t Realisationen. Aus der Darstellung ist ersichtlich, daß sie mit zunehmender Nähe des Erwartungswertes zum wahren Wert sinkt. Ist die vorherige *priore* Verteilung über \tilde{a}^* normal mit der Varianz $\sigma_{\tilde{a}^*}^2$, so läßt sich die Regel von Bayes anwenden. Sie erklärt, wie der Akteur gemäß den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit *priore* Vorstellungen und Informationen in der subsektiven Form kombiniert:

$$(28) \quad b_t = \frac{\sigma_{\zeta}^2 \sigma_{\tilde{a}^*}^2}{\sigma_{\zeta}^2 + \sigma_{\tilde{a}^*}^2 t}.$$

Im vorliegenden Fall wird die Bayes'sche Lerndynamik über die Streuungsmaße generiert. Somit ergibt sich folgende erwartete kognitive Abweichung, nachdem die Aktivität t mal durchgeführt wurde:

$$(29) \quad E_t(q_t) = -(b_t - \sigma_{\zeta}^2).$$

²⁸ Feldman und Spagat (1995) verwenden keine Dichtefunktionen. Ihre Informationsquelle beruht auf einer Random Summary Statistic.

Der Entscheidungsträger erhält bei jeder Realisation der 'Umweltvariablen' \tilde{a}_t , die in der Wirklichkeit mit einer Ausübung der gesundheitsschädlichen Aktivität verbunden ist, Informationen über den wahren Wert des Schwellenwerts \tilde{a}^* . Da sämtliche verfügbaren Informationen durch den Entscheidungsträger akkumuliert werden, verbessert sich sein Informationsstand hinsichtlich der unbekanntes Größe. Der Lernprozeß generiert eine nach oben hin ansteigende Lernkurve, die durch (29) bezeichnet wird. Sie besitzt immer eine positive Steigung – egal wie viele Wiederholungen durchgeführt werden (müssen) – und zwar deshalb, da zusätzliche Information besser ist als keine Information. Die Lernkurve verläuft konkav, da b mit zunehmendem t sinkt. Die Konvergenz zum wahren Schwellenwert bildet einen Martingale-Prozeß,²⁹ welcher durch die folgende Fortschrittsrate des Lernens gemessen werden kann:

$$(30) \quad \frac{\lim_{t \rightarrow \infty} E_t(q_t)}{E_0(q_0)} = \frac{1 - \sigma_{\xi}^2}{1 - \sigma_{\tilde{a}^*} - \sigma_{\xi}^2},$$

mit der ursprünglichen Abweichung $E_0(q_0)$ zu Beginn des Lernprozesses. Sie bildet bei einem unendlichen Zeithorizont die Relation zwischen momentanen Vorstellungen (im Zähler) und den ursprünglichen Auffassungen (im Nenner) ab. Durch den dargestellten Algorithmus läßt sich eine *asymptotisch* erwartungstreue Schätzfunktion ableiten, die erst bei zunehmender Berücksichtigung von Realisationen aus der subjektiven Perspektive eines Bayesianers fast sicher gegen den Erwartungswert des wahren Schwellenwerts konvergiert.³⁰

Die Anpassung der Erwartungen im Zeitablauf stellt jedoch kein simples Unterfangen dar. Die Robustheit der bayes'schen Aktualisierung hängt entscheidend davon ab, auf welche Weise die gegenwärtigen Beobachtungen und die vorherigen Vorstellungen miteinander kombiniert werden. Wenn der Entscheidungsträger dabei etwa einerseits prioren Vorstellungen ein zu hohes Gewicht einräumt oder andererseits neuen Informationen eine zu hohe Bedeutung beimißt, so kann dies zu verzerrten Entscheidungen und suboptimalem Lernen führen.

²⁹ Martingale sind spezielle stochastische Prozesse, deren Entwicklung durch das monotone Verhalten bedingter Erwartungswerte festgelegt ist. Sie dienen insbesondere als Hilfsmittel für die Herleitung von Grenzwertsätzen. Der Begriff stammt aus der Theorie der Glücksspiele.

³⁰ Zahlreiche Arbeiten bieten ausführlichere Darstellungen zur Bayes'schen Erwartungsbildung und zum diesbezüglichen Lernen, vgl. exemplarisch Bernardo und Smith (2000).

4.4 Konsumglättung (Verhaltensanpassung I)

Strategie 4.4.1: Null-Strategie

Selbst wenn der Akteur versucht, über den im Abschnitt 4.3 beschriebenen Lernmechanismus den wahren Wert der kritischen Schwelle zu ermitteln, so muß dies nicht bedeuten, daß er gleichzeitig weitere Anstrengungen unternimmt, sich auf seinen intertemporal optimalen Konsumpfad zuzubewegen. Die 'Null-Strategie' geht davon aus, daß der Akteur seinen intendierten Verbrauchsplan nicht zu ändern beabsichtigt. Dies kann dazu führen, daß der Akteur keine dynamisch optimalen Anpassungen vornimmt, sondern statische Ad-hoc-Reduktionen wählt.

Strategie 4.4.2: Konsumglättung

Von einem rationalen Akteur kann erwartet werden, daß er die mittels Lernen (Abschnitt 4.3) generierte Erkenntnis in seiner Planung des optimalen Konsumpfads adäquat berücksichtigt. Zur Modellierung sind mehrere Annahmen erforderlich:

Annahmen 4.4.2:

1. Der Akteur weiß aufgrund der verteilungsspezifischen Annahmen, daß es aufgrund der Eigenschaften der (asymptotischen) Erwartungstreue optimal ist, die im aktuellen Schätzer akkumulierten Informationen im Kalkül zu berücksichtigen, um dadurch die Implikationen für seinen intertemporalen Konsumpfad zu glätten.
2. Vollkommener Kapitalmarkt: Soll- und Habenzinsen sind identisch.
3. Der Akteur begeht bei der Erwartungsbildung keine systematischen Fehler, auf welche die Verhaltensökonomie hinweist.³¹

Regeln 4.4.2:

Zusätzlich zu den Regeln (4.3) gilt:

1. Nachdem der Planer den temporären Wert des Schwellenwertes \tilde{a}_t bestimmt hat, vergleicht der Akteur diesen mit dem Wert \tilde{a}_t^e , den er aufgrund seiner Lernregel (4.3) gebildet hat.
2. Weicht die temporäre Ausprägung des Schwellenwertes \tilde{a}_t vom erwarteten temporären Mittelwert \tilde{a}_t^e ab, so wird der Akteur durch Sparen ($s_t > 0$) und Entsparen ($s_t < 0$) versuchen,

³¹ So gehen zahlreiche Ansätze der Verhaltensökonomie davon aus, daß sich Menschen in komplexen Entscheidungssituationen sogenannter Heuristiken oder Daumenregeln bedienen. Die damit induzierten systematischen Fehler führen häufig zu Verzerrungen gegenüber dem optimalen Verhalten (vgl. Rabin 1998).

den Fall $\tilde{a}_t^e \equiv \tilde{a}_t$ zu simulieren, in welchem sein subjektiver Erwartungswert dem temporären Schwellenwert entspricht.

Sparen glättet den Konsum: Bei konsequenter Anwendung schützt es den Akteur gegenüber Fällen, in denen er temporär bestraft werden würde, obwohl sein Konsum unterhalb des 'wahren' Schwellenwertes angesiedelt ist. Die intertemporale Budgetglättung erfolgt mit Hilfe des temporären Kapitalstocks S_t der zu diesem Zweck eingerichtet wird. Wurde bereits aus der Vorperiode erspartes Kapital $[S_{t-1}]$ übernommen und erhöht sich dieses in der Gegenwart um s_t , so vergrößert sich der Kapitalstock S_t gemäß:

$$(31) \quad S_t = S_{t-1} + s_t$$

Tabelle 1 stellt eine Übersicht der Daumenregeln zur sequentiellen Konsumglättung dar. Die zweite Spalte reflektiert die Beziehungen zwischen faktischem Konsum a_t , subjektivem Erwartungswert \tilde{a}_t^e und temporärem Schwellenwert \tilde{a}_t , welche die Grundlagen für die spezifische Entscheidungen (Spalte 3) bilden. Die jeweilige Höhe (Spalte 4) wird dabei durch die entsprechende Konstellation der Variablen in Spalte 2 bestimmt. Da bezüglich der Fälle, in denen der tatsächliche Konsum in Periode t , d. h. a_t , unterhalb von erwarteter und tatsächlicher kritischer Grenze liegt, somit bei denen der Parameter γ den Wert 0 annimmt, kein Lernverhalten erforderlich ist, müssen je nach Lage von \tilde{a}_t^e und \tilde{a}_t zu a_t sechs (von insgesamt 13 möglichen) Fällen unterschieden werden.^{32, 33}

In den Fällen 1, 4 und 5 liegt der subjektive Erwartungswert \tilde{a}_t^e unterhalb des temporären Schwellenwerts \tilde{a}_t . Der Akteur wird hinsichtlich dieser Spanne nicht oder lediglich partiell - nach Maßgabe des aktuellen Konsumniveaus - bestraft. Um künftige subjektiv ungerechtfertigte Bestrafungen zu kompensieren, ist hierbei Sparen erforderlich. Vice versa gilt dies auch bei faktischer Bestrafung in den Fällen $\tilde{a}_t^e > \tilde{a}_t$ (Fälle 2, 3 und 6). Muß der Akteur zur Deckung seiner intertemporalen Budgetgleichung dabei Schulden aufnehmen, da das akkumulierte Kapital nicht ausreicht, so kann er dies annahmegemäß zum konstanten Zinssatz r tun. Es wird in diesem Zu

³² Die übrigen sieben Fälle sind weder für das Sparen noch für das Entsparen von Bedeutung, da hierbei etwa der tatsächliche und der erwartete (temporäre) Schwellenwert übereinstimmen, bzw. der faktische Konsum unterhalb von beiden liegt.

³³ Anzumerken wäre, daß die in den Fällen 1 bis 3 beschriebene Reihenfolge der Konstellationen in bezug auf den wahren Wert des Mittelwerts nicht gleich sein muß.

sammenhang vollkommenes Kapitalmarktgleichgewicht unterstellt, d. h. Soll- und Habenzinsen unterscheiden sich nicht.

Tabelle 1: Daumenregel zur sequentiellen Konsumglättung

Fall	Relation	Sparen/ Entsparen	Faustregel: Veränderung des (endogenen) Einkommens
1	$a_t > \tilde{a}_t > \tilde{a}_t^e$	Sparen	$\mathcal{G}(\tilde{a}_t - \tilde{a}_t^e)$
2	$a_t > \tilde{a}_t^e > \tilde{a}_t$	Entsparen	$\mathcal{G}(\tilde{a}_t^e - \tilde{a}_t)$
3	$\tilde{a}_t^e > a_t > \tilde{a}_t$	Entsparen	$\mathcal{G}(a_t - \tilde{a}_t)$
4	$\tilde{a}_t > a_t > \tilde{a}_t^e$	Sparen	$\mathcal{G}(a_t - \tilde{a}_t^e)$
5	$a_t = \tilde{a}_t > \tilde{a}_t^e$	Sparen	$\mathcal{G}(a_t - \tilde{a}_t^e) = \mathcal{G}(\tilde{a}_t - \tilde{a}_t^e)$
6	$a_t = \tilde{a}_t^e > \tilde{a}_t$	Entsparen	$\mathcal{G}(a_t - \tilde{a}_t) = \mathcal{G}(\tilde{a}_t^e - \tilde{a}_t)$

Weicht der Akteur nicht von seiner Bayes'schen Lernregel ab und glättet er intertemporal sein Budget, so führt dies aufgrund der unterstellten Annahmen automatisch dazu, daß mit fortschreitender Zeit der Umfang von Ersparnis bzw. Verschuldung gegen Null strebt.

4.5 Anpassung und Reoptimierung (Verhaltensanpassung II)

Unter der Annahme, daß der Akteur unmittelbar nach Einführung der Einkommensreduktion vom sozialen Planer aufgrund der Diskrepanz zum temporären Schwellenwert bestraft wird, folgt unmittelbar, daß sich der Akteur gegenüber dem Ausgangsszenario schlechter stellt: Das niedrigere Budget hat die Verminderung mindestens einer Konsumvariable zur Folge. Trotz des damit verbundenen materiellen Anreizes sowie des in Abschnitt 4.3 modellierten Lernverhaltens muß dies jedoch nicht notwendigerweise bedeuten, daß der Akteur seinen gesundheitsschädlichen Konsum einschränkt. In zahlreichen Lernmodellen wird zwar generell angenommen, daß eine Konvergenz auf kognitiver Ebene automatisch zu einer Konvergenz auf der Handlungsebene führt. Im vorliegenden Fall ist diese Situation nicht automatisch gegeben, da die faktische Anpassung zum neuen optimalen Konsumpfad mit Anpassungskosten verbunden ist. Ein rationaler Akteur wird nur dann sein Konsumverhalten ändern, wenn es sich deshalb für ihn 'lohnt', von seinem bisherigen Verhalten abzuweichen.

Annahmen 4.5:

Es gelten folgende Übergangsbedingungen zum Zeitpunkt der Wende, der mit τ bezeichnet wird: $\tau \in t$, mit $t = 0, 1, \dots, \tau, \dots, \hat{T}$, wobei der endogene Todeszeitpunkt identisch mit der in Gleichung (7) bestimmten Menge möglicher Todeszeitpunkte ist, sowie:

1. Einkommen: Für τ gilt: $Y_{t=\tau} = Y_{\tau} + \Psi_{\tau} \mid \gamma = 0$: Wird der Akteur zum Zeitpunkt der Wende nicht für ein übermäßiges Konsumniveau bestraft, so verfügt er auf Basis der beiden Einkommenskomponenten Y_{τ} und Ψ_{τ} über ein Gesamteinkommen, das dem fixen, exogenen Einkommen (unmittelbar) vor der Wende entspricht.
2. Konsumverhalten: Der Akteur behält bis zum Zeitpunkt der ersten Verhaltenshaltensanpassung seinen ex ante ermittelten Konsumpfad $a^*(t)$ bei. Beschließt der Akteur, seinen Konsumpfad zu verändern, so erfolgt dies lediglich aufgrund der Anreizwirkung der Einkommensreduktion und eines als suboptimal hoch empfundenen Konsumniveaus. Eine generelle (endogene) Veränderung der Präferenzen aufgrund der neuen ökonomischen Rahmenbedingung wird ausgeschlossen.
3. Preiseffekte: Es wird unterstellt, daß sich weder der Preis des gesundheitsschädlichen Gutes noch der Relativpreis zum gewöhnlichen Konsumgut ändern.

Im folgenden werden drei verschiedene Strategien der Anpassung vorgestellt, die sich in bezug auf den berücksichtigten Planungshorizont unterscheiden und unterschiedliche Implikationen besitzen:

4.5.1 Statische Anpassung

Die statische (Ad-hoc)-Anpassung geht davon aus, daß der Akteur auf Basis des realisierten Schwellenwertes der vorangegangenen Periode $t - 1$, seines bisherigen Konsumniveaus der Güter x und a sowie unter Maßgabe seiner Präferenzen ohne Berücksichtigung künftiger Implikationen seiner Handlung entscheidet, ob er sein Nachfrageverhalten verändert. Wesentlich ist dabei der konkrete Verlauf der marginalen Anpassungskostenfunktion (MAC). In der folgenden Abbildung 3 werden drei Szenarien analysiert: Während dem Fall (a) konstante Grenzkosten zugrunde gelegt werden, bildet (b) steigende Grenzkosten ab: mit zunehmender Mengenreduktion steigen die Kosten, die in Nutzeinheiten gemessen werden, an. Vice versa skizziert (c) den Fall sinkender marginaler Anpassungskosten. Im jeweiligen Achsenkreuz wird auf der Abszisse der gesundheitsrelevante Konsum a und auf der Ordinate der gewöhnliche Konsum x abgetragen. Die ex-ante Budgetgerade wird durch BR^0 bezeichnet. Wird der für die Analyse relevante Sach

verhält unterstellt, daß der faktische Konsum (hier: der ex-ante optimale Konsum a^*) den Schwellenwert übersteigt, so besitzt die ex-post-Budgetrestriktion BR^l eine Sprungstelle, da gesellschaftlich suboptimaler Konsum bestraft wird. Da das Preisverhältnis zwischen beiden Gütern gleich bleibt, führt dies nach Maßgabe des Bestrafungsniveaus zu einer Verschiebung der Budgetgerade Richtung Ursprung.³⁴ Da der Akteur nach der Bestimmung des temporären Schwellenwertes durch den sozialen Planer nicht unmittelbar reoptimieren und qua definitionem die Höhe seines gesundheitsrelevantem Konsums nicht mehr verändern kann, wird die Höhe seines gewöhnlichen Konsums x^l einerseits durch die modifizierte Budgetgerade BR^l , andererseits durch den Umfang des gesundheitsschädlichen Konsums (hier: $a^* = a^l$) determiniert. Die Diskrepanz $x^* - x^l$ zeigt somit die Bestrafung in (mit dem entsprechenden Preis bewerteten) Mengeneinheiten des Gutes x an, auf die der Konsument verzichten muß.

Da der Konsument im statischen Fall davon ausgeht, daß der Schwellenwert der gegenwärtigen Periode ebenfalls maßgeblich für die folgende Periode (hier mit dem Index 2 bezeichnet) ist, ermittelt der Akteur auf dieser Grundlage unter Berücksichtigung des funktionalen Verlaufs der Anpassungskosten und seiner Präferenzen, inwieweit für ihn die Abweichung vom bisherigen Konsumbündel (a^l, x^l) vorteilhaft ist. Dabei werden im statischen Fall künftige Implikationen, wie etwa künftige Nutzengewinne bzw. -verluste, ausgeklammert. Der Akteur wird seine Nachfrage nach dem gesundheitsschädlichen Gut reduzieren, wenn die Konsumreduktion und die damit verbundene geringere Bestrafung (= höheres verfügbares Einkommen) trotz anfallender Anpassungskosten gegenüber der vorangegangenen Situation die Realisierung eines höheren Nutzenniveaus ermöglicht. Die Ermittlung der (neuen) optimalen Nachfrage wird mittels der Marginalbedingung, d. h. durch den Tangentialpunkt der Budgetgerade mit der höchsten erreichbaren Indifferenzkurve, bestimmt. Generell gilt dabei im Gleichgewicht³⁵:

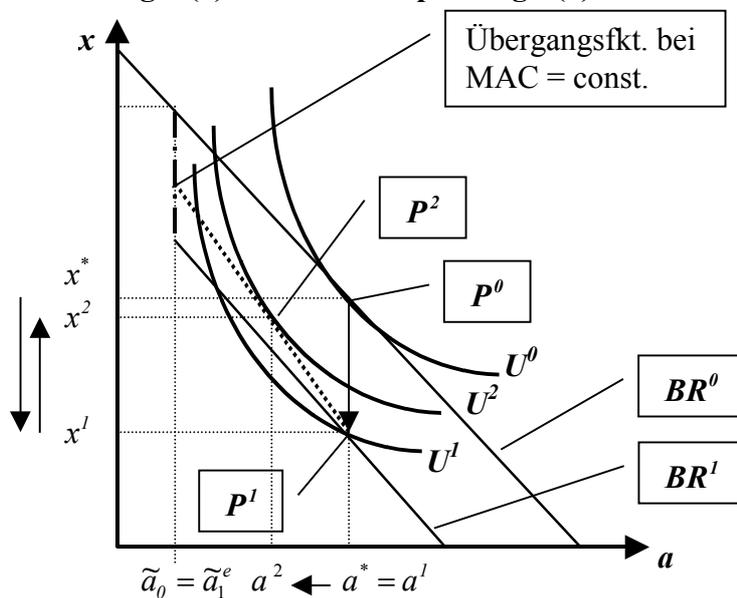
$$(32) \quad \frac{U_a - \Gamma C_a(\kappa + a \cdot \kappa_a)}{U_x} = \wp \cdot \mathcal{G} \cdot \Psi + p,$$

d. h. das Netto-Grenznutzenverhältnis muß dem modifizierten Relativpreis $\wp \cdot \mathcal{G} \cdot \Psi + p$ entsprechen. Da sich gemäß Annahme die anpassungsbedingten Kosten als Disutility niederschlagen, führt dies dazu, daß bei Konsumreduktion des gesundheitsschädlichen Gutes nicht mehr das ansonsten realisierbare Nutzenniveau erreichbar ist. Um die andernfalls komplexe Darstellung zu reduzieren, werden in Abbildung 3 (a) – (c) die marginalen Anpassungskosten (MAC) mittels

³⁴ Eine größere Diskrepanz zwischen Schwellenwert und de-facto-Konsum hätte somit in der Darstellung eine umfangreichere Verschiebung zur Folge gehabt.

einer Übergangsfunktion dargestellt. Sie hat jeweils ihren Ursprung in der Ausgangssituation P^1 und kennzeichnet dabei, daß eine Konsumreduktion des gesundheitsschädlichen Gutes zu einer erwarteten Verminderung der Bestrafung, somit zu einem höheren Budget und damit zu einem Bruttonutzengewinn führt. Wird dadurch der Nutzenverlust durch die Anpassungskosten überkompensiert, so verläuft die Übergangsfunktion oberhalb der Budgetrestriktion BR^1 . Dies stellt die notwendige Bedingung für die Anpassungsreaktion des Konsumenten dar. Eine Anpassung ist dann für den Akteur optimal, wenn es einen Tangentialpunkt mit dem Indifferenzkurvensystem des Akteurs gibt.

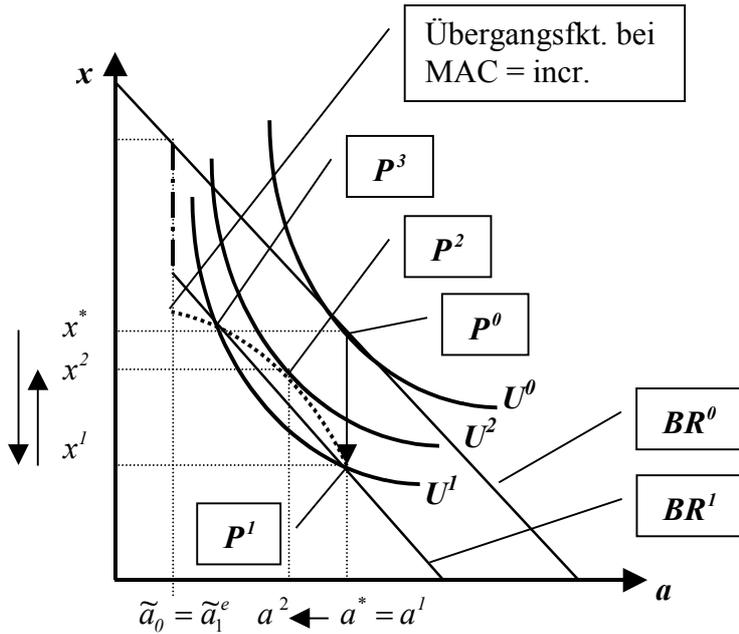
Abbildung 3 (a): Statische Anpassung - (a) konstante Grenzkosten der Anpassung



Wie aus Abbildung 3 (a) ersichtlich ist, besitzt die Übergangsfunktion im Fall konstanter Grenzkosten einen linearen Verlauf. Da sich rechts oberhalb von BR^1 ein Tangentialpunkt mit einer höheren Indifferenzkurve U^2 im Punkt P^2 einstellt, ist es für den Akteur optimal, sein gesundheitsschädliches Verhalten zugunsten des gewöhnlichen Konsums zu reduzieren.

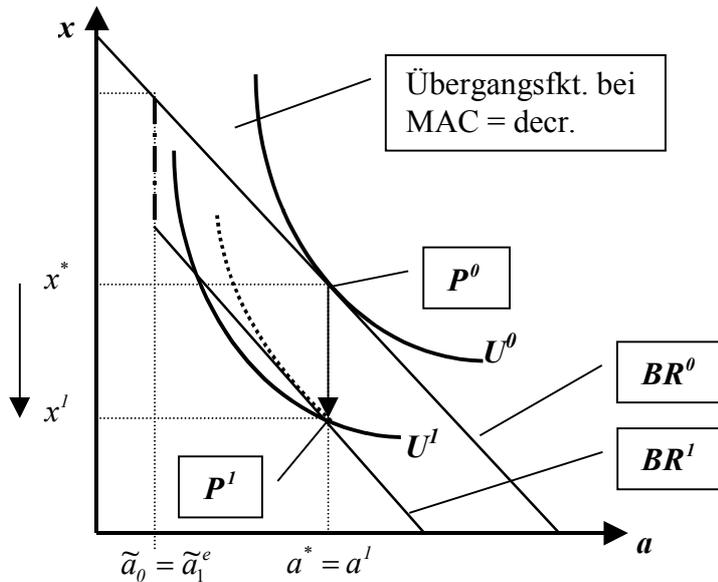
³⁵ Vgl. dazu die Ausführungen zu Gleichung (20), S. 19.

Abbildung 3 (b): steigende Grenzkosten der Anpassung



Falls eine steigende Konsumreduktion hierbei mit zunehmendem Grenznutzenverlust verbunden ist, existiert ein Bereich, der in Abbildung 3 b) durch den Abschnitt oberhalb der Indifferenzkurve U^1 beschrieben wird, in dem sich der Akteur gegenüber der Ausgangssituation verbessern kann. Die Punkte P^0 und P^3 kennzeichnen den Bereich, in dem durch Anpassung Nettogewinne möglich sind. Stellen links von P^3 lassen sich dadurch charakterisieren, daß Einkommensgewinne, die das Individuum aufgrund seiner Konsumreduktion erzielt, zwar zur Erhöhung seines Bruttonutzens führt, aufgrund der ansteigenden Grenzentzugskosten sinkt das Nettogewinnniveau jedoch gegenüber der Ausgangssituation ab. Das optimale Entzugsniveau P^2 wird durch den Tangentialpunkt der Übergangsfunktion mit der höchsten erreichbaren Indifferenzkurve U^2 beschrieben. Im vorliegenden Fall beträgt er $(a^* = a^1) - a^2$.

Abbildung 3 (c): sinkende Grenzkosten der Anpassung



Sinkende Grenzkosten der Anpassung (Abbildung 3 c) implizieren, daß jede zusätzliche Konsumreduktion relativ weniger Nutzeneinbuße bedingt. Im Unterschied zu den anderen Szenarien ist im vorliegenden Fall keine generelle Aussage möglich: Die konkrete Lage von Indifferenzkurven und Übergangsfunktion bestimmen die qualitative Lösung. Überlagert sich die Übergangsfunktion mit der Indifferenzkurve U^1 , so ist durch eine Verhaltensänderung weder Nutzengewinn noch –verlust realisierbar. Die Lösung bleibt undeterminiert, somit einer willkürlichen Wahl des Konsumenten überlassen. Verläuft die Übergangsfunktion im Bereich $[\tilde{a}_0 = \tilde{a}_1^e; a^* = a^1]$ rechts der Budgetgerade BR^1 , so sind zwei Gleichgewichtsmöglichkeiten denkbar: Im Fall einer sehr steil verlaufenden Übergangsfunktion (dargestelltes Szenario) kann die Beibehaltung des bisherigen Konsumniveaus ($a^* = a^1$) optimal sein, da kein Tangentialpunkt der Übergangsfunktion mit einer höheren Indifferenzkurve existiert. Die Übergangsfunktion markiert zwar realisierbare Nettonutzengewinne, die aufgrund des Einkommenseffektes, d. h. der erwarteten geringeren Bestrafung, sowie der sinkenden marginalen Entzugskosten eintreten können. Dies ist jedoch nicht kompatibel mit den Präferenzen des Akteurs.

Die Verminderung im Konsum auf das Niveau des (erwarteten) Schwellenwertes $\tilde{a}_0 = \tilde{a}_1^e$ kann jedoch unter bestimmten Parameterwerten optimal sein. Da Konsumreduktionen darüber hinaus einerseits das erwartete Einkommen nicht mehr erhöhen, andererseits weiterhin (sinkende marginale) Anpassungskosten auftreten, wird durch $\tilde{a}_0 = \tilde{a}_1^e$ eine Knickstelle in der Übergangsfunktion bezeichnet, welche Tangentialpunkt mit einer Indifferenzkurve U^2 , mit $U^0 > U^2 > U^1$, sein kann. Markiert $\tilde{a}_0 = \tilde{a}_1^e$ noch eine mögliche optimale Absenkung der gesundheitsschädigenden

Nachfrage, so ist im vorliegenden Modell eine weitere Absenkung, etwa auf das Abstinenz-Niveau nicht optimal, da der statisch optimierende Akteur sein endogenes Einkommen nicht weiter erhöhen und entstehende Anpassungskosten in Nutzeinheiten aufgrund des geringen zeitlichen Horizonts auch nicht andersweitig kompensieren kann.

4.5.2 Stationäre dynamische Anpassung

Im statischen Fall (Abschnitt 4.5.1) spielten lediglich die Auswirkungen auf das unmittelbare gegenwärtige Nutzenniveau eine Rolle. Zusätzlich dazu sind bei der stationären dynamischen Analyse die zukünftigen Konsequenzen gegenwärtigen Handelns von großer Bedeutung. Reduziert etwa der Akteur aufgrund der Anreizwirkung der Einkommensreduktion in der Gegenwart seinen gesundheitsschädlichen Konsum, so wird dadurch ceteris paribus die Akkumulation des Schädigungskapitals $A(t)$ verlangsamt. Automatisch steigt dabei das Alter zum Todeszeitpunkt an, das Ausmaß potentieller künftiger Verluste sinkt. Die Folgen einer marginalen Reduktion schädigenden Konsums können durch partielles Ableiten von Gleichung (10) unter Beachtung von (6) und (17) deutlich gemacht werden:

$$(33) \quad L_a = - \underbrace{\rho \cdot \hat{T}_a}_{-} \underbrace{\left(e^{-\rho \cdot \hat{T}} \right)}_{+} \underbrace{\left[U_a - p \cdot U_x - \Gamma \cdot C_a (\kappa + a \cdot \kappa_a) \right]}_{+} > 0$$

Während das negative Vorzeichen des ersten Terms auf der rechten Seite unmittelbar aus (6) folgt, ist das Vorzeichen des folgenden Terms direkt aufgrund der getroffenen Annahmen größer als Null. Das eindeutig positive Vorzeichen des dritten Terms resultiert unmittelbar aus (19 a) und der Erkenntnis, daß der Schattenpreis des Schädigungskapitalstocks negativ ist. Durch Beachtung des negativen Vorzeichens ist der Gesamtausdruck auf der rechten Seite strikt positive. Zusätzlicher gesundheitsschädlicher Konsum führt zu einer erwarteten Zunahme künftiger potentieller Verluste, während diese vice versa durch einen rückläufigen Verbrauch abnehmen.

Integraler Bestandteil des Modells bildet das Bayes'sche Lernmodell. Da der (temporäre) Erwartungswert direkt aus der/n zurückliegenden Realisation/en des Schwellenwertes bzw. der Schwellenwerte und den Präferenzen abgeleitet wird, bildet der gegenwärtige Erwartungswert den 'besten' Bayes'schen Schätzer. Zusätzliche Spekulationen über ein künftiges Abweichen des wahren vom prognostizierten Wert spielen keine Rolle. Der Akteur nimmt somit im stationären Rahmen an, daß er vor der Entscheidung steht, in der Gegenwart eine seinen Präferenzen gemäßige Anpassung durchzuführen, oder dies zu unterlassen. Methodisch läßt sich dies als Vergleich zweier alternativer abdiskontierter Lebenszeitnutzenströme unter Berücksichtigung von Anpassungskosten darstellen.

Auf Grundlage der Gleichungen (14), (15), (17), (22) und (26) stellt sich das Maximierungsproblem für die Ermittlung eines neuen, aus gegenwärtiger Perspektive optimalen Konsumpfads wie folgt dar, wobei der Akteur den Integrand der Zielfunktion maximiert. Aufgrund der Funktion der Ersparnis (31) im Kontext der Konsumglättung und deren Implikationen für die dynamische Optimierung geht diese nicht in das Optimierungsproblem mit ein.

$$(34) \quad \max_a \left\langle \int_{t=\hat{\tau}}^{\hat{T}} e^{-\rho t} \{U[a, Y + \Psi(1 - \gamma \cdot \mathcal{G}(a - \tilde{a}^e) - p \cdot a, A)] - \Gamma \cdot C(\kappa \cdot a)\} \right\rangle$$

s. t. (2) und (6),

mit den Randwerten

$$(35 \text{ a}) \quad a(\hat{\tau}^-) = a^*(\hat{\tau}^-),$$

$$(35 \text{ b}) \quad A(\hat{\tau}^-) = A_{\hat{\tau}^-},$$

$$(35 \text{ c}) \quad A(\hat{T}) = \left(\frac{a_0 \cdot \delta + a}{\delta} \right) e^{\delta t} - \left(\frac{a}{\delta} \right).$$

Die Zeitindizes wurden unterdrückt. Die explizite Benennung von $t = \hat{\tau}$, etwa in der Anfangsbedingung in (35), weist unmittelbar auf einen Zeitpunkt hin, der mit dem Jahr der ökonomischen Wende $t = \hat{\tau}$ identisch sein kann, aber nicht muß. Im Unterschied zur Bestrafungsfunktion in Gleichung (22) tritt an die Stelle des faktischen temporären Schwellenwertes der auf Grundlage des Bayes'schen Lernmodells ermittelte, aktuelle Erwartungswert. Da annahmegemäß der Kapitalstock zur sequentiellen Konsumglättung (31) lediglich das Bestrafungsniveau simulieren soll, das aufgrund des Lernmodells erwartet wird, steht es im Rahmen der Ermittlung der optimalen Nachfrage nicht zur Disposition.

Unter den in Abschnitt 2 aufgeführten Annahmen läßt sich eine Hamilton-Funktion \hat{H} konstruieren, welche notwendige Bedingungen für ein Optimum liefert, die auch hinreichend sind. Wird angenommen, daß sich dadurch ein optimaler Pfad $a^{**}(t)$ und damit implizit ebenfalls $x^{**}(t)$ ermittelt läßt, lautet die zugehörige Wertfunktion $\hat{V}(a^{**}, x^{**})$, welche die optimale Lösung in Nutzeinheiten abbildet. Da Gleichung (35 a) ausdrückt, daß der Akteur in der letzten Zeiteinheit vor der aktuellen Entscheidung $\hat{\tau}^-$ sein ex-ante optimales Konsumniveau a^* gewählt hat, schließt das Nutzenmaximierungsproblem das Anfallen etwaiger Anpassungskosten in der Gegenwart aufgrund reduziertem gesundheitsschädlichen Verhaltens mit ein. Die Bedingung (34 b) gewährleistet analog die Kontinuität im Schädigungskapitalstock.

Das stationäre Gleichgewicht läßt sich dadurch kennzeichnen, daß sich der Schädigungskapitalstock $A(t)$ nicht (mehr) ändert, somit

$$(36) \quad \dot{A} = 0 \rightarrow a = \delta A$$

gilt. Die stationäre Optimierung liefert folgende Gleichgewichtsbedingung:

$$(37) \quad \frac{U_A}{U_x} + \frac{U_a}{U_x} - \Gamma(\kappa + a \cdot \kappa_a) \frac{C_a}{U_x} = (\rho + \delta)(\gamma \cdot \vartheta \cdot \Psi + p)$$

Dabei ist der Unterschied zu Gleichung (32) offensichtlich: Gleichung (37) berücksichtigt ferner die Implikationen des durch das Schädigungskapital generierten Disnutzens U_A auf der linken Seite sowie Zeitpräferenz- ρ und Regenerierungsrate δ auf der rechten Seite. Mit zunehmender Zeitpräferenzrate verringert sich die nutzenrelevante Bedeutung des Schädigungskapitals.

Ermittelt der Akteur analog auf Basis seiner ex-ante optimalen Entscheidungsvariablen die abdiskontierte Wertfunktion $V(a^*, x^*)$, so wird er sich dann für eine Verhaltensanpassung in der Gegenwart entscheiden, wenn die Bedingungen (38) und (39) gelten:

$$(38) \quad \frac{U'(\hat{\tau})}{\rho + \delta} > C'(\tau),$$

d. h. der unmittelbare Grenznutzen muß die Genzkosten der ersten Anpassungskosteneinheit übertreffen, wobei die Diskontierung und die Regenerierung des Schädigungskapitalstocks zu berücksichtigen sind.

$$(39) \quad \hat{V}(a^{**}, x^{**}) > V(a^*, x^*).$$

Liefern beide Funktionen denselben Wert, so bleibt das Verhalten undeterminiert. Liefert $\hat{V}(\cdot)$ einen geringeren Wert, so bedingt optimales Verhalten die Beibehaltung des bisherigen Konsumpfades. Im Gleichgewicht sind dabei die augenblicklichen Anpassungskosten einer zusätzlichen Mengenreduktion gleich dem Gegenwartswert des künftigen Nettonutzengewinns, der dadurch induziert wird.

Die Überlegungen aus dem statischen Fall lassen sich weitgehend auf das stationäre Szenario übertragen: Existiert eine Übergangsfunktion, die zumindest abschnittsweise einen Bereich mit Nettonutzengewinnen kennzeichnet, so ist eine Verhaltensreduktion möglich. Ob und in welchem Umfang diese aus individueller Perspektive optimal ist, hängt von der spezifischen Grenzkostenfunktion ab. So ist die Anpassung im Fall eines Gutes mit schwachem Suchtcharakter (ansteigenden Grenzkosten) bzw. bei konstanten Grenzkosten wahrscheinlich, im Fall starker Sucht (sinkende Grenzkosten) kann davon ausgegangen werden, daß die nutzenmaximale Verminde

rung auf das Niveau des erwarteten Schwellenwerts nur dann erfolgt, falls dies mit den intertemporalen Präferenzen kompatibel ist. Bei allen anderen Variationen ist es bei sinkenden Grenzkosten optimal, den gesundheitsschädlichen Konsum nicht zu reduzieren.

Werden der Relativpreis p sowie die Einkommensgrößen Y und Ψ konstant gehalten, so bildet die subjektive Zeitpräferenz ρ eine kritische Größe. Wird der statische Fall als Analyse eines vollkommen myopischen Konsumenten interpretiert, welcher der Zukunft keine Bedeutung beimißt, bei der die Zeitpräferenzrate demnach gegen unendlich geht, so wird ersichtlich, daß grundsätzlich die Wahrscheinlichkeit für eine Verhaltensänderung mit sinkender Gegenwartspräferenz ceteris paribus ansteigt.

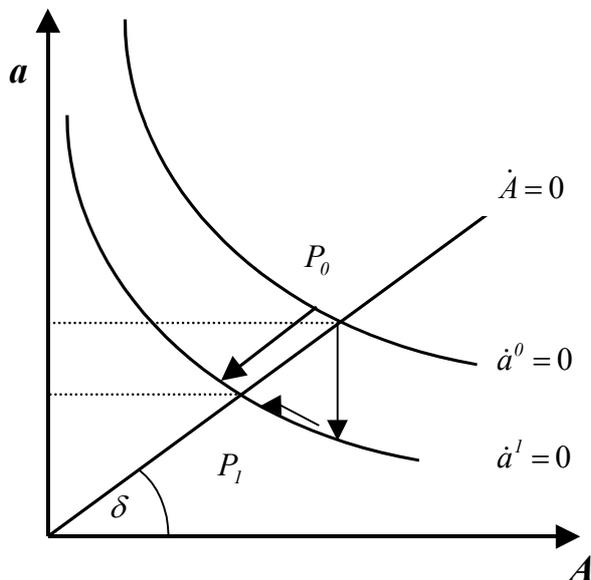
4.5.3 Dynamische Anpassung im Rahmen der Pfadoptimierung³⁶

Die stationäre dynamische Optimierung zielt nicht auf eine *intertemporale* Rationalität ab. Zwar berücksichtigt der Akteur im stationären Fall (Strategie 4.5.2) den abdiskontierten zusätzlichen Nutzen, der aufgrund eines längeren Lebens realisierbar ist; sowie die negativen Folgen des Schädigungskapitals - durch die Projektion auf die Gegenwart werden jedoch wichtige Aspekte der Anpassungskosten aus der Analyse ausgeklammert. Zwei Implikationen treten hierbei in den Vordergrund: Da der Akteur erstens keine weitere erforderliche Anpassung erwartet, könnte es für ihn sinnvoll sein, die Anpassung nicht sofort in vollem Umfang zu betreiben, sondern auf mehrere Zeiteinheiten aufzuteilen. Dies wäre gleichbedeutend mit einer Einbettung der Anpassung in den optimalen Konsumpfad. Zweitens wurde bislang auf die Problematik von Eindeutigkeit und Stabilität der Lösung nur am Rande eingegangen. Per Annahme wurden diese unterstellt. Obwohl die Annahme der Konkavität der Hamilton-Funktion gewährleistet, daß es eine optimale Trajektorie gibt, die zu einem stabilen Steady-State führt, wird dadurch nicht ausgeschlossen, daß es nicht zu mehreren Steady-States kommen kann. Anpassungskosten bilden in diesem Kontext funktionale Schwachstellen, die zu instabilen Steady-States führen können.

³⁶ Eine direkte Verbindung zwischen einem bayes'schem Lernmodell und nicht-stationärer Verhaltensanpassung bietet etwa der Ansatz von Rieder (1975). Auch Feldman und Spagat (1995) betrachten ein Lern- und Verhaltensmodell, bei dem der Akteur auf bayesianische Weise lernt, dessen faktischer Anpassungsprozeß jedoch durch das Vorhandensein von Anpassungskosten erschwert wird. Zur Ableitung einer optimalen Handlungsweise bedienen sich die Autoren eines Optimal-Control-Rahmens. Obwohl das Model in einen dynamischen Optimierungsrahmen eingebettet ist, erfolgt die faktische Verhaltensanpassung des Akteurs nicht aufgrund von Kosten- und Nutzenüberlegungen. Als Instrument zur faktischen Verhaltensanpassung verwenden die Autoren das Konzept der sogenannten Übergangswahrscheinlichkeit.

Im vorliegenden Fall bietet sich eine qualitative Analyse der optimalen dynamischen Anpassung im Phasenraum an. Die formale Herleitung, die auf den bisherigen Überlegungen beruht, ist im Anhang dokumentiert. Die folgende Abbildung 4 stellt die ex-post – ex-ante – Problematik nach der Einführung der Bestrafung eines suboptimal hohen Konsums ohne Anpassung im allgemeinen Fall dar, dabei wird der Umfang des gesundheitsrelevanten Konsums a auf der Ordinate, die Höhe des Schädigungskapitalstocks A auf der Abszisse abgetragen. Es wird angenommen, daß sich der Konsument unmittelbar vor dem Zeitpunkt der Wende in einem stabilen Gleichgewichtspunkt im Phasendiagramm befand. Dieser läßt sich dadurch charakterisieren, daß er im Schnittpunkt der beiden Isoklinen³⁷ $\dot{A} = 0$ und $\dot{a}^0 = 0$ liegt (Punkt P_0), welche angeben, wo die Lösungstrajektorien senkrechte bzw. waagrechte Tangenten besitzen. Wird ein Akteur mit suboptimal hohem gesundheitsschädlichem Konsum unterstellt, so impliziert die Einführung der Bestrafung in Form einer Einkommensreduktion, daß das bisherige Steady State für ihn langfristig suboptimal ist. Da sich, wie aus Gleichung (A 8) im Anhang ersichtlich, im vorliegenden Fall die Isokline $\dot{a}^0 = 0$ nach links unten verschiebt (neue Lage \dot{a}^1), ist es für den Akteur sinnvoll, sich auf das neue Steady State (Punkt P_1) zuzubewegen. Dies wird durch die Pfeilrichtung zum Ausdruck gebracht. Der Zustands- Kontroll-Raum verdeutlicht, daß es generell verschiedene Möglichkeiten gibt, Punkt P_0 zu realisieren.

Abbildung 4: Suboptimal hoher Konsum und Steady State



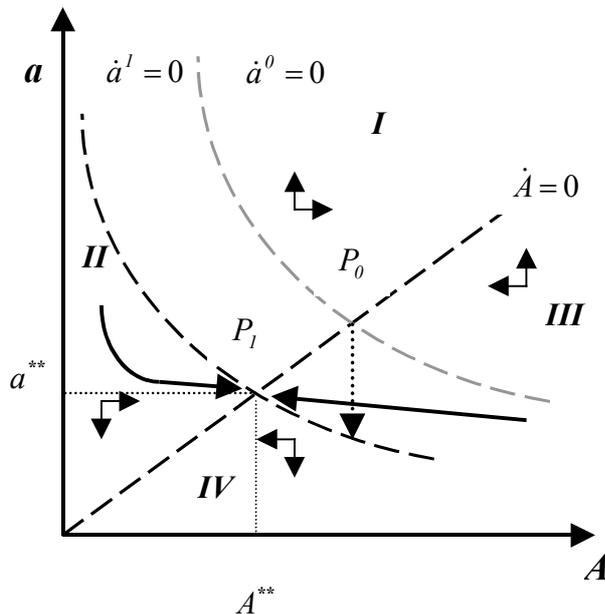
³⁷ Isoklinen bezeichnen Punktmengen konstanter Steigung der Trajektorie.

Dabei gilt jedoch: Der Akteur vermag nicht, mittels eines einmaligen diskreten Sprungs die neue, langfristig optimale $(a; A)$ Kombination im Punkt P_1 zu erreichen. Der Schädigungskapitalstock kann lediglich über die Kontrollvariable a , d. h. über das gesundheitsrelevante Verhalten adjustiert werden. Zwei zeitliche Effekte müssen dabei unterschieden werden: Die *kurzfristige* Reaktion des Akteurs besteht darin, das gesundheitsschädliche Konsumniveau von der ex-ante- auf die ex-post-Isokline zu reduzieren (Sprung nach unten), *langfristig* wird er versuchen, sich auf der \dot{a} -Isokline auf den neuen Sattelpunkt P_1 zuzubewegen. Der optimale Anpassungspfad wird im allgemeinen Fall durch Gleichung (A 4) – siehe Anhang – beschrieben. Wird die funktionale Form der Anpassungskosten näher spezifiziert, so lassen sich daraus folgende Aussagen ableiten:

Im Fall linearer Grenzkosten lohnt es sich für den Akteur nicht, die optimale Anpassung zu verschieben. Dies folgt unmittelbar aus der Tatsache, daß jede reduzierte Mengeneinheit gleich viel Nutzen kostet. Zwar kann das Gewicht von nutzensenkenden Anpassungskosten in der Gegenwart durch Verlagerung in die Zukunft vermindert werden, da nicht realisierte Nutzengewinne jedoch auf der anderen Seite mit derselben Zeitpräferenzrate ρ abdiskontiert werden, verliert der Akteur durch eine Verzögerungsstrategie per Saldo mehr Lebenszeitnutzen, so daß diese Strategie für ihn unter Optimalitätsaspekten ausscheidet. Analog zum statischen Fall, bei dem sich die Anpassung des Konsums bei sinkenden Grenzkosten, d. h. bei starker Sucht, nur bei bestimmten Parameterkombinationen einstellt, ist es für den Akteur auch intertemporal nur in Spezialfällen optimal, sein bisheriges Konsumniveau zu reduzieren. Im Fall steigender Grenzkosten reagiert er mit einer graduellen Anpassungsstrategie, bei welcher er gemäß seiner Marginalbedingung in der Gegenwart sein Konsumniveau reduziert, wobei es in der Zukunft zu weiteren Anpassungsschritten kommen kann. Letztgenannte Strategie kann dadurch erklärt werden, daß Wirtschaftssubjekte im Bestreben, ihre induzierten Anpassungskosten zu minimieren, dies im Falle steigender Grenzkosten bei bestimmten Parameterkonstellationen erzielen können, indem die Anpassung partitioniert und somit über eine gewisse Distanz gestreckt wird.

In bezug auf seinen Anpassungspfad ist es dabei von Interesse, ob es dem Akteur möglich ist, nach der Durchführung sämtlicher Anpassungsschritte erneut einen stabilen Steady-State zu erreichen, in welchem keine Veränderung von a und A mehr erforderlich ist. Dies wird in der folgenden Abbildung 5 mittels einer dynamischen Sensitivitätsanalyse veranschaulicht:

Abbildung 5: Phasendiagramm im Fall konvexer Anpassungskosten



In der Darstellung sind die Isoklinen der Abbildung 4 zu erkennen. Wie in Abbildung 5 ersichtlich, wird durch die Isoklinenpaare (\dot{A}, \dot{a}^o) , bzw. (\dot{A}, \dot{a}^l) die (A, a) -Ebene jeweils in vier Regionen (I, II, III, IV) geteilt. Die Orientierung der Lösungstrajektorien in den einzelnen Regionen folgt unmittelbar aus der (angenommenen) negativen Jacobi-Determinante³⁸ und ist durch je ein Pfeilepaar gekennzeichnet. Wie ersichtlich verläßt ein einmal in die Regionen I bzw. IV eingetretener Pfad diese Gebiete nicht mehr und entfernt sich immer weiter vom Gleichgewicht. Da angenommen wird, daß die hinreichenden Bedingungen (Konkavität der Hamilton-Funktion, Grenztransversalitätsbedingung) erfüllt sind, markiert somit der stabile, monoton fallende Sattelpunktpfad (dicke Pfeile) in den Regionen II und III die optimale Lösungstrajektorie des vorliegenden Modells. Liegt die unmittelbare Reaktion des Akteurs in der Verminderung des gesundheitsschädlichen Konsumniveaus, so bringt ihn dies im vorliegenden Fall auf den steigenden stabilen Arm des Sattelpunktpfades, der sukzessive gegen das neue, langfristig stabile Wachstumsgleichgewicht P_1 (mit a^{**}, A^{**}) konvergiert. Wie unschwer zu erkennen ist, sind alle anderen möglichen Pfade entweder unzulässig, oder sie führen gegen unendlich hohe Wertekombinationen von (A, a) , die sicherlich nicht optimal sind. Der ebenfalls eingezeichnete fallende Sattelpunktpfad ist für das vorliegende Modell nicht relevant, da er lediglich Handlungsanweisungen für einen ex-ante suboptimal niedrigen Kapitalstock liefert.

³⁸ Vgl. dazu die Anmerkungen im Anhang.

Auf eine Reihe spezifischer Besonderheiten und ihre Folgen für die intertemporale Optimierung, die jedoch für die Thematik der vorliegenden Arbeit von Interesse sind, kann nur kurz eingegangen werden. So kann etwa das Auftreten von Anpassungskosten unter bestimmten Bedingungen zur Destabilisierung eines ansonsten stabilen Steady-States führen (vgl. Feichtinger u. a. (1994))

Auf die allgemeine Bedeutung der funktionalen Annahmen hinsichtlich der Zielfunktion in bezug auf Existenz, Eindeutigkeit und Stabilität des Gleichgewichts wurde bereits oben hingewiesen. Adäquate Probleme stellen sich ein, wenn man von einem idealtypischen Verlauf der Grenzkostenfunktionen (linear, konvex) abrückt und abschnittsweise definierte Anpassungskosten zuläßt. Neuere Arbeiten zur optimalen Kontrolltheorie fokussieren darüber hinaus auch auf die Bedeutung der Anfangsbedingung(en) (history dependence) für das Erreichen einer optimalen Lösung (vgl. exemplarisch Deissenberg u. a. (2001)). Aufgrund der Erfordernis der Stetigkeit im Lebenszyklus wurde in der vorliegenden Arbeit unterstellt, daß die ex-post-Anfangsbedingungen die Folge der ex-ante-Optimierung bilden. Diese können sich jedoch als suboptimal für eine Bewegung hin zum neuen stabilen Gleichgewicht erweisen. Vice versa kann das Vorliegen mehrerer Gleichgewichte sowie eines separierenden Skiba-Punktes in diesem Zusammenhang erklären, warum Menschen unterschiedliche Konsumpfade einschlagen.

Gerade bei der Existenz mehrerer Steady-States, von denen einige durch Instabilität gekennzeichnet werden können, kann das Auftreten von Schocks im Drogenkonsum zu Konvergenz hin zu einem instabilen Gleichgewicht führen (vgl. Orphanides und Zervos (1995), (1998)). Die Implikationen für das gesundheitsrelevante Verhalten in ökonomischen Transformationsökonomien liegen auf der Hand.

4.6 Interpretation

Es wurde gezeigt, daß sich sinkende, konstante und steigende Grenzkosten generell unterschiedlich auf die faktische Anpassungsdynamik auswirken. Wird die von Suranovich u. a. (1999) vorgeschlagene Interpretation von Anpassungskosten in bezug auf Güter mit Suchtcharakter verwendet und werden steigende (sinkende) Anpassungskosten mit geringer (starker) Sucht gleichgesetzt, so lassen sich die im Abschnitt 2 aufgeführten Tendenzen des Gesundheitsverhaltens, die generell keiner einheitlichen Entwicklung unterliegen, näherungsweise so interpretieren, daß die explizite Einführung einer individuellen Bestrafung für einen gesellschaftlich suboptimal hohen Konsum innerhalb eines ökonomischen Rahmens zu Anpassungsreaktionen der betroffenen Akteure führen kann. Dabei liegt die Vermutung nahe, daß eine anreizinduzierte Anpassung nicht erfolgt, wenn der Ansporn durch andere Effekte, wie bspw. Arbeitslosigkeit oder Peer-Group-Effekte, überlagert wird. Wird Anpassung betrieben, so erhöht eine zunehmende Berück

sichtigung der Zukunft in den Fällen konstanter und steigender Grenzkosten, d. h. bei sinkendem Suchtgrad, ceteris paribus die Wahrscheinlichkeit einer faktischen Angleichung. In der vorliegenden Analyse der Verhaltensanpassung wurde lediglich die erste Reaktion des Akteurs nach Einführung der Bestrafung eines suboptimal hohen Konsums untersucht. Es versteht sich von selbst, daß sich das vorliegende Ergebnis auch auf eine Reihe subsektiver Anpassungsentscheidungen übertragen läßt. Aufgrund der Verbesserung seines Informationsstandes hinsichtlich des wahren Wertes der Zufallsvariable, \tilde{a}^* und der damit verbundenen Erkenntnis, daß die bis dato gewählte Lösung nicht mehr optimal ist, können diese erforderlich sein. Im Extremfall kann dies einerseits "lebenslanges Lernen", andererseits "mehrmalige Reoptimierung" erforderlich machen.

Die skizzierte mehrstufige Reoptimierung muß nicht notwendigerweise zur Realisierung eines Optimum Optimum führen. Die fast sichere Konvergenz zum wahren Wert im Kontext des kognitiven Lernprozesses ist lediglich innerhalb eines unendlichen Zeithorizonts gewährleistet. Da die Lebensdauer des Akteurs zeitlich begrenzt ist, sowie ferner durch gesundheitsschädliche Aktivitäten weiter verkürzt wird, kann der Fall eintreten, daß der wahre Wert mittels der Lernregel theoretisch erst nach dem eigenen Todeszeitpunkt realisiert werden würde.

5. Erweiterungen

Bislang wurde unterstellt, daß es für den Konsumenten nur *eine* maßgebliche kritische Schwelle gibt. In realiter besteht jedoch der Fall, daß für einen Akteur mehrere maßgebliche Schwellen bestehen können. Neben allgemeinen, staatlichen fixierten Schwellenwerten, die mit monetären Einbußen gekoppelt sind, bestehen schichten- und gruppenspezifische Grenzwerte. Der Akteur entscheidet letztlich selbst, ob und in welchem Ausmaß diese Nebenbedingungen für ihn bindend sind.

Im Rahmen des Lernverhaltens wurde lediglich aufgezeigt, daß Lernen zu *Konvergenz* hin zum wahren Schwellenwert (innerhalb eines offenen Zeithorizonts) führen kann. Speziellere Lernmodelle weisen auf die Problematik von Lernmethoden hin und belegen, daß eine derartige Annäherung nicht notwendigerweise gewährleistet sein muß. Derartige Lernmodule können ebenfalls im aufgespannten Modellrahmen berücksichtigt werden. Neben der Konvergenz bildet die *Geschwindigkeit* von Lernprozessen eine wichtige Orientierungshilfe zur Beurteilung von Lernmechanismen. Im vorliegenden Fall war die obere Grenze der Lerngeschwindigkeit durch die Natur vorgegeben: Referenzgröße für die Optimierung bildete in Abschnitt 4.3 der Bayes'sche Erwartungswert. Unter Annahme einer konsequenten Selbstbindung in bezug auf die zugrundeliegen

den Regeln ist es darüber hinaus nicht möglich, die Lerngeschwindigkeit zu steigern. Möglichkeiten hierfür bieten etwa die Einbeziehung mehrerer gleichgerichteter Umweltvariablen oder die Erweiterung auf mehrere Akteure (vgl. Smith und Sørensen (2000)). Gerade im vorliegenden Kontext spielen die Interaktion mit anderen Akteuren und bestehende Informations-Externalitäten eine bedeutende Rolle. Beobachtet ein Akteur A die Handlungen anderer Individuen B und C und sind deren Erfahrungen frei zugänglich, so kann dadurch die Lerndynamik forciert werden (vgl. Bergemann und Välmäki (2000)). In Abschnitt 2 wurde insbesondere auf unterschiedliche Anpassungsreaktionen einzelner Kohorten hingewiesen. Ein Ansatzpunkt, dies adäquat zu erfassen, könnte die Übertragung des von Almeder u. a. (2000) skizzierten Modellrahmens sein, der aufzeigt, wie altersspezifische Effekte und mehrstufige Entscheidungen mit dem Optimal-Control-Rahmen in Einklang gebracht werden können. Die hier vorliegende Arbeit ging ferner davon aus, daß sich die relevanten Preise und das maximal erzielbare Einkommen im Zeitablauf nicht ändern. Ein wichtiger Analysegegenstand von Modellen rationaler Sucht bildet jedoch die Untersuchung der Implikationen von (nicht) antizipierten künftigen Preisänderungen. Es kann vermutet werden, daß gerade zur Zeit der Wende die zukünftige Veränderung des Preisniveaus nicht vollständig antizipiert werden konnte, was wiederum Folgen für die Nachfrage nach Lebensstil hatte. Wird ferner unterstellt, daß gesundheitsschädigendes Verhalten negativ vom Einkommen abhängt, läßt sich vermutlich ein weiterer wichtiger Erklärungsbeitrag dafür modellieren, welche Auswirkungen die drastische Veränderung und Ausdifferenzierung erzielter Einkommen nach Beginn der ökonomischen Transformation, beispielsweise in Ostdeutschland, auf das individuelle Verhalten hatte.

Eine Ausweitung der Analyse auf den Fall mehrerer gesundheitsrelevanter Verhaltensweisen wäre zwar wünschenswert, doch ist dies formal schwierig zu handhaben. Unabhängig davon kann vermutet werden, daß im Fall mehrerer Kontrollvariablen die Gefahr (der Existenz) nicht eindeutiger Lösungen und der Instabilität zunimmt.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit erörtert die Auswirkungen sich verändernder wirtschaftlicher Rahmenbedingungen und des damit in Zusammenhang stehenden Anforderungsprofils auf das individuelle Verhalten. Die zentrale Annahme besteht darin, daß unerwünscht hoher Verbrauch gesundheitsschädigender Güter zu einem Einkommensverlust in der Gegenwart führt. Hat ein Akteur vor der Veränderung seiner (wirtschaftlichen, umweltspezifischen) Rahmenbedingungen in vollkommen rationaler Weise, unter Abwägung der relevanten Nutzen- und Kostenaspekte, den optimalen intertemporalen Konsumpfad festgelegt, kann es sein, daß er sich ex post auf einem suboptimal

hohen Konsumpfad wiederfindet. Streut der kritische Schwellenwert im Zeitablauf um einen Mittelwert, welcher dem Akteur nicht bekannt ist, so ist es einem rationalen Wirtschaftssubjekt möglich, aufgrund der beobachtbaren Ausprägungen einen Anpassungsprozeß zu generieren, welcher ihn auf einen optimalen Konsumpfad zurückbringen kann. Die präferenzabhängige Bereitschaft des Wirtschaftssubjekts, neue Informationen zu berücksichtigen, trägt neben der Höhe des akkumulierten Schädigungskapitalstocks zur Geschwindigkeit im Anpassungsprozeß bei.

Der vorgestellte Rahmen fokussiert auf Implikationen einer ökonomischen Transformation auf gefestigte menschliche Verhaltensweisen. Diese wird als eindimensionale Größe im Modellrahmen integriert und tritt neben den in der Literatur ausführlich diskutierten Trade-Off zwischen dem unmittelbaren Nutzen von Lebensstil und dessen zeitverzögernd anfallenden gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dabei wurden vereinfachende Annahmen getroffen, die in der Literatur kontrovers diskutiert werden (vgl. Jones (1999)). Dies betrifft vor allem das Problem möglicher nicht-konvexer Präferenzen und mehrfacher Optima. Eine geeignete Modellierung erfordert etwa nach Auffassung von Jones eine komplizierte Rückwärtsinduktion, welche die Planung aller künftigen Entscheidungen mit berücksichtigen würde.

Unter der Annahme, daß sich der funktionale Verlauf der Anpassungskostenfunktion als Suchtgrad interpretieren läßt, der entweder auf das individuelle, subjektive Suchtniveau abzielt oder als objektiver Suchtcharakter eines gesundheitsschädlichen Gutes verstanden werden kann, ist es möglich, folgendes Ergebnis abzuleiten: Erleidet der Konsument aufgrund gesellschaftlich suboptimalen Konsums eine Einkommensverminderung, so kann es für ihn mit steigendem Suchtgrad optimal sein, sein gesundheitsschädliches Verhalten nicht zu verändern. Mit sinkendem Suchtgrad steigt ceteris paribus der Anreiz, Verhaltensänderungen durchzuführen. Diese Aussagen können dazu beitragen, die im zweiten Abschnitt der Arbeit dargestellten gesundheitsrelevanten Tendenzen zu interpretieren - insbesondere unterschiedliche Entwicklungsmuster bei verschiedenen Kohorten und gesundheitsschädlichen Gütern.

Die im Titel der Arbeit angeführte *Transformation* muß sich nicht notwendigerweise auf den Übergang post-kommunistischer Staaten beziehen. Adäquate Transformationsprozesse sind auch im individuellen Lebenszyklus implementierbar, schließlich gibt es im menschlichen Leben zahlreiche Veränderungen, die ex ante nur bedingt planbar sind.³⁹ Beispiele für (relativ) unerwartete

³⁹ Dabei kann es von Bedeutung sein, ob das Individuum diese Übergangssituationen selbst herbeigeführt hat.

Vorkommnisse, Schocks oder im Vorfeld verdrängte künftige Ereignisse sind etwa der Übergang vom Studium in das Berufsleben, Familiengründung oder der individuelle gesellschaftliche Aufstieg innerhalb der Sozialstruktur. Die damit verbundenen kritischen Schwellenwerte für Konsumhandlungen verändern sich – in objektiver Hinsicht, aber auch rein subjektiv, indem sich etwa Lebenspläne im Zeitablauf ändern. Rationale Individuen werden subsektiv versuchen, die neuen Rahmenbedingungen in ihrem längerfristigen Optimierungskalkül zu berücksichtigen. Häufig wird dies jedoch durch Beharrungstendenzen etablierter Konsum- und Verhaltensmuster erschwert. Der einfache Modellrahmen deutet bereits implizit darauf hin, daß bei Annahme realistischerer Verteilungsfunktionen oder komplexerer Lernfunktionen eine Konvergenz hin zum Gleichgewicht erschwert wird, dieses möglicherweise gar nicht erreicht wird. Ein zusätzliche Erschwernis tritt für den Akteur ein, wenn es nicht, wie in der vorliegenden Arbeit skizziert, lediglich eine ungewisse Größe, sondern beispielsweise zu einem bestimmten Zeitpunkt verschiedene 'Schwellenwerte' gibt, die sich stark voneinander unterscheiden. In diesem Kontext ist die Anwendung eines Bayes'schen Lernmodells schwierig. Daneben treten dynamische Aspekte die mit dem Lebenszyklus von Individuen stark verknüpft sind, wie etwa der Wandel des sozio-ökonomischen Umfelds und veränderte anreizkompatible Bewertungen von Konsumaktivitäten. Selbst für einen Akteur mit vollkommener Voraussicht hinsichtlich der eigenen Zukunft impliziert dies eine äußerst komplexe Optimierung. Eine Möglichkeit zur Berücksichtigung der Komplexität könnte darin bestehen, die seit einiger Zeit vorwiegend in der mathematischen Literatur diskutierten Ansätze im Kontext des Temporal-Difference-Learning auf die vorliegende ökonomische Problemstellung anzuwenden. Diese erörtert auf einer verhaltenswissenschaftlichen Grundlage komplexe Entscheidungsprozesse unter Verwendung klassischer dynamischer Optimierungstechniken. So diskutiert etwa Roy (1998), wie ein Akteur lernen kann, strategische Entscheidungen mittels Interaktionen im Kontext einer dynamischen Umgebung zu treffen. Dabei geht es darum, Bewertungsfunktionen aufzustellen, welche die erwartete künftigen Belohnungen als Funktion des gegenwärtigen Zustands darstellen. Temporal-Difference-Learning ermöglicht es, anlog zu Präferenzordnungen Alternativen zu reihen sowie Erwartungen zu gewichten und trägt dazu bei, das Treffen von effektiven Entscheidungen zu steuern.

7. Literatur:

- Almeder, C., Caulkins, J. P., Feichtinger, G. und G. Tragler** (2000), Age-Specific Multi-State Drug Initiation Models: Insights from Considering Heterogeneity, *TU Wien, Institut für Ökonometrie, OR und Systemtheorie, Forschungsbericht Nr. 246*, Wien.
- Barrett, G. G.** (2001), The Effect of Alcohol Consumption on Earnings, *University of New South Wales, Department of Economics, Sydney, Research Paper, Draft January 2001*.
- Baum-Baicker, C.** (1985), The Health Benefits of Moderate Alcohol Consumption: A Review of the Literature, in: *Drug and Alcohol Dependence* 15, S. 207 - 227.
- Becker, G. S. und K. M. Murphy** (1988), A Theory of Rational Addiction, in: *Journal of Political Economy*, 96, S. 675 - 700.
- Bergemann, D. und J. Välimäki** (2000), Experimentation in Markets, in: *Review of Economic Studies* 67, S. 213 – 234.
- Bernardo, J. M. und A. F. M. Smith** (2000), *Bayesian Theory*, New York.
- Beyn, W.-J., T. Pampel und W. Semmler** (2001), Dynamic optimization and Skiba sets in economic examples, *Society for Computational Economics, Computing in Economics and Finance 2001 # 29*, o. O.
- Blackwell, D.** (1965), Discounted dynamic programming, in: *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 36, S. 226 – 233.
- Blume, L. E. und D. Easley** (1993), Rational Expectations and Rational Learning, *For the Economic Theory Workshop in Honor of Roy Radner, Cornell University, Discussion Paper*, Uris Hall.
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG)** (2000a), Drogen- und Suchtbericht 1999 der Drogenbeauftragten der Bundesregierung, Bonn.
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG)** (2000b), Gesundheit in den neuen Ländern, Stand, Probleme und Perspektiven nach 10 Jahren Deutsche Einheit, Bonn.
- Contoyannis, P. und A.M. Jones** (1999) Rational addiction and adjustment costs, Paper prepared for the Taipei International Conference on Health Economics, University of York, Discussion paper.
- Deissenberg, C., Feichtinger, G., Semmler, W. und F. Wirl** (2001), History Dependence and Global Dynamics in Models with Multiple Equilibria, *University of Bielefeld, Center for Empirical Macroeconomics, CEM Working Paper No. 12*, Bielefeld.
- Dimitri, N.** (1996), The Economic Theory of Learning: An Introduction, *Universita degli Studi di Siena, Collana del Dipartimento di Economica Politica*, Siena.

- Elster, J. und O.-J. Skog** (1999), Introduction, in: Elster, J. und O.-J. Skog (Eds.), *Getting Hooked: Rationality and the Addictions*, Cambridge, S. 1- 29.
- Feichtinger, G. und R. J. Hartl** (1986), *Optimale Kontrolle ökonomischer Prozesse, Anwendungen des Maximumprinzips in den Wirtschaftswissenschaften*, Berlin u. a.
- Feichtinger, G., Novak, A. und F. Wirl** (1994), Limit Cycles in Intertemporal Adjustment Models –Theory and Applications, in: *Journal of Economic Dynamics and Control* 18, S. 353 – 380.
- Feldman, M. und M. Spagat** (1995), Optimal learning with costly adjustment, in: *Economic Theory* 6, S. 439 – 451.
- Grossman, M.** (1972a), On the Concept of Health Capital and the Demand for Health, in: *Journal of Political Economy* 80 (1), S. 223 - 255.
- Grossman, M.** (1972b), *The Demand for Health: A Theoretical and Empirical Investigation, NBER Occasional Paper 119*, New York.
- Grossman, M.** (1993), The Economic Analysis of Addictive Behavior, in: Hilton, M. E. und G. Bloss (Eds.) *Economics and the Prevention of Alcohol-Related Problems, Proceedings of a Workshop on Economic and Socioeconomic Issues in the Prevention of Alcohol-Related Problems, US. Department of Health and Human Services, Research Monograph No. 25, Fishers Lane*, S. 91 – 123.
- Jones, A. M.** (1999), Adjustment costs, withdrawal effects, and cigarette addiction, in: *Journal of Health Economics* 18, S. 125 – 137.
- Junge, B. und M. Nagel** (1999), Das Rauchverhalten in Deutschland, in: *Gesundheitswesen* 61, Sonderheft 2, S. 121 – 125.
- Loon, P. J. J. M. van** (1983), *A Dynamic Theory of the Firm: Production, Finance and Investment, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 218*, Berlin.
- Lye, J. und J. Hirschberg** (1999), Wages and Alcohol Consumption, Smoking, Weight Gain and Exercising: Evidence on Australian Men and Women, *University of Melbourne, Department of Economics, Research Paper No. 621*, Parkville Victoria.
- Mensink, G. B., Thamm, M. und K. Haas** (1999), Die Ernährung in Deutschland 1998, in: *Gesundheitswesen* 61, Sonderheft 2, S. 200 – 206.
- Muurinen, J.-M.** (1982), Demand for Health, A Generalised Grossman Model, in: *Journal of Health Economics* 1, S. 5 - 28.
- Orphanides, A. und D. Zervos** (1995), Rational Addiction with Learning and Regret, in: *Journal of Political Economy* 103, S. 739 – 758.

- Orphanides, A. und D. Zervos** (1998), Myopia and addictive behaviour, in: *Economic Journal* 108, S. 75 – 91.
- Rieder, U.** (1975), Bayesian Dynamic Programming, in: *Advances of Applied Probability* 7, S. 330 – 348.
- Roy, B. van** (1998), Learning and Value Function Approximation in Complex Decision Processes, *Massachusetts Institute of Technology, Department of Electrical Engineering and Computer Science, PhD-Thesis*, Boston.
- Seierstad, A. und K. Sydsaeter** (1999), Optimal Control Theory with Economic Applications, *Advanced Textbooks in Economics*, Vol. 24, Amsterdam u. a. 3rd impression.
- Skog, O.** (1999), Rationality, Irrationality, and Addiction – Notes on Becker's and Murphy's Theory of Addiction, in: Elster, J. und O. Skog (Eds.), *Getting Hooked, Rationality and Addiction*, Cambridge, S. 173 – 207.
- Smith, L. und P. Sørensen** (2000), Pathological Outcomes of Observational Learning, in: *Econometrica* 68, S. 371 – 398.
- Suranovic, S. M., Goldfarb, R. S. und T. C. Leonard** (1999), An Economic Theory of Cigarette Addiction, in: *Journal of Health Economics* 18, S. 1-29.
- Viscusi, W. Kip und J. Hersch** (2001), Cigarette Smokers as Job Risk Takers, in: *The Review of Economics and Statistics* 83, S. 269 – 280.

Anhang: Formale Grundlagen der Phasendiagrammanalyse im Fall der dynamischen Anpassung

Die Momentanwert-Hamilton-Funktion läßt sich über das Maximierungsproblem (34) ermitteln:

$$(A 1) \quad H = U[a, Y + \Psi(1 - \gamma \cdot \mathcal{G}(a - \tilde{a}^e) - p \cdot a, A)] - \Gamma \cdot C(\kappa \cdot a) + \mu(a - \delta \cdot A)$$

Als notwendige Bedingungen ergeben sich:

$$(A 2 a) \quad H_a = U_a - U_x(\gamma \cdot \mathcal{G} \cdot \Psi + p) - \Gamma C_a(\kappa + a \cdot \kappa_a) + \mu = 0,$$

wobei wiederum die adjungierte Funktion mit Ausnahme unstetiger Stellen der Kontrollvariablen folgende Ramsey-Bedingung erfüllen muß:

$$(A 2 b) \quad \dot{\mu} = -U_A + (\rho + \delta)\mu.$$

Die Randbedingungen lauten:

$$(A 2 c) \quad a(\hat{\tau}^-) = a^*(\hat{\tau}^-),$$

$$A(\hat{\tau}^-) = A_{\hat{\tau}^-} \quad \text{und} \quad A(\hat{T}) = \left(\frac{a_0 \cdot \delta + a}{\delta} \right) e^{\delta t} - \left(\frac{a}{\delta} \right).$$

Die Anfangsbedingungen sollen die Verbindung zum ex-ante-Optimierungsproblem gewährleisten. Entschließt sich der Akteur, zu einem beliebigen Zeitpunkt nach der Wende $\hat{\tau}$ mit $t = 0, 1, \dots, \hat{\tau}, \dots, \hat{T}$ eine Reoptimierung durchzuführen, so ist der linksseitige Wert der Nachfrage nach dem gesundheitsschädlichen Gut sowie dessen Schädigungskapitalstock zu diesem Zeitpunkt identisch mit den betreffenden Werten der ex-ante-Optimierung.

Als zugehörige Transversalitätsbedingung gilt analog (19 d):

$$(A 2 d) \quad H[a^*(\hat{T}^*), A^*(\hat{T}^*), \mu(\hat{T}^*), \hat{T}^*] = \mu(\hat{T}^*)[-\delta(\hat{T}^*)A(\hat{T}^*)],$$

mit der Bedingung für die Kozustandsvariable am Lebensende:

$$(A 2 e) \quad \mu(\hat{T}) = 0.$$

Die notwendige Bedingung zweiter Ordnung liefert:

$$(A 2 f) \quad H_{aa} = \underbrace{U_{aa}}_{<0} - \underbrace{U_{xa} p}_{? >0} - \Gamma \left[\underbrace{C_{aa} \kappa}_{? >0} + \underbrace{C_a \kappa_a}_{>0 >0} \right] \geq 0.$$

Mit Ausnahme zweier Spezialfälle (U_{xa} ist im Falle nicht auftretender Anpassungskosten unter Berücksichtigung des Relativpreises derart negativ, daß der U_{aa} -Effekt überkompensiert wird, bzw. C_{aa} ist im Falle von Anpassungskosten derart konvex, daß der Klammerausdruck negativ

wird und dabei U_{xa} und U_{aa} überkompensiert) ist diese sogenannte Legendre-Clebsch-Bedingung bei $H_{aa} \leq 0$ erfüllt.

Die Bewegungsgleichung der Zustandsvariable (2) und Bedingung (A 2 b) liefern ein kanonisches Differentialgleichungssystem in A und μ . Wird (A 2 a) nach der adjungierten Variable aufgelöst und hinsichtlich der Zeit differenziert, so erhält man eine weitere Differentialgleichung für μ :

$$(A 3) \quad \dot{\mu} = - \left\{ (\wp \cdot \mathcal{G} \cdot \Psi + p)^2 U_{xx} + \Gamma [C_{aa}(\kappa + a \cdot \kappa_a) + 2 C_a \kappa_a] + U_{aa} \right\} \dot{a} - U_{aA} \dot{A}$$

Dabei wurde unterstellt, daß \mathcal{G} , p und Ψ im Zeitablauf konstant sind. \wp und Γ stellen Dummy-Variablen dar. Verwendet man (A 2 a), um μ in (A 2 b) zu eliminieren und setzt schließlich (A 2 b) und (A 3) gleich, so erhält man eine Differentialgleichung in a :

$$(A 4) \quad \dot{a} = \frac{U_{aA}(a - \delta A) + U_A - (\rho + \delta) [U_x(\wp \mathcal{G} \Psi + p) + \Gamma C_a(\kappa + a \kappa_a) - U_a]}{(\wp \mathcal{G} \Psi + p)^2 U_{xx} + \Gamma [C_{aa}(\kappa + a \kappa_a) + 2 C_a \kappa_a] + U_{aa}}.$$

Man achte hierbei auf die starke Vereinfachung von (A 4), falls die Dummy-Variablen \wp und Γ den Wert Null annehmen. Die Verwendung der Bewegungsgleichungen (2) und (A 4) ermöglicht die Darstellung eines kanonischen Differentialgleichungssystems, welches sich im Zustands-Kontroll-Raum mittels eines Phasendiagramms abbilden läßt. Gleichung (A 5) stellt den Ausdruck für einen stationären Ort des Schädigungskapitalstocks A (mit der Steady-State-Bedingung $\dot{A} = 0$) dar:

$$(A 5) \quad a = \delta A.$$

Die zugehörige Isokline besitzt eine Steigung von

$$(A 6) \quad \frac{\partial a}{\partial A} (\dot{A} = 0) = \delta.$$

Werden im Phasendiagramm (vgl. dazu Abschnitt 4.5) die Nachfrage nach gesundheitsschädlichen Gütern (a) auf der Ordinate, die Akkumulation des dazu gehörenden Schädigungskapitalstocks (A) auf der Abszisse abgetragen, so läßt sich der stationäre Ort für A als Ursprungsgerade mit der Steigung δ darstellen. Der stationäre Ort des gesundheitsrelevanten Verhaltens (a) kann über die Gleichung (A 4) ermittelt werden. Da dessen Nenner immer negativ ist, nimmt der Gesamtausdruck den Wert Null an, falls der Zähler gleich Null ist. Da nahe am Gleichgewicht aufgrund (A 5) gilt: $a - \delta A = 0$, entfällt der erste Term im Zähler. Der stationäre Ort für das Lebensstilgut (mit der Steady-State-Bedingung $\dot{a} = 0$) läßt somit wie folgt bestimmen:

$$(A 7) \quad U_A - (\rho + \delta) [U_x(\wp \mathcal{G} \Psi + p) + \Gamma C_a(\kappa + a \kappa_a) - U_a] = 0.$$

Da sich im Steady-State die Nachfrage nach dem gesundheitsrelevanten Gut nicht mehr verändert, nimmt Γ den Wert Null an. Dies bedeutet, daß im Steady State keine Anpassungskosten mehr entstehen. Somit vereinfacht sich der Ausdruck in den eckigen Klammern (in A 4 und A 7) entsprechend. Die Steigung des stationären Ortes für Gut a nahe am Gleichgewicht ist somit durch

$$(A 8) \quad \frac{\partial a}{\partial A} (\dot{a} = 0) = \frac{-\{U_{aa}(\rho + \delta) + U_{AA}\}}{U_{Aa} + (\rho + \delta)[(\rho \vartheta \Psi + p)^2 U_{xx} + U_{aa}]} < 0$$

gegeben. Das Vorzeichen von (A 8) hängt dabei von einer Reihe spezifischer Annahmen ab. In (11) war das Vorzeichen von U_{aA} nicht eindeutig spezifiziert. Wird dieser besondere Suchteffekt, der im vorliegenden Kontext weniger bedeutsam ist, der Einfachheit wegen auf Null gesetzt, so wird der Zähler durch $-U_{AA}$ bestimmt, ist somit eindeutig positiv. Da zunehmendes gesundheitsschädliches Verhalten im vorliegenden Modell den Todeszeitpunkt näher rückt, somit U_{Aa} eindeutig negativ ist - wie auch der Ausdruck in der rechteckigen Klammer - ist der Nenner eindeutig negativ. Die Isokline besitzt somit eine negative Steigung.

Wird aus den Bewegungsgleichungen (2) und (A 4) durch Ableiten nach a und A eine Jacobimatrix gebildet, so kann festgestellt werden, ob ein eindeutiges Gleichgewicht existiert. Die Ableitungen der Gleichung (2) sind dabei aufgrund der bisherigen Annahmen unproblematisch. Dagegen müssen die spezifischen höheren (Kreuz-)Ableitungen, die sich beim Differenzieren von (A 4) einstellen, näher spezifiziert werden. Davon soll an dieser Stelle abgesehen werden. Es wird unterstellt, daß sich durch adäquate Wahl eine Jacobimatrix formen läßt, deren Determinante negativ ist (hinreichende Bedingung für die Konvität der Hamilton-Funktion in der Kontrollvariable) und somit einen eindeutigen Sattelpunkt liefert.

Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät
Wirtschaftswissenschaftliche Diskussionspapiere

Bisher erschienen:

- 1/97 Ole Janssen/Carsten Lange: „Subventionierung elektronischer Geldbörsen durch staatliche Geldschöpfungsgewinne“
- 2/97 Bernd Frick: „Kollektivgutproblematik und externe Effekte im professionellen Team-Sport: 'Spannungsgrad' und Zuschauerentwicklung im bezahlten Fußball“
- 3/97 Frauke Wilhelm: „Produktionsfunktionen im professionellen Mannschaftssport: Das Beispiel Basketball-Bundesliga“
- 4/97 Alexander Dilger: „Ertragswirkungen von Betriebsräten: Eine Untersuchung mit Hilfe des NIFA-Panels“
- 1/98 Volker Ulrich: „Das Gesundheitswesen an der Schwelle zum Jahr 2000“
- 2/98 Udo Schneider: „Der Arzt als Agent des Patienten: Zur Übertragbarkeit der Principal-Agent-Theorie auf die Arzt-Patient-Beziehung“
- 3/98 Volker Ulrich/Manfred Erbsland: „Short-run Dynamics and Long-run Effects of Demographic Change on Public Debt and the Budget“
- 4/98 Alexander Dilger: „Eine ökonomische Argumentation gegen Studiengebühren“
- 5/98 Lucas Bretschger: „Nachhaltige Entwicklung der Weltwirtschaft: Ein Nord-Süd-Ansatz“
- 6/98 Bernd Frick: „Personal-Controlling und Unternehmenserfolg: Theoretische Überlegungen und empirische Befunde aus dem professionellen Team-Sport“
- 7/98 Xenia Matschke: „On the Import Quotas on a Quantity-Fixing Cartel in a Two Country-Setting“
- 8/98 Tobias Rehbock: „Die Auswirkung der Kreditrationierung auf die Finanzierungsstruktur der Unternehmen“
- 9/98 Ole Janssen/Armin Rohde: „Einfluß elektronischer Geldbörsen auf den Zusammenhang zwischen Umlaufgeschwindigkeit des Geldes, Geldmenge und Preisniveau“
- 10/98 Stefan Degenhardt: „The Social Costs of Climate Change: A Critical Examination“
- 11/98 Ulrich Hampicke: „Remunerating Conservation: The Faustmann-Hartmann Approach and its Limits“

- 12/98 Lucas Bretschger: „Dynamik der realwirtschaftlichen Integration am Beispiel der EU-Osterweiterung“
- 13/98 Heiko Burchert: „Ökonomische Evaluation von Telematik-Anwendungen im Gesundheitswesen und Schlußfolgerungen für ihre Implementierung“
- 14/98 Alexander Dilger: „The Absent-Minded Prisoner“
- 15/98 Rainer Leisten: „Sequencing CONWIP flow-shops: Analysis and heuristics“
- 1/99 Friedrich Breyer/Volker Ulrich: „Gesundheitsausgaben, Alter und medizinischer Fortschritt: eine ökonomische Analyse“
- 2/99 Alexander Dilger/Bernd Frick/Gerhard Speckbacher: „Mitbestimmung als zentrale Frage der Corporate Governance“
- 3/99 Paul Marschall: „Lebensstilwandel in Ostdeutschland: Ansatzpunkte für gesundheitsökonomische Analysen“
- 4/99 Lucas Bretschger: „On the predictability of knowledge formation: the tortuous link between regional specialisation and development“
- 5/99 Alexander Dilger: „Betriebsratstypen und Personalfuktuation: Eine empirische Untersuchung mit Daten des NIFA-Panels“
- 6/99 Claudia Werker: „Market Chances of Innovative Firms from Transition Countries in Interregional Markets“
- 7/99 Udo Schneider: „Ärztliche Leistung und Compliance des Patienten - der Fall des Double Moral Hazard“
- 1/00 Florian Buchner/Jürgen Wasem: „Versteilerung der alters- und geschlechts-spezifischen Ausgabenprofile von Krankenversicherern“
- 2/00 Lucas Bretschger: „Konvergenz der europäischen Regionen“
- 3/00 Armin Rohde/Ole Janssen: „EU-Osterweiterung: Ist ein schneller Beitritt zur Europäischen Währungsunion für Estland sinnvoll?“
- 4/00 Lembo Tanning: „Schätzkriterien des Außenhandels zwischen der Europäischen Union und mittel- und osteuropäischen Ländern“
- 5/00 Frank Hettich/Carsten Schmidt: „Deutschland, ein Steuermärchen?“
- 6/00 Cornelia Kerim-Sade/Alexander Crispin/Jürgen Wasem: „An External control of Validity of the German EuroQol-5D Questionnaire“
- 7/00 Lucas Bretschger/Frank Hettich: „Globalisation, Capital Mobility and Tax Competition: Theory and Evidence for OECD Countries“

- 8/00 Frank Hettich: „The Implications of International Cooperations for Economic Growth, Environmental Quality and Welfare“
- 9/00 Alexander Dilger: „The Market is Fairer than Bebchuk’s Scheme“
- 10/00 Claudia Werker: „Market Performance and Competition: A Product Life Cycle Model“
- 11/00 Joachim Schwerin: „The Dynamics of Sectoral Change: Innovation and Growth in Clyde Shipbuilding, c. 1850-1900“
- 12/00 Lucas Bretschger/Sjak Smulders: „Explaining Environmental Kuznets Curves: How Pollution Induces Policy and New Technologies“
- 13/00 Franz Hessel: „Wertigkeit der Augeninnendruckmessung mittels Non-contract Tonometrie durch Augenoptiker in Deutschland. Eine Kosten-Wirksamkeits-Analyse“
- 14/00 Lucas Bretschger: „Internationaler Handel im Ostseeraum - sozioökonomische Hintergründe“
- 15/00 Hans Pechtl: „Die Kongruenzhypothese in der Geschäftsstättenwahl“
- 01/01 Joachim Prinz: „Why Do Wages Slope Upwards? Testing Three Labor Market Theories“
- 02/01 Armin Rohde/Ole Janssen: „Osteuropäische Currency Board-Länder und die optimale Integrationsstrategie in die Europäische Währungsunion am Beispiel Estlands“
- 03/01 Lucas Bretschger: „Wachstumstheoretische Perspektiven der Wirtschaftsintegration: Neuere Ansätze“
- 04/01 Stefan Greß, Kieke Okma, Franz Hessel: „Managed Competition in Health Care in The Netherlands and Germany – Theoretical Foundation, Empirical Findings and Policy Conclusions“
- 05/01 Lucas Bretschger: „Taking Two Steps to Climb onto the Stage: Capital Taxes as Link between Trade and Growth“
- 06/01 Udo Schneider: „Ökonomische Analyse der Arzt-Patient-Beziehung: Theoretische Modellierung und empirische Ergebnisse“