

Nachhaltigkeitskonforme Diskontierung – Das Konzept des „Generation Adjusted Discounting“*

Von Stefan Bayer**

Zusammenfassung: Die Diskontierung ist von zentraler Bedeutung bei der Beurteilung der Effizienz staatlicher Vorhaben. Ihre Anwendung ruft aber auch Kritiker auf den Plan, da sie das Einschwenken auf einen nachhaltigen Wachstumspfad verhindere. Sie plädieren deshalb für den Verzicht auf Diskontierung. Dies steht jedoch im Widerspruch zur zweiten Nachhaltigkeitsbedingung – der Berücksichtigung der Bedürfnisse heute lebender Generationen –, da bei Nichtdiskontierung Opportunitätskosten vernachlässigt würden. Daraus leitet sich die Frage ab, ob es eine nachhaltigkeitskonforme Diskontierung geben kann und wie sie methodisch verfahren sollte. Mit dem „Generation Adjusted Discounting“ (GAD) wird ein solches Verfahren für langfristige, mehrere Generationen betreffende Projekte entwickelt. Es wird gezeigt, dass das GAD eine wesentliche Bedingung für die intertemporale – dem Utilitarismus entstammende – Gleichbehandlung und somit für die Erreichung von Nachhaltigkeitszielen darstellt. Eine Nachhaltigkeitsmessung bei Nutzen-Kosten-Analysen kann dann in Form von Diskontratendifferenzen zwischen (implizitem) GAD und der konventionellen Diskontierung erfolgen.

Summary: Discounting is crucial for determining the efficiency of policy programmes. However, it has been criticized that discounting prevents sustainable development. It could only be reached if we refrained from discounting entirely. However, the second pillar of sustainable development is not seriously considered for: The needs of currently living generations. We analyze whether there exists a discounting method which is in accordance with sustainability criteria within a utilitarian framework. The Generation Adjusted Discounting (GAD) method is derived and its implications with respect to sustainability are shown. The paper stresses that the GAD is favourable, compared to conventional discounting as well as to not discounting at all, in terms of efficiency and sustainability. Subsequently living generations are then treated equally – a basic condition in a utilitarian framework. Sustainability can be measured by calculating the discount rate differences between (implicit) GAD and conventional discounting.

1 Einleitung

Nutzen-Kosten-Analysen sind ein unverzichtbares Instrument bei der Beurteilung der Effizienz von Politikmaßnahmen mit langfristigen Auswirkungen. Mithilfe der Diskontierung wird eine zeitliche Vereinheitlichung von zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen-

* Der Verfasser bedankt sich bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern eines IZEW-Forschungsseminars am 14. April 2003 an der Universität Tübingen sowie des volkswirtschaftlichen Forschungskolloquiums an der Universität Gesamthochschule Kassel am 14. Mai 2003 für vielfältige Anmerkungen und anregende Diskussionen. Darüber hinaus danke ich einem anonymen Gutachter für wertvolle Verbesserungsvorschläge.

** Universität Tübingen, Abteilung Volkswirtschaftslehre, insbesondere Finanzwissenschaft und Umweltpolitik (www.uni-tuebingen.de/fwi/home.htm), E-Mail: stefan.bayer@uni-tuebingen.de

den Effekten herbeigeführt. Die aus heutiger Sicht zu bewertenden Effekte müssen dabei in monetärer Form vorliegen. Rein qualitative Variablen können nicht diskontiert werden. Für die Bewertung langfristiger Umwelteffekte bedeutet dies etwa, dass eine umfassende Bewertung sämtlicher im Planungshorizont auftretender Effekte vorgenommen werden muss, um die Effizienz einer Umweltschutzmaßnahme beurteilen zu können. Unsicherheiten müssen in geeigneter Weise berücksichtigt werden.

Diskontierung stellt das negative Analogon zur Zinseszinsrechnung dar: Je weiter in der Zukunft monetäre Effekte auftreten, desto stärker wirkt sich die Zinseszinsrechnung auf die zu bewertenden Effekte aus heutiger Sicht aus. Relativ große Beträge in der Zukunft reduzieren sich so sehr schnell auf geringe Barwerte. Formal stellt sich die Barwertberechnung zum Planungszeitpunkt null wie folgt dar:

$$BW_0 = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{E_t}{(1 + d_t)^t} \quad (1)$$

Im Zähler stehen Nettoerträge E der Periode t (die durchaus auch negativ sein können) und im Nenner steht der Diskontierungsfaktor $(1 + d_t)$. Unterstellt man aus Vereinfachungsgründen eine konstante Diskontierungsrate d über alle Perioden, so geht ein Effekt von einem Cent in beispielsweise zehn Jahren (vom Planungszeitpunkt null aus gerechnet) und einer Diskontierungsrate von 5 % mit einem Gewicht von 60,65 % des Nominalbetrages in die heutige Betrachtung ein.

Tabelle 1

Gewicht eines (marginalen) Effektes in 10 bis 300 Jahren bei Diskontierungsraten von 3 %, 5 % und 10 %

Jahre	$d = 3 \%$	$d = 5 \%$	$d = 10 \%$
10	0,7408	0,6065	0,3679
20	0,5488	0,3679	0,1353
50	0,2231	0,0821	0,006738
100	0,0498	0,0067	$4,54 \cdot 10^{-5}$
150	0,01111	$5,53 \cdot 10^{-4}$	$3,06 \cdot 10^{-7}$
200	0,002479	$4,54 \cdot 10^{-5}$	$2,06 \cdot 10^{-9}$
300	0,000123	$3,06 \cdot 10^{-7}$	$9,36 \cdot 10^{-14}$

Quelle: Bayer (2000: 113).

Tabelle 1 zeigt, dass sich mit steigender Diskontierungsrate der Barwert, mit dem zukünftige Effekte in die heutige Entscheidung eingehen, deutlich reduziert. Gleichzeitig erkennt man aber auch, dass schon der bloße zeitliche Abstand von Planungs- und Realisierungszeitpunkt eines zu berücksichtigenden Effektes den Barwert des Effektes mitbestimmt. Der „Zinseszinsseffekt“ sorgt für exponentielles Wachstum des Diskontierungsfaktors, was zu einer immer deutlicheren Verkleinerung des Barwertes führt, je weiter in der Zukunft ein bestimmter Effekt auftritt.

Diskontierung setzt sich deshalb der Kritik verschiedenster Wissenschaftsdisziplinen aus. Insbesondere – so ein Kernargument – verhindere sie das Zustandekommen einer nachhaltigen Entwicklung. Langfristige Erträge werden über die Diskontierung systematisch „klein“

gerechnet. Gegenüber den heute anfallenden Effekten spielen sie deshalb – wenn überhaupt – nur eine untergeordnete Rolle, und jede Politik, die sich an diskontierten Größen orientiert, sei von vornherein strategisch zugunsten heute lebender und zulasten zukünftig lebenden Menschen verzerrt. Um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen, sei es deshalb unverzichtbar, auf die Diskontierung von realen Größen zu verzichten.

Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass „nachhaltige Entwicklung“ an sich eine Leerformel darstellt, deren Konkretisierung und Operationalisierung unverzichtbar ist. Gemäß der Brundtland-Definition kann eine Entwicklung als nachhaltig gekennzeichnet werden, wenn sie die Bedürfnisse der heute lebenden Generationen befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können (vgl. WCED 1987). Grundsätzlich müssen dabei sowohl heute als auch zukünftig lebende Generationen Berücksichtigung finden. Die Minimalforderung der Brundtland-Definition besteht darin, keine Generation in irgendeiner Form gegenüber einer anderen zu benachteiligen. In unserem Papier soll dieser Bedingung über die Berücksichtigung auch der intertemporalen Variante des Gleichbehandlungsgebots des Utilitarismus nachgekommen werden (vgl. Bayer und Cansier 1998), was in der Ökonomie eine lange Tradition hat (vgl. Bayer 2000: 43–68). Nachhaltigkeit stellt sich dann ein, wenn ein einmal erreichtes Wohlfahrtsniveau während des gesamten Planungshorizontes (streng genommen, solange Menschen leben) nicht mehr unterschritten wird. Als Nachhaltigkeitsdefinition bietet sich somit das Non-Declining-Welfare-Kriterium an, das zu jedem Zeitpunkt erfüllt werden muss. Über die Diskontierung soll eine einheitliche Referenz im intertemporalen Vergleich hergestellt werden, um eine effiziente intertemporale Allokation unter der Bedingung einer nachhaltigen Entwicklung zu erreichen.

Wir wollen uns im Rahmen dieses Aufsatzes fragen, ob Diskontierung tatsächlich für das Nichterreichen nachhaltiger Wachstumspfade ursächlich ist. Dabei konzentrieren wir uns auf öffentliche Projekte und fragen, wie und mit welchen Raten der Staat bei der Planung öffentlicher Projekte diskontieren sollte. Grundsätzliche Probleme der Diskontierung werden in Abschnitt 2 angesprochen. Danach fragt Abschnitt 3 nach den Motiven für Diskontierung. Eine Einordnung dieser Motive in den intergenerationellen Kontext schließt sich an. In Abschnitt 4 wird ein „Rezept“ zur richtigen Diskontierung vorgestellt, das die scheinbar unvereinbar nebeneinander stehenden Diskontierungskonzepte zusammenführt. Darauf aufbauend wird in Abschnitt 5 ein intergenerationelles Diskontierungsverfahren – das „Generation Adjusted Discounting“ – für öffentliche Projekte entworfen. Abschnitt 6 fasst zusammen.

2 Allgemeine Wirkungen der Diskontierung bei Nutzen-Kosten-Analysen

Grundsätzlich bewirkt die Diskontierung mit positiven Raten in ökonomischen Modellen, dass zeitlich entfernt auftretende Effekte mit deutlich geringerem Gewicht in heute anstehende Entscheidungsprozesse eingehen als zeitnäher auftretende (vgl. Tabelle 1). Langfristige Auswirkungen finden in heutigen Entscheidungen kaum Berücksichtigung. Dies ist sowohl ineffizient – Existenz intertemporaler Externalitäten – als auch nicht nachhaltig, also ungerecht, und bestimmte Kosten werden nicht bei den Verursachern internalisiert, wodurch diese sich im Zeitverlauf einen Vorteil verschaffen. Beim Klimaschutz etwa stehen zeitnahen Kosten in Form von Konsumverzicht durch aktive Klimaschutzmaßnahmen (etwa der Bau eines Deichs) erst in der Zukunft anfallende Erträge in Form der Verhinderung globaler Klimaschäden gegenüber. Tendenziell führt das dazu, dass

1. Vorhaben, bei denen zeitnahen Kosten (Konsumeinbußen) zukünftige Nutzen (Mehrkonsum) gegenüberstehen, nicht realisiert werden (etwa Klimaschutz) und
2. Vorhaben, bei denen zeitnahen Nutzen (zusätzlicher Konsum) zukünftige Kosten (Konsumeinbußen) gegenüberstehen, realisiert werden (etwa Nutzung von Atomstrom als kostengünstige Alternative zu fossil erzeugtem Strom).

Dabei gilt, dass die Asymmetrien mit steigenden Diskontierungsraten stärker ins Gewicht fallen. Umgekehrt gilt auch, dass geringere Diskontierungsraten weniger starke Asymmetrien verursachen. Betrachten wir die Beziehungen zwischen nacheinander lebenden Generationen, so implizieren höhere Diskontierungsraten, dass bei einer heute stattfindenden Planung eines öffentlichen Projektes die Interessen der zukünftigen Generationen relativ wenig berücksichtigt werden. Die konventionelle Diskontierung schafft in der beschriebenen Weise intertemporale Schieflagen und steht einer intertemporalen Anwendung des Verursacherprinzips entgegen (vgl. Bayer und Kemfert 2002). Dies wäre sowohl ineffizient als auch ungerecht und sollte bei staatlichen Entscheidungen vermieden werden.

3 Diskontierungsmotive

Wenn die Diskontierung die oben beschriebenen Schieflagen verursacht, stellt sich die Frage, warum überhaupt diskontiert wird. In der Literatur finden sich vier wesentliche Argumente:¹

1. *Ungeduld und Kurzsichtigkeit (Myopie)*. Zukünftige Größen stiften allein wegen ihrer Zukünftigkeit einen geringeren Nutzen als die gleiche physische Menge heute. Individuen weisen eine Gegenwartsvorliebe auf, die ihr Handeln prägt. Wir wollen dieses Motiv als „*reine Zeitpräferenz*“ bezeichnen. Jeder Mensch ist frei, innerhalb seines eigenen Lebens auch extrem kurzfristige Entscheidungen zu treffen (Konsumentensouveränität). Offensichtlich handelt es sich hierbei um ein rein individuelles Argument. Das Argument verliert seine Stichhaltigkeit, wenn es auf das Verhältnis zwischen Generationen und mithin über die Lebenszeit von Individuen hinaus angewandt werden soll. Die Verwendung einer positiven reinen Zeitpräferenzrate würde implizieren, dass nahe am Planungszeitpunkt lebende Generationen im intergenerationellen Kalkül ein höheres Gewicht zugewiesen bekommen – also wichtiger sind – als später existierende. Dies legt den Schluss nahe, dass sich dieses Argument für intergenerationelle Fragestellungen nicht heranziehen lässt, insbesondere dann nicht, wenn man das Gleichbehandlungsgebot des Utilitarismus ernst nimmt.
2. *Wachstum bei fallendem Grenznutzen*: „*Wachstumsbedingte Zeitpräferenz*“. Diskontiert wird, weil die marginale Ausweitung der Konsumbasis in der Zukunft einen geringeren zusätzlichen Nutzen stiftet als die gleiche Konsumeinheit heute an Nutzen stiften würde. Grund dafür ist die in der Zwischenzeit stattfindende Zunahme des Einkommens (Konsums) aufgrund des allgemeinen Wirtschaftswachstums. Weil man in der Zukunft reicher ist, stiftet die Ausweitung der Konsumbasis um eine marginale Einheit einen

¹ Für – auf den ersten Blick – zusätzliche Gründe vgl. Ott (2003: 14 ff.) und Unnerstall (2003: 56 ff.). Die hier diskutierten Diskontierungsmotive finden sich ausführlicher in Bayer (2000: 31 ff.) oder Price (1993).

geringeren Nutzen als in der ärmeren Vergangenheit. Bedingungen dieses Diskontierungsmotivs sind zum einen die Annahme des fallenden Grenznutzens bei Zunahmen der Nutzendeterminante und zum anderen, dass tatsächlich Wachstum vorliegt. Liegt etwa negatives Wachstum vor, dreht sich das Argument: Dann dürfen zukünftige Effekte nicht diskontiert werden, sondern sie müssen aufgezinster werden. Dieses Motiv bezieht sich ausschließlich auf Konsum- oder Einkommensgrößen. Nutzeneinheiten dürfen nicht noch einmal mit der wachstumsbedingten Zeitpräferenzrate diskontiert werden, weil diese bereits den fallenden Grenznutzen berücksichtigen und es zu einer „Doppeldiskontierung“ von Nutzeneinheiten käme. Dies wäre eine Abkehr vom Gleichbehandlungsgebot des Utilitarismus und mithin vom Nachhaltigkeitspostulat. Mit der wachstumsbedingten Diskontierung soll eine einheitliche Vergleichsbasis für alle durch das Projekt betroffenen Generationen geschaffen werden. Sie ist somit notwendige Bedingung für die Gleichbehandlung von im Zeitverlauf nacheinander lebenden Menschen und Generationen. Es wird mit einer positiven Rate diskontiert, wenn Menschen in der Zukunft reicher sind als heute lebende. Argumentieren wir in einer stationären (schrumpfenden) Wirtschaft, ist die wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate null (negativ). Die Motive 1. und 2. bezeichnet man als „Zeitpräferenzratenansätze“. Die gesamte Zeitpräferenzrate setzt sich additiv aus den beiden Komponenten reine Zeitpräferenzrate (ρ) und wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate ($\varepsilon \cdot g$) zusammen: $\delta = \rho + \varepsilon \cdot g$.

3. Die Motive 1. und 2. beziehen sich auf Konsumeinheiten. Auf einer anderen Ebene liegt die Diskontierung aufgrund *verdrängter Investitionen*: Wenn der Staat Investitionen durchführt, verdrängt er in einer Welt knapper Ressourcen notwendigerweise private Investitionen, die eine bestimmte Verzinsung (Rendite) erwirtschaftet hätten. Die öffentliche Investition muss – aus gesamtwirtschaftlicher Effizienz­sicht – (mindestens) eine interne Ertragsrate in Höhe der Ertragsrate der verdrängten Investitionen erwirtschaften. Deshalb muss aus Opportunitätskosten­sicht eine Diskontierungsrate (*Opportunitätskostenrate*) Verwendung finden, die mindestens die entgangenen Erträge aus verdrängten privaten Investitionen abdeckt. Diese Argumentation benötigt eine sorgfältige Bestimmung aller mit den zu vergleichenden Projekten anfallenden Opportunitätskosten. Darüber hinaus geht dieser Ansatz davon aus, dass staatliche Projekte ausschließlich private Investitionen verdrängen und den privaten Konsum unverändert lassen. Das Opportunitätskostenargument darf bei intergenerationellen Fragestellungen nicht unter den Tisch fallen, wenn der Staat sein Handeln an Effizienzgesichtspunkten ausrichtet. Investitionen und Konsum sind jedoch keine gleichartigen volkswirtschaftlichen Größen: Konsum stiftet unmittelbar Nutzen, während Investitionen unternommen werden, um den Nutzen in der Zukunft zu steigern. Deshalb muss ein Vergleich von Investitions- und Konsumgrößen durchgeführt werden (vgl. Abschnitt 4).
4. Diskontiert werden kann auch wegen *Unsicherheiten* bezüglich der absoluten Höhe der in der Zukunft auftretenden Effekte. Je weiter in der Zukunft ein zu berücksichtigender Effekt auftritt, desto unsicherer wird er und desto weniger ist er aus heutiger Sicht wert. Wie man leicht sieht, handelt es sich um eine Unsicherheit von Nutzen- und Kosteneffekten. Diese muss konsequenterweise auch dort berücksichtigt werden, etwa in Form einer Erwartungswertbildung. Die Diskontierung würde nur einer Richtung der Unsicherheit Rechnung tragen, nämlich der Möglichkeit einer geringeren Ausprägung der tatsächlichen Größen in der Zukunft. Ebenso wäre es denkbar, dass die in der Zukunft auftretenden Effekte größer sein werden als aus heutiger Sicht prognostiziert. Dann müsste mit einer geringeren Rate diskontiert werden. Unsicherheiten bezüglich der tat-

sächlichen Ausprägung der Nutzen- und Kosteneffekte sind deshalb im Zähler der Nutzen-Kosten-Analyse zu erfassen. Bezieht sich die Unsicherheit dagegen tatsächlich auf die Höhe der Diskontierungsraten (reine und wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate bzw. Opportunitätskostenrate), müssen diese mithilfe gängiger Verfahren des Risikomanagements dem Unsicherheitsaspekt Rechnung tragen.

Fazit: Wir konzentrieren uns im Folgenden auf die Diskontierung wegen einer positiven Zeitpräferenz bzw. positiver Opportunitätskosten. Unsicherheitsaspekte sollen aus Vereinfachungsgründen vernachlässigt werden (vgl. dazu Gollier 2002 und Weitzman 1998).

4 Richtige Diskontierung

Damit rückt bei der Anwendung der verschiedenen Diskontierungskonzepte die Verdrängungswirkung privater Verwendungen (Konsum oder Investitionen) durch die staatliche Maßnahme in den Mittelpunkt. Werden ausschließlich Konsumbeträge verdrängt, so muss der Staat die gesellschaftliche Zeitpräferenzrate zur Diskontierung heranziehen. Ähnlich einfach stellt sich der Sachverhalt dar, wenn eine staatliche Investition ausschließlich Investitionsbeträge verdrängen würde. Zur Diskontierung müssten dann die internen Ertragsraten der verdrängten privaten Investitionen herangezogen werden (vgl. aber auch die Kritik vor allem bei Kruschwitz 2003). Beide Situationen sind wenig realistisch. Gleichwohl beschränken sich auch neuere Arbeiten zur Diskontierung immer wieder auf die abgrenzende Darstellung dieser beiden Verfahren zur Diskontierung (vgl. etwa Arrow et al. 1996), ohne die Anforderungen aus der Praxis in ein integratives Diskontierungskonzept einzuarbeiten.

In aller Regel muss davon ausgegangen werden, dass eine staatliche Investition sowohl das konsumtive Budget der Haushalte als auch die Investitionsmöglichkeiten der Unternehmen einschränkt. In einem theoretischen Idealzustand spielt dies keine Rolle, weil sich beide Größen im Optimum entsprechen und der markträumende Kapitalmarktzins als sehr guter Indikator dafür herangezogen werden kann. Unterstellen wir dagegen, dass die idealen Bedingungen in der Praxis regelmäßig nicht erfüllt sind, so übersteigt die marginale Opportunitätskostenrate regelmäßig die marginale Zeitpräferenzrate. Grund sind in erster Linie verzerrende Steuern. Welche Rate sollte der Staat bei seiner Entscheidung dann verwenden? Die Verwendung der Opportunitätskostenrate etwa impliziert, dass insgesamt mit einer zu hohen Rate diskontiert wird und damit langfristige Auswirkungen mit einem zu geringen Gewicht ins heutige Kalkül eingehen. Nachhaltige Entwicklungen werden über die zu starke Abwertung zukünftiger Effekte erschwert. Zukünftige Generationen werden in der heutigen Betrachtungsweise unterrepräsentiert, was einen Widerspruch zum Nachhaltigkeitspostulat des Brundtland-Berichtes darstellen würde. Bei Verwendung der Zeitpräferenzrate würde man dagegen mit einer zu geringen Rate diskontieren, was dazu führt, dass Langfristeffekte mit einem zu hohen Gewicht in die heutige Entscheidungssituation eingehen. Auf den ersten Blick fördert eine solche Vorgehensweise nachhaltige Entwicklungen, jedoch zulasten heute lebender Generationen, die ihren Gegenwartskonsum in zu starkem Maße einschränken müssten. Diese Herangehensweise verkennet die Existenz von Opportunitätskosten. Die internen Renditen der verdrängten Investitionen übersteigen die des staatlichen Projektes, und die Wachstumskräfte in der Volkswirtschaft würden reduziert. Dies kann letztlich dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung gerade widersprechen. Beide Vorgehensweisen verursachen somit auf der einen Seite Ineffizienzen wie auf der anderen Seite Ungerechtigkeiten.

Eine nachhaltigkeitskonforme Diskontierung, die die Interessen sowohl der heute als auch der in Zukunft lebenden Generationen berücksichtigt, sollte wie folgt vorgehen (vgl. Bayer 2003 sowie Cansier und Bayer 2003):

Erster Schritt: In der Planungsphase der öffentlichen Investition muss eine vollständige Ermittlung aller dadurch verdrängten Investitions- und Konsumbeträge erfolgen. Der Staat finanziert ein solches Projekt entweder über zusätzliche Steuern oder zusätzliche Kreditaufnahme. Beides induziert private Anpassungsprozesse in Form reduzierten privaten Konsums und privater Investitionen. Eine exakte Schätzung wird nahezu unmöglich sein. Allerdings stellen Konsum- und Investitionsquoten, wie sie in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung ausgewiesen werden, brauchbare Indikatoren dar.

Zweiter Schritt: Danach müssen alle anfallenden Projekterträge über die gesamte Laufzeit ermittelt werden. Wie in der Verdrängungsphase muss auch in der „Ertragsphase“ die private Verwendung der zusätzlichen Mittel auf Konsum und Investitionen geschätzt werden. Für praktische Zwecke könnte ebenfalls auf existierende Investitions- und Konsumquoten zurückgegriffen werden. Allerdings sollten hier langfristige Entwicklungen berücksichtigt werden, die in geeigneter Weise fortzuschreiben sind.

Dritter Schritt: Sind die verdrängten und neu geschaffenen Investitionsbeträge je Planungsperiode bekannt, können diese in Konsumäquivalente mithilfe verschiedener Kapitalschattenpreismethoden umgerechnet werden. Ein Konsumäquivalent bringt zum Ausdruck, welchem Konsumbarwert eine Investitionseinheit zum Zeitpunkt seiner Verdrängung bzw. seiner Schaffung entspricht. Für die Berechnung von Konsumäquivalenten finden sich in der Literatur verschiedene Möglichkeiten (vgl. Bayer 2000: 171–187). Investitionen sind nicht Selbstzweck, vielmehr sollen sie das Konsumpotential in der Zukunft erhöhen. Dabei wird nur dann investiert, wenn der heutige Konsumverzicht in der Zukunft mindestens kompensiert wird. Dies entspricht der Bedingung, dass die interne Ertragsrate (marginale Opportunitätskostenrate) der Investition mindestens der individuellen marginalen Zeitpräferenzrate entspricht. Wenn diese Bedingung gilt, garantieren Investitionen neben der Kapitalrückgewinnung in der Rückzahlungsperiode noch positive Zinszahlungen, die Mehrkonsum (oder Mehrinvestitionen über die Erhöhung des individuellen Sparangebotes) erlauben. Ein Konsumäquivalent in Höhe von zwei ($v = 2$) bedeutet etwa, dass eine verdrängte Investitionseinheit heute einem Konsumbarwert über die Laufzeit der Investition in Höhe von zwei entspricht.

Eine einfache Methode wird von Cline verwendet, der die Annuität einer verdrängten Investition als laufend verdrängten Konsum während des gesamten Planungshorizontes fingiert (vgl. Cline 1992: 245–247 und 270–274): Man berechnet aufgrund der geschätzten Ertragsrate über die erwartete Nutzungsdauer die Annuität einer verdrängten bzw. induzierten Investition. Mithilfe der Zeitpräferenzrate der betroffenen Generation(en) wird dann der Barwert der Annuität bezogen auf den Zeitpunkt der Investitionsverdrängung berechnet: Man erhält ein Konsumäquivalent der verdrängten Investitionen. Bezogen auf eine Investitionseinheit ($I = 1$) ergibt sich der Schattenpreis des Kapitals v_c . Für eine Investition mit der Ertragsrate r und der Lebensdauer n errechnet sich ein Konsumäquivalent aus der Annuität – berechnet mit der Ertragsrate r – multipliziert mit dem Wiedergewinnungsfaktor auf Basis der Zeitpräferenzrate δ :

$$v_c = \frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \cdot \frac{(1+\delta)^n - 1}{\delta \cdot (1+\delta)^n} \quad (2)$$

Tabelle 2 gibt einen Eindruck über die Höhe verschiedener Konsumäquivalente in Abhängigkeit der Laufzeit einer Investition sowie verschiedener interner Ertrags- und Zeitpräferenzraten. Man erkennt, dass der Wert eines Konsumäquivalentes umso mehr über eins liegt, je weiter die interne Ertragsrate r über der Zeitpräferenzrate δ liegt. Stimmen beide Größen überein, so weist das Konsumäquivalent den Wert eins auf. Übersteigt die Zeitpräferenzrate die interne Ertragsrate, resultiert ein Wert des Konsumäquivalentes von weniger als eins.

Tabelle 2

Kapitalschattenpreis nach Cline bei einer Laufzeit der Investition von $n = 15$ Jahren

$r \downarrow / \delta \rightarrow$	$\delta = 1,5 \%$	$\delta = 3 \%$	$\delta = 5 \%$	$\delta = 6 \%$	$\delta = 8 \%$	$\delta = 10 \%$
$r = 5 \%$	1,285	1,15	1	0,936	0,825	0,733
$r = 6 \%$	1,374	1,229	1,069	1	0,881	0,783
$r = 8 \%$	1,559	1,395	1,213	1,135	1	0,889
$r = 10 \%$	1,754	1,57	1,365	1,277	1,125	1
$r = 20 \%$	2,854	2,553	2,22	2,077	1,831	1,627
$r = 30 \%$	4,083	3,653	3,176	2,972	2,619	2,327

Quelle: Bayer (2000: 173).

Vierter Schritt: Sind alle Investitionsbeträge in Konsumäquivalente umgerechnet, so liegen ausschließlich Konsumbeträge vor, die mithilfe des Zeitpräferenzratenansatzes richtig diskontiert werden können. Die Barwertberechnung erfolgt gemäß nachfolgender Gleichung (3):

$$PV = -v_{C,0} \cdot I_0 - C_0 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{v_{C,t} \cdot I_t + C_t}{(1+\delta_t)^t} \quad (3)$$

Mit dieser Vorgehensweise bei der Diskontierung vermeidet man diskriminierende – ineffiziente sowie ungerechte – Entscheidungen zugunsten oder zulasten sowohl zukünftiger als auch heute lebender Generationen. Alle Abweichungen von dieser Vorgehensweise stellen einen Bruch mit der originären Idee des Nachhaltigkeitsgedankens dar.

Fazit: Bei realistischen Verhältnissen werden grundsätzlich neben privaten Konsumbeträgen auch private Investitionsbeträge durch die Realisierung einer öffentlichen Investition verdrängt. Die jeweils heranzuziehenden Diskontierungsraten unterscheiden sich, so dass das ausschließliche Abstellen auf eine der beiden Raten immer Ineffizienzen und Ungerechtigkeiten hervorrufen würde. Deshalb verlangt eine nachhaltigkeitskonforme Vorgehensweise eine „Vereinheitlichung“ von Konsum- und Investitionsbeträgen über die Ermittlung von Konsumäquivalenten. Die Diskontierung der dann vorliegenden Konsumgrößen sollte mithilfe eines Zeitpräferenzratenansatzes erfolgen.

5 Intergenerationelle Diskontierung – Generation Adjusted Discounting

Die obige Negativabgrenzung sagt allerdings noch nichts darüber aus, welche Zeitpräferenzrate zur Diskontierung zukünftiger Konsumeffekte herangezogen werden soll. Diese Frage wird im Rahmen des Generation Adjusted Discounting (GAD) beantwortet.

5.1 Generation Adjusted Discounting (GAD) – Allgemeine Darstellung

Es handelt sich um eine Methodik, die das in ökonomischen Modellen oft unreflektiert verwendete exponentielle Diskontierungsverfahren mit konstanten Raten verbessert, indem intergenerationelle Besonderheiten berücksichtigt werden (vgl. Bayer 2003 und Bayer 2000). Im Rahmen des neoklassischen Paradigmas wird neben dem Effizienzaspekt auch der Gerechtigkeit zwischen Generationen Rechnung getragen. Das Gerechtigkeitskriterium entstammt dem Utilitarismus: Aus gesellschaftlicher Sicht darf kein Individuum und mit hin auch keine Generation gegenüber einer anderen bevorzugt oder benachteiligt werden. Dieser Forderung kommen die Modelle der modernen Wachstumstheorie wegen der Verwendung einer konstanten Nutzendiskontierungsrate (reine Zeitpräferenzrate) in aller Regel nicht nach – trotz prominenter Kritik an dieser Annahme.²

Nachdem alle zu diskontierenden Größen in Konsumeinheiten vorliegen, berücksichtigt das GAD explizit die endliche Lebensdauer von Menschen. Dies geschieht mithilfe einer künstlichen Zweiteilung: *Intragenerationelle* Effekte werden von intergenerationellen getrennt. Erstgenannte finden innerhalb des Lebens der einzelnen Generationen statt, letztgenannte beschreiben Effekte, die nach dem Ableben einer Generation aus gesellschaftlicher Sicht noch anstehen und zu berücksichtigen sind. Die Zweiteilung findet sich auch in der Wahl der Diskontierungsrate: Unstrittig stellt die Verwendung der wachstumsbedingten Zeitpräferenzrate eine notwendige Bedingung bei der Diskontierung im Rahmen der unterstellten Klasse von Nutzen-Kosten-Analysen dar. Diese wird deshalb sowohl intra- als auch intergenerationell als Diskontierungsrate herangezogen. Bei der reinen Zeitpräferenzrate hatten wir dagegen festgestellt, dass diese streng individualistisch interpretiert werden muss und für eine gesellschaftliche Diskontierung keine Rolle spielen darf. Intragenerationell kann sich deshalb jede Generation zu einer positiven reinen Zeitpräferenz bekennen und darin eine reine Gegenwartsvorliebe zum Ausdruck bringen – sobald die Generation allerdings stirbt, darf die reine Zeitpräferenzrate nicht mehr für die gesellschaftliche Diskontierung auf die Planungsperiode herangezogen werden. Die intergenerationelle Diskontierungsrate (wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate) liegt somit grundsätzlich im Ausmaß der reinen Zeitpräferenzrate unterhalb der intragenerationellen Rate.

Tabelle 3 illustriert die Grundidee des GAD in einem einfachen 4-Generationen-Modell. Wir wollen annehmen, dass zu jedem Zeitpunkt vier Generationen in unserer Volkswirtschaft leben. Sobald eine Generation stirbt, wird zeitgleich eine „neue“, junge Generation geboren. Die Generationen, die mit Beginn eines öffentlichen Projektes auf der Welt waren, werden in Abhängigkeit ihrer Restlebensdauer von der Maßnahme betroffen (hier Generationen A, B, C und D). Beginnend mit Generation D sind alle künftig lebenden Gene-

² "One point should perhaps be emphasised more particularly; it is assumed that we do not discount later enjoyments in comparison with earlier ones, a practice which is ethically indefensible and arises merely from the weakness of imagination." (Ramsey 1928: 543)

Tabelle 3

Intragenerationelle Konsumeffekte in einem 4-Generationen-Modell

$$\theta = (1 + \delta)$$

Generation	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	$\dots t_n$	Summe
A	c_0							c_0
B	c_0	$c_1 \cdot \theta^{-1}$						$c_0 + c_1 \cdot \theta^{-1}$
C	c_0	$c_1 \cdot \theta^{-1}$	$c_2 \cdot \theta^{-2}$					$c_0 + c_1 \cdot \theta^{-1} + c_2 \cdot \theta^{-2}$
D	c_0	$c_1 \cdot \theta^{-1}$	$c_2 \cdot \theta^{-2}$	$c_3 \cdot \theta^{-3}$				$c_0 + c_1 \cdot \theta^{-1} + c_2 \cdot \theta^{-2} + c_3 \cdot \theta^{-3}$
E		c_1	$c_2 \cdot \theta^{-1}$	$c_3 \cdot \theta^{-2}$	$c_4 \cdot \theta^{-3}$			$c_1 + c_2 \cdot \theta^{-1} + c_3 \cdot \theta^{-2} + c_4 \cdot \theta^{-3}$
F			c_2	$c_3 \cdot \theta^{-1}$	$c_4 \cdot \theta^{-2}$	$c_5 \cdot \theta^{-3}$	$\dots$	$c_2 + c_3 \cdot \theta^{-1} + c_4 \cdot \theta^{-2} + c_5 \cdot \theta^{-3}$
G				c_3	$c_4 \cdot \theta^{-1}$	$c_5 \cdot \theta^{-2}$	$\dots$	$c_3 + c_4 \cdot \theta^{-1} + c_5 \cdot \theta^{-2} + c_6 \cdot \theta^{-3}$
H					c_4	$c_5 \cdot \theta^{-1}$	$\dots$	$c_4 + c_5 \cdot \theta^{-1} + c_6 \cdot \theta^{-2} + c_7 \cdot \theta^{-3}$
$\vdots$						$\vdots$	$\dots$	$\vdots$
Summe	$4 \cdot c_0$	$c_1 \cdot (1 + 3 \cdot \theta^{-1})$	$c_2 \cdot (1 + \theta^{-1} + 2 \cdot \theta^{-2})$	$c_3 \cdot (1 + \theta^{-1} + \theta^{-2} + \theta^{-3})$	$c_4 \cdot (1 + \theta^{-1} + \theta^{-2} + \theta^{-3})$	$c_5 \cdot (1 + \theta^{-1} + \theta^{-2} + \theta^{-3})$	$\dots$	Σ

Quelle: Bayer (2000: 206).

rationen über ihre gesamte Lebensdauer vom öffentlichen Projekt betroffen. Die periodenspezifischen Nettokonsumeffekte (in der Anfangsphase einer Klimaschutzinvestition stehen hier sicherlich Auszahlungen, also Konsumreduktionen) werden zu gleichen Teilen auf die zum jeweiligen Zeitpunkt lebenden Generationen aufgeteilt.

Generation D etwa, die mit der Realisierung des öffentlichen Projektes geboren wird, ist während ihres gesamten Lebens von der öffentlichen Investition betroffen. Die projektinduzierten Effekte c_0 , c_1 , c_2 und c_3 werden auf den Beginn des Lebens von Generation D bezogen. Dazu kann die Summe aus reiner und wachstumsbedingter Zeitpräferenzrate herangezogen werden, weil alle Effekte im Verlauf des Lebens von Generation D anfallen. Eine intergenerationelle Diskontierung aller Generation D betreffenden Effekte ist nicht notwendig. Für die älteren Generationen A, B und C gelten analoge Überlegungen, allerdings sterben sie früher als Generation D. Der Sachverhalt ändert sich erstmals mit dem Ableben von Generation A und der Geburt von Generation E im Zeitpunkt t_1 . Generation E zinst zukünftige Konsumeffekte auf die Geburtsperiode t_1 ab – unter Berücksichtigung ihrer individuellen reinen sowie der wachstumsbedingten Zeitpräferenzrate (*intragenerationelle* Diskontierung). Daran anschließend muss noch auf den Planungszeitpunkt t_0 *intergenerationell* diskontiert werden. Hierzu kann allerdings nur die wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate herangezogen werden.

Die grau hinterlegte Fläche in Tabelle 3 zeigt, welche Perioden intergenerationell zu diskontieren sind, wenn ein gesellschaftlicher Barwert in der Planungsperiode t_0 ermittelt werden soll. Dazu müssen die intragenerationellen Barwerte, die den Barwert der politikinduzierten Effekte zu Beginn des Lebens der einzelnen Generationen angeben, nochmals intergenerationell auf den Planungszeitpunkt t_0 diskontiert werden. Insgesamt reduziert sich somit die Diskontierungsrate im Ausmaß des Wegfalls der reinen Zeitpräferenzrate und die resultierenden Barwerte öffentlicher Investitionen werden größer. Dies kann als Beitrag zur Erreichung eines nachhaltigen Entwicklungspfad auf Grund eines „aufgeklärten“ Diskontierungsverfahrens interpretiert werden.

5.2 Generation Adjusted Discounting (GAD) – Einige Beispiele

Wie stark fällt dieser „Nachhaltigkeitsbeitrag“ tatsächlich aus? Dies wollen wir anhand einiger Beispielrechnungen verdeutlichen. Um möglichst realistische Verhältnisse zu unterstellen, wollen wir annehmen, dass die Erwachsenengenerationen 40 Jahre am Leben bleiben. Außerdem sollen in jeder Periode des Planungshorizontes immer exakt 40 Erwachsenengenerationen leben. Nehmen wir zunächst an, die reine (ρ) sowie die wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate ($\varepsilon \cdot g$) betragen jeweils 3 %. Wir normieren die Elastizität des Grenznutzens des Konsum mit eins, wie es bei langfristigen Betrachtungen häufig gemacht wird.³ Betrachten wir zunächst einen einzigen positiven Konsumeffekt von 400, der 100 Jahre nach dem Planungsbeginn den dann lebenden Generationen zur Verfügung steht ($c_{100} = 400$). Der Barwert bei konventioneller Diskontierung ermittelt sich als

$$BW_{konv} = \frac{400}{(1 + \rho + \varepsilon \cdot g)^{100}} = 1,179. \quad (4)$$

Bei Verwendung des GAD ermittelt sich der Barwert dieses Effektes gemäß nachfolgender Formel:

$$BW_{GAD} = \sum_{l=1}^{PH} \frac{\sum_{i=l}^{l+(L-1)} \frac{c_i/G_i}{(1 + \rho + g)^{i-l}}}{(1 + g)^l} = 12,554. \quad (5)$$

In unserem Beispiel kann jede Generation im Jahre 100 nach Planungsbeginn über einen zusätzlichen Konsumbetrag in Höhe von 10 verfügen ($400/40$). Dieser Betrag wird dann zunächst von jeder Generation auf den Beginn ihres Lebens bezogen (intragenerationelle Diskontierung im Zähler von Gleichung (5)). Die intragenerationellen Barwerte müssen danach noch auf den Planungszeitpunkt t_0 abgezinst werden. Hier muss aus Sicht des Planungszeitpunktes intergenerationell unter ausschließlicher Verwendung der wachstumsbedingten Zeitpräferenzrate diskontiert werden. Der resultierende Barwert dieses einen Konsumeffektes in 100 Jahren (12,554) geht mit einem etwa 10,65-mal so großen Gewicht in die intertemporale Betrachtungsweise ein, als wenn wir dem intergenerationellen Aspekt nicht Rechnung tragen und konventionell diskontieren würden.

Dieser Unterschied nimmt bei Effekten, die noch weiter in der Zukunft verfügbar wären, deutlich zu. Wäre der Konsumbetrag von 400 in 200 (300) Jahren realisierbar, so gingen diese bei konventioneller Diskontierung mit folgenden Barwerten in Planungsüberlegungen ein: $BW_{konv}(c_{200} = 400) = 3,474 \cdot 10^{-3}$ und $BW_{konv}(c_{300} = 400) = 1,024 \cdot 10^{-5}$. Die korrespondierenden GAD-Barwerte lauten: $BW_{GAD}(c_{200} = 400) = 0,653$ und $BW_{konv}(c_{300} = 400) = 0,034$. Der GAD-Barwert übersteigt den konventionellen um den Faktor 188 (200 Jahre) und 3 320 bei einem Effekt in 300 Jahren. Man erkennt, dass langfristige Auswirkungen mit deutlich höherem Gewicht in den gesellschaftlichen Planungsprozess eingehen.

Auch bei geringeren Zeitpräferenzraten bleibt ein signifikanter Unterschied bestehen: Reduzieren wir die reine Zeitpräferenzrate ρ auf 1 % sowie die wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate g auf 2 %, so ergeben sich folgende Barwerte für einen einzelnen Konsumeffekt

³ Vgl. als prominentestes Beispiel Nordhaus (1994); eine Ausnahme findet sich in Cline (1992), der für sie 1,5 ansetzt. Eine umfassende Kritik findet sich bei Price (2003).

von 400 in 102, 202 und 302 Jahren vom Planungszeitpunkt an gerechnet: $BW_{konv}(c_{102} = 400) = 19,618$, $BW_{konv}(c_{202} = 400) = 1,021$ sowie $BW_{konv}(c_{302} = 400) = 0,053$. Die dazu korrespondierenden GAD-Barwerte lauten: $BW_{GAD}(c_{102} = 400) = 44,154$, $BW_{GAD}(c_{202} = 400) = 6,095$ und $BW_{GAD}(c_{302} = 400) = 0,841$. Der GAD-Barwert übersteigt den bei konstanter, konventioneller Diskontierung somit um das 2,25fache (102 Jahre), 5,97fache (202 Jahre) sowie das 15,87fache (302 Jahre).

Erwähnenswert ist diesbezüglich auch, dass bei Konstanz der intragenerationellen Rate (δ) von 3 % die Aufteilung in wachstumsbedingte und reine Zeitpräferenzrate nur beim GAD eine Rolle spielt. Vertauschen wir die Werte für ρ und g und verwenden $\rho = 0,02$ und $g = 0,01$, so bleibt die gesamte Diskontierungsrate konstant 0,03. Mithilfe der konventionellen Diskontierung errechnet man deshalb die gleichen Barwerte wie oben. Dagegen resultieren nachfolgende GAD-Barwerte: $BW_{GAD}(c_{102} = 400) = 101,459$, $BW_{GAD}(c_{202} = 400) = 37,51$ und $BW_{GAD}(c_{302} = 400) = 13,868$. Der Unterschied zu den Barwerten bei konventioneller Diskontierung erhöht sich deutlich: Der GAD-Barwert ist um den Faktor 5,17 (102 Jahre), 36,74 (202 Jahre) sowie 261,66 (302 Jahre) größer als der bei konventioneller Diskontierung resultierende.

Betrachten wir abschließend die Unterschiede beider Diskontierungsverfahren, wenn Sequenzen von projektinduzierten Konsumbeträgen miteinander verglichen werden. Dies soll anhand eines Beispiels für eine zehnjährige Sequenz von Konsumbeträgen verdeutlicht werden. Setzen wir die reine und die wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate wieder auf jeweils 3 %. Darüber hinaus nehmen wir an, dass ein Konsumeffekt in Höhe von 400 über jeweils zehn Perioden anfällt. Betrachten wir die Perioden 100 bis 109 vom Planungshorizont aus gerechnet, so übersteigt der GAD-Barwert den konventionellen um den Faktor 12. Für die Perioden 200 bis 209 vom Planungshorizont aus gerechnet ergibt sich ein Unterschied in Höhe des Faktors 211. Verschieben wir diese Effekte nochmals um 100 Jahre in die Zukunft (300 bis 309), so resultiert ein Unterschied in Höhe des Faktors 3 730. Wir stellen fest, dass bei Betrachtung einer Sequenz die Barwertsunterschiede im Vergleich zur Betrachtung eines einzelnen Effektes noch zunehmen, was an der stärkeren Auswirkung der intergenerationellen Diskontierungsrate liegt.

5.3 Nachhaltigkeitsmessung mithilfe des GAD

Unsere Nachhaltigkeitsdefinition stellt auf das Non-Declining-Welfare-Kriterium ab. Es verlangt, dass zu jedem Zeitpunkt die Wohlfahrt der lebenden Menschen mindestens der Wohlfahrt der in der Vorperiode lebenden Individuen entspricht. Ist das Wohlfahrtsniveau künftig lebender Menschen gestiegen, so muss die Wachstumskomponente für einen intertemporalen Vergleich herausgerechnet werden, was über die Diskontierung mit der wachstumsbedingten Zeitpräferenzrate erfolgt. Intergenerationelle Diskontierung mit der wachstumsbedingten Zeitpräferenzrate impliziert dann Wohlfahrtsäquivalenz aller Generationen über die gesamte Planungsdauer.

Unter diesen Bedingungen können die GAD-Barwerte auch verwendet werden, um barwertäquivalente konstante Diskontierungsraten bei der konventionellen Diskontierung abzuleiten. Ein Barwert von 12,554 eines Konsumeffektes von 400 in 100 Jahren etwa kann auch errechnet werden, wenn eine konstante Diskontierungsrate von 3,522 % verwendet wird. Bei 200 Jahren reduziert sich diese Rate auf 3,2609 % und bei 300 Jahren weiter auf

3,1736 %. Die Differenz zwischen dieser GAD-äquivalenten konstanten und der tatsächlichen konstanten Diskontierungsrate in Höhe von 6 % kann als „Nachhaltigkeitslücke“ bezeichnet werden.⁴ Faktisch ist die konstante Diskontierungsrate – bei den unterstellten Verhältnissen – um 2,8264 Prozentpunkte bei der Barwertberechnung des Konsumeffektes in 300 Jahren zu hoch – und damit nicht nachhaltig, da die Effekte zukünftiger Generationen in zu kleinem Ausmaß in die heutige Planungsperiode eingehen. Analoges gilt für die Effekte in 100 Jahren – hier beträgt die Nachhaltigkeitslücke 2,3248 Prozentpunkte – und in 200 Jahren – mit einer Nachhaltigkeitslücke von 2,7391 Prozentpunkten. Bei den angenommenen Verhältnissen besteht eine deutliche Nachhaltigkeitslücke. Die konventionellen Diskontierungsraten liegen um 62 bis 85 % über den Diskontierungsraten, die bei Anwendung des GAD verwendet würden.

Die prozentualen Nachhaltigkeitslücken hängen maßgeblich von der Höhe der wachstumsbedingten Zeitpräferenzrate ab: Für eine reine Zeitpräferenzrate $\rho = 1\%$ sowie eine wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate $g = 2\%$ ergeben sich Nachhaltigkeitslücken bei Verwendung der konventionellen Diskontierung und Bewertung eines Konsumeffektes von 400 in 102, 202 sowie 302 Jahren zwischen 37 und 45 %. Die Anwendung des GAD reduziert somit faktisch die (konstante) Diskontierungsrate und erhöht darüber die Barwerte der in der Zukunft auftretenden Effekte, weil Menschen (und Generationen) nur endliche Lebensdauern aufweisen. Darüber hinaus lässt sich leicht zeigen, dass die im GAD verwendete Diskontierungsrate gegen die wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate konvergiert, je weiter der Planungshorizont in die Zukunft reicht.

5.4 Generation Adjusted Discounting (GAD) – Allgemeine Schlussfolgerungen

Die allgemeine Formel zur Berechnung des Barwertes bei Verwendung des GAD lautet:

$$BW_{GAD} = \sum_{j=1}^{(L-1)} (L-j) \cdot \frac{c_j/G_j}{(1+\rho_j+\varepsilon_j \cdot g_j)^j} + \sum_{i=1}^{L+(L-1)} \frac{c_i/G_i}{(1+\rho_i+\varepsilon_i \cdot g_i)^{i-1}} \cdot \frac{1}{(1+\varepsilon_i \cdot g_i)}, \quad (6)$$

mit $c_i, c_j = 0$ für alle $i, j > PH$.

Der zweite Summand wurde im Anschluss an Gleichung (5) eingehend erläutert. Gleichung (6) berücksichtigt zusätzlich, dass auch variable Parameter im Zeitverlauf verwendet werden können. Der erste Summand stellt die Berücksichtigung der Effekte der zum Planungsbeginn lebenden Generationen dar. In Tabelle 3 wären dies etwa die projektinduzierten Konsumeffekte, die für die Generationen A, B, C und D verfügbar sind. Diskontiert wird intragenerationell mit der Summe aus wachstumsbedingter und reiner Zeitpräferenzrate. Die Bedingungen in der zweiten Zeile von Gleichung (6) stellen Abbruchbedingungen dar.

Abschließend können weitere Implikationen des GAD als nachhaltigkeitskonforme Diskontierungsmethodik innerhalb einer diskretionären Nutzen-Kosten-Analyse angeführt werden:

⁴ Die Verwendung des Begriffs „Nachhaltigkeitslücke“ weicht hier von der üblichen finanzwissenschaftlichen Terminologie ab: Er bezieht sich ausnahmslos auf die Nachhaltigkeitsaspekte bei der Diskontierung und beschreibt die Differenz zwischen der konstanten konventionellen Diskontierungsrate und derjenigen konstanten Rate, die zur Ermittlung des GAD-äquivalenten Barwertes benötigt würde. Für die in der Finanzwissenschaft gebräuchlichere Verwendung des Begriffs „Nachhaltigkeitslücke“ bei der staatlichen Finanzpolitik vgl. etwa Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen (2001).

1. Der Nachhaltigkeitsvorteil des GAD wird umso ausgeprägter, je weiter der Planungshorizont die Lebenserwartung der jüngsten Erwachsenengeneration im Planungszeitpunkt übersteigt.
2. Die implizite konstante Diskontierungsrate bei konventioneller Diskontierung nähert sich immer mehr der intergenerationellen Diskontierungsrate (wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate) des GAD an, je weiter in der Zukunft zu berücksichtigende Effekte auftreten.
3. Je höher die reine Zeitpräferenzrate ρ – bei Konstanz der gesamten Zeitpräferenzrate und damit sinkenden g – wird, desto ausgeprägter wird der Barwertunterschied zwischen dem GAD und alternativen Verfahrensweisen.
4. Je niedriger die reine Zeitpräferenzrate ρ wird, desto weiter nähern sich die Barwerte beim GAD und der konventionellen Diskontierung an.
5. Auch für die Berechnung von Konsumäquivalenten sollte – sobald intergenerationelle Effekte auftreten – das GAD herangezogen werden. Dies erhöht die Konsumäquivalente tendenziell und entspricht der von uns unterstellten und dem Utilitarismus entlehnten Nachhaltigkeitsbedingung.

6 Fazit

- a) Eine Nutzen-Kosten-Analyse von Politikprogrammen, die auf die Etablierung bzw. Fortsetzung einer nachhaltigen Entwicklung abzielen, verlangt, dass ausschließlich in monetärer Form vorliegende Größen diskontiert werden. Qualitative Größen können nicht bewertet und deshalb auch nicht diskontiert werden, da sie weitgehend kategorischen Charakter aufweisen: Auf ein Mindestmaß an sauberem Wasser, atembarer Luft und unbelastetem Boden kann der Mensch nicht verzichten, ohne seinen Tod billigend in Kauf zu nehmen.
- b) Das Ausblenden von Unsicherheitsaspekten ist insofern gerechtfertigt, als unsere Analyse zunächst auf die grundlegenden Fragen einer nachhaltigkeitskonformen Diskontierung abstellt. Darauf aufbauend lassen sich leicht Verfahren zur adäquaten Berücksichtigung von Unsicherheitsaspekten integrieren, die zweifelsohne erhebliche Bedeutung für langfristige Fragestellungen haben.
- c) Nachhaltigkeitsprobleme werden dann besonders virulent, wenn Projekte mit asymmetrischer Nutzen-Kosten-Struktur vorliegen. In der Regel gehen die langfristigen Effekte mit einem – aus Nachhaltigkeitsblickwinkel – zu geringen Gewicht in die zum Planungszeitpunkt durchgeführte Barwertbetrachtung ein. Entscheidungen, bei denen heute lebende Generationen – bewusst oder unbewusst – intertemporale externe Effekte zulasten zukünftiger Generationen verursachen, sind jedoch sowohl ineffizient als auch mit fundamentalen Gerechtigkeitsprinzipien unvereinbar. Nicht nachhaltiges, konventionelles Diskontieren und die damit implizierte Abkehr vom Gleichbehandlungsgebot des Utilitarismus bei der Projektevaluation kann als strategisches Instrument heute lebender Generationen verstanden werden, um sich auf Kosten künftig lebender Generationen einen nicht nachhaltigkeitskonformen Vorteil zu verschaffen.

- d) Die „richtige“ Diskontierung rückt damit im intergenerationellen Kontext in den Mittelpunkt: Sie konzentriert sich grundsätzlich auf die Ermittlung von Zeitpräferenzraten. Sämtliche Investitionseffekte im Verlauf des Planungshorizontes müssen unter Verwendung von Kapitalschattenpreismethoden in Konsumäquivalente umgerechnet werden. Unter zusätzlicher Einbeziehung intergenerationaler Spezifika leitet sich das GAD ab. Dessen Anwendung führt unter Berücksichtigung des utilitaristischen Gleichbehandlungsgebots zu „besseren“ Ergebnissen aus Effizienz- und Verteilungssicht und ist konventionellen Verfahren aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit deutlich überlegen. Faktisch führt die Anwendung des GAD zu einer Reduktion der Diskontierungsrate.

- e) Im Gegensatz zur optimalen Wachstumstheorie, wo die wachstumsbedingte Zeitpräferenzrate in jeder Periode endogen bestimmt wird, verlangt das GAD jedoch die exogene Vorgabe sowohl einer reinen Zeitpräferenzrate der jeweiligen Generationen als auch die Schätzung des Konsumwachstums. Für die Elastizität des Grenznutzens des Konsums, ϵ , ergibt sich kein Unterschied, weil diese bei Spezifizierung der Nutzenfunktion ohnehin exogen vorgegeben werden muss. Dies impliziert einen Mehraufwand im Vergleich zur konventionellen Diskontierung. Das Einschwenken auf einen nachhaltigen Pfad hat seinen Preis, der allerdings durch die Versöhnung heutiger und zukünftiger Generationen mindestens kompensiert werden wird. Dies zeigt insbesondere eine Anwendung des GAD in einem allgemeinen Gleichgewichtsmodell (vgl. Bayer und Kemfert 2002): Die ökonomische Standardaussage im Rahmen von OLG- und optimalen Wachstumsmodellen, öffentliche Umweltschutzmaßnahmen größeren Umfangs seien ineffizient, wird widerlegt.

- f) Die Diskontierung stellt jedoch kein umweltökonomisches Instrument im eigentlichen Sinne zur Steuerung des „Umweltverbrauchs“ dar. Sie kann allerdings im Rahmen der Planung von langfristigen Politikmaßnahmen einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, zukünftige Generationen mit einem deutlich höheren Gewicht einzubeziehen, als das bei der konventionellen Diskontierung der Fall ist. Durch Verwendung des GAD werden diskriminierende Effekte zulasten zukünftig wie auch heute lebender Generationen vermieden und somit eine notwendige Bedingung zur Erreichung nachhaltiger Pfade erfüllt.

Literaturverzeichnis

- Arrow, Kenneth J. et al. (1996): Intertemporal Equity, Discounting, and the Economic Efficiency. In: James P. Bruce et al. (Hrsg.): *Climate Change 1995. Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 125–144.
- Bayer, Stefan und Dieter Cansier (1998): Methodisch abgesicherte intergenerationelle Diskontierung. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht*, 21 (1), 113–132.
- Bayer, Stefan (2000): *Intergenerationelle Diskontierung am Beispiel des Klimaschutzes*. Marburg, Metropolis.
- Bayer, Stefan (2003): Generation Adjusted Discounting in Long-Term Decision-Making. *International Journal of Sustainable Development*, 6 (1), 133–149.
- Bayer, Stefan and Claudia Kemfert (2002): Reaching National Kyoto Targets in Germany and Sustainable Development. *Environment, Development and Sustainability*, 4 (4), 371–390.

- Cansier, Dieter und Stefan Bayer (2003): *Einführung in die Finanzwissenschaft. Grundfunktionen des Fiskus*. München, Oldenbourg.
- Cline, William R. (1992): *The Economics of Global Warming*. Washington, D.C., Institute for International Economics.
- Döring, Ralf und Silke Gronemann (2001): Nachhaltigkeit und Diskontierung. *Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensethik*, 2 (2), 232–256.
- Gollier, Christian (2002): Discounting an Uncertain Future. *Journal of Public Economics*, 85 (2), 149–166.
- Kruschwitz, Lutz (2003): *Investitionsrechnung*. 9., neu bearbeitete Aufl. München, Oldenbourg.
- Ramsey, Frank P. (1928): A Mathematical Theory of Saving. *The Economic Journal*, 28, 543–559.
- Schelling, Thomas C. (1995): Intergenerational Discounting. *Energy Policy*, 23 (4/5), 395–401.
- Ott, Konrad (2003): Reflections on Discounting: Some Philosophical Remarks. *International Journal of Sustainable Development*, 6 (1), 7–24.
- Price, Colin (1993): *Time, Discounting & Value*. Oxford, Blackwell.
- Price, Colin (2003): Diminishing Marginal Utility: The Respectable Case for Discounting? *International Journal of Sustainable Development*, 6 (1), 117–132.
- Unnerstall, Herwig (2003): Discounting: Reflections on the Scientific and Ethical Dimensions of the Debate. *International Journal of Sustainable Development*, 6 (1), 54–69.
- Weitzman, Martin L. (1998): Why the Far-Distant Future Should Be Discounted at Its Lowest Possible Rate. *Journal of Environmental Economics and Management*, 36 (3), 201–208.
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen (2001): *Nachhaltigkeit in der Finanzpolitik – Konzepte für eine langfristige Orientierung öffentlicher Haushalte*. Schriftenreihe des Bundesministeriums der Finanzen, Heft 71. Berlin, Stollfuß.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (Hrsg.) (1987): *Our Common Future (Brundtland-Bericht)*. Oxford, Oxford University Press.