

Kriedel, Thomas

Article — Digitized Version

## Der Diskontsatz in Nutzen-Kosten-Analysen: Eine empirische Schätzung

Wirtschaftsdienst

*Suggested Citation:* Kriedel, Thomas (1979) : Der Diskontsatz in Nutzen-Kosten-Analysen: Eine empirische Schätzung, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Vol. 59, Iss. 12, pp. 631-636

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/135390>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

## Der Diskontsatz in Nutzen-Kosten-Analysen

### Eine empirische Schätzung

Thomas Kriedel, Köln

Bei der Durchführung einer Nutzen-Kosten-Analyse ist es notwendig, Kosten und Erträge, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen, auf einen Zeitpunkt zu beziehen (diskontieren), um sie vergleichbar zu machen. Durch die Literatur zieht sich eine intensive Diskussion<sup>1</sup> um den für diesen Zweck „richtigen“ Diskontsatz. Diese Überlegungen helfen dem Praktiker aber nur bedingt, weil sie sich weitgehend in theoretischen Ergebnissen erschöpfen, die nicht ohne weiteres auf die Praxis zu übertragen sind. Was fehlt, ist der Versuch, die theoretischen Erkenntnisse umzusetzen in eine fundierte Schätzung des Diskontsatzes.

Immer noch dominiert in Nutzen-Kosten-Analysen das Verfahren, einen plausibel erscheinenden Zinssatz, eventuell in Anlehnung an eine Marktgröße (z. B. Rendite von Staatsanleihen), zum Diskontieren zu verwenden. Da die Autoren dieses Vorgehen selbst meist als fragwürdig erkennen, führen sie noch Vergleichsrechnungen mit anderen Diskontsätzen aus, um zu zeigen, wie alternative Sätze das Ergebnis verändern. Für eine objektive Allokationsentscheidung ist diese Prozedur insbesondere dann untauglich, wenn alternative Projekte mit unterschiedlichen Zeitprofilen von Kosten und Nutzen zur Diskussion stehen.

In diesem Beitrag soll versucht werden abzuleiten, wie der angemessene Diskontsatz nach den theoretischen Überlegungen aussehen müßte. Dazu wird kein Überblick über den Stand der theoretischen Diskussion gegeben. Deren Ergebnisse werden nur insoweit dargestellt, wie sie zum Verständnis des Konzeptes notwendig sind. Anschließend erfolgt die Anwendung des Konzeptes mit Daten aus der Bundesrepublik

Deutschland, so daß auch ein konkreter Vorschlag für die Größe des in Nutzen-Kosten-Analysen zu benutzenden Diskontsatzes gemacht wird.

#### Zeitpräferenzen

Im allgemeinen hat jedes Individuum eine positive Zeitpräferenz, d. h. es bevorzugt heutigen Konsum gegenüber späteren. Eine Mark heute wird höher bewertet als derselbe Betrag in einem Jahr, auch wenn Preisniveaustabilität herrscht. Definiert ist die Zeitpräferenzrate als „Grenzrate der Substitution von Gegenwartsgütern durch Zukunftsgüter“<sup>2</sup>. Das bedeutet nichts anderes, als daß die Zeitpräferenz die Bewertung gleicher Konsummöglichkeiten zu verschiedenen Zeitpunkten widerspiegelt. Die Existenz einer positiven Zeitpräferenz hat ihre wesentliche Ursache in der Unsicherheit über die Dauer des eigenen Lebens. Denn mit zunehmender zeitlicher Distanz werden Konsummöglichkeiten unsicherer und damit für das Individuum wertloser.

Daß die individuelle Zeitpräferenz allerdings der angemessene Diskontsatz für öffentliche Projekte ist, wird häufig bezweifelt, weil der einzelne aufgrund seines begrenzten Zeithorizonts zu stark diskontieren soll. Denn ein hoher Diskontsatz bedeutet, daß die Interessen zukünftiger Generationen weniger beachtet

---

<sup>1</sup> Vgl. dazu die Literaturübersicht bei Norbert Andel: Nutzen-Kosten-Analysen, in: F. Neumark (Hrsg.): Handbuch der Finanzwissenschaft, Bd I, Tübingen 1977, S. 502 ff.

---

*Dr. Thomas Kriedel, 30, Dipl.-Volkswirt, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Bereich Projektträgerschaft Gesundheitsstrukturforschung, in Köln.*

<sup>2</sup> G. Kirsch, B. Rürup: Die Notwendigkeit einer empirischen Theorie der Diskontierung in der Nutzen-Kosten-Analyse öffentlicher Projekte, in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Bd. 127 (1971), S. 434.

werden als bei einem geringen Diskontsatz. Die statt der individuellen Zeitpräferenz deshalb vorgeschlagene kollektive Zeitpräferenz<sup>3</sup> darf somit kein Ausdruck der mittleren individuellen Präferenzen sein, sondern muß ein besonderer Wert sein, der unter dem individuellen liegen muß. Denn die Gesellschaft hat einen unbegrenzten Zeithorizont, so daß sie auch Nutzen, die nur späteren Generationen zufallen, in der Gegenwart als Nutzen bewerten muß, anstatt sie über einen hohen Diskontsatz implizit nicht zu berücksichtigen<sup>4</sup>.

Doch gegen die Vermutung einer überhöhten individuellen Zeitpräferenz sprechen mehrere Argumente. So kann es durchaus sein, daß der einzelne bei seiner Einschätzung zukünftiger Konsummöglichkeiten über die eigene Lebenserwartung hinausgeht. Insbesondere die den eigenen Nachkommen zufallenden Erträge werden in der Regel ins Kalkül einbezogen, sonst wären Verhaltensweisen wie der Erwerb langlebiger Immobilien kaum zu erklären. Darüber hinaus spricht der Aspekt der intertemporalen Verteilung gegen das Verwenden einer kollektiven Zeitpräferenzrate. Denn bei im Zeitablauf steigendem Wohlstand haben zukünftige Generationen einen höheren Lebensstandard als heutige, so daß ein künstlich gesenkter Diskontsatz zu einer ungewollten Umverteilung von arm zu reich beiträgt. Schließlich bleibt zu fragen, ob das Problem in der Praxis überhaupt Relevanz besitzt, selbst wenn man die Annahme eines begrenzten Zeithorizonts akzeptiert. Es gibt nur wenige Projekte, deren Haupterträge und Kosten nicht bereits lebende Generationen betreffen, so daß die Zahl der potentiell unterschätzten Individuen gering sein muß. Beispielsweise beträgt der Anteil der 60jährigen an der Wohnbevölkerung der Bundesrepublik, die eine Mindestlebenserwartung von 15 Jahren<sup>5</sup> haben, nur rd. 20 %.

Insgesamt erscheint die Rechtfertigung einer besonderen kollektiven Zeitpräferenzrate nicht überzeugend, so daß – auch im Hinblick auf die empirischen Probleme bei der kollektiven Rate – im folgenden nur noch die individuelle Zeitpräferenz betrachtet wird.

### Kapitalertragsrate

Mit der Darstellung der Zeitpräferenz ist erst ein Aspekt des Diskontierungsproblems erörtert. Der andere Aspekt betrifft die Kapitalertragsrate, die man als technische Substitutionsrate zwischen Gegenwarts- und Zukunftsgütern ansehen kann. Denn das heute investierte statt konsumierte Produkt bringt in der Regel

<sup>3</sup> Vgl. dazu z. B. A. Friedlaender: Kriterien für öffentliche Investitionsausgaben: Ein Übersichtsaufsatz, in: H. C. Recktenwald (Hrsg.): Finanztheorie, 2. Aufl., Köln 1970, S. 291-313.

in Zukunft einen Ertrag, der größer ist als der ursprüngliche Konsumverzicht. Ob Konsum oder Investition die bessere Alternative ist, hängt vom Verhältnis von Kapitalertragsrate zu Zeitpräferenzrate ab: Wenn die Kapitalertragsrate größer als die Zeitpräferenzrate ist, sollte investiert werden.

Auf einem idealen Markt, insbesondere bei Gewißheit über den Erfolg von Investitionen, sind Zeitpräferenzrate und Kapitalertragsrate identisch. Denn solange die Kapitalertragsrate  $r$  höher als die Zeitpräferenzrate  $z$  ist, werden die Individuen investieren, so daß  $r$  tendenziell fällt und sich  $z$  angleicht. Ist  $z$  größer als  $r$ , wird nicht investiert, sondern nur konsumiert. Beide Prozesse führen zur Angleichung von  $r$  und  $z$ . In der Realität unterscheiden sich beide Raten aber, so daß zu überlegen ist, welche Rate sich als Diskontsatz eignet.

### Opportunitätskostenprinzip

Bei der Überlegung, welche Rate sich als Diskontsatz eignet, muß man vom Opportunitätskostenprinzip ausgehen<sup>6</sup>. Die Opportunitätskosten sind der Wert, den die Ressourcen in ihrer besten alternativen Verwendung haben. Je höher der Wert der Ressourcen ist, desto vorteilhafter ist auch die entsprechende Verwendungsmöglichkeit.

Die Bedeutung des Prinzips der alternativen Verwendungsmöglichkeiten und dessen Zusammenhang mit dem Diskontsatz läßt sich am einfachsten anhand eines Beispiels verdeutlichen. Die Aufgabe sei, die Effizienz eines Projekts P, zu dem ein alternatives Projekt A existiert, zu beurteilen. Die Projekte sind durch folgende Daten charakterisiert:

Projekt	Kosten	Endwert (5 Jahre)	Barwert der Endwerte bei einem Diskontsatz von	
			3%	6%
A	100	134	116	100
P	100	122	105	91

Diskontiert man den Endwert von P mit einem Satz von 3 %, erhält man den Barwert von 105. Weil dieser Betrag die Kosten von 100 deckt, wird die Investition P als effizient beurteilt.

Alternativ besteht aber die Möglichkeit, die Investitionsmittel von 100 in Projekt A zu stecken, dessen Gegenwartswert bei 3 % Diskont 116 beträgt. Es ist al-

<sup>4</sup> N. Andel (a.a.O., S. 505) zählt weitere Differenzen zwischen individueller und kollektiver Zeitpräferenz auf.

<sup>5</sup> Statistisches Jahrbuch 1978 für die Bundesrepublik Deutschland, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Stuttgart und Mainz 1978, S. 73.

<sup>6</sup> Vgl. W. J. Baumol: On the Social Rate of Discount, in: American Economic Review, Vol. 58 (1968), S. 788-802.

so besser, das Projekt A zu realisieren, weil dessen Ertrag den von P übersteigt. Die Fehlentscheidung, Projekt P zu realisieren, resultiert daraus, daß die Projektkosten nicht den Opportunitätskosten entsprechen, da nicht mit der Ertragsrate der Alternative A diskontiert wurde.

Beträgt die Ertragsrate des Projekts A 6 % und nehmen wir diese als Diskontierungsrate, so ergeben sich Barwerte von 100 bei A und 91 bei P. Die Opportunitätskosten von Projekt P sind 100, während der Gegenwartswert des Ertrages der Ressourcen bei Verwendung in P nur 91 beträgt. Die Ineffizienz von P zeigt sich jetzt unmittelbar, da der Gegenwartswert des Ertrages der Ressourcen in der alternativen Verwendung A mit 100 größer als in P mit 91 ist.

### Unbestimmte Alternativen

An diesem beispielhaft dargestellten Sachverhalt läßt sich verallgemeinern, daß der Diskontsatz aus der besten Alternative abzuleiten ist. Bei Investitionsvorhaben, die mit Nutzen-Kosten-Analysen überprüft werden sollen, ist in der Regel Zahl und Art der Alternativen unbestimmt. Zur Errechnung eines generell anwendbaren Diskontsatzes reicht es aber aus zu wissen, ob die beste Alternative in Konsum oder Investition besteht. Denn nach den vorangegangenen Überlegungen müssen Projekte, deren Alternative in einer Investition besteht, mit der Kapitalertragsrate diskontiert werden und Projekte, die als Alternative eine konsumtive Verwendung haben, mit der Zeitpräferenzrate.

Bei empirischen Projekten kommen wahrscheinlich beide Verwendungen in Betracht, so daß der „richtige“ Diskontsatz das gewichtete Mittel aus Zeitpräferenzrate  $z$  und Kapitalertragsrate  $r$  sein sollte. Der für Nutzen-Kosten-Analysen vorgeschlagene Diskontsatz  $i$  besteht deshalb in vereinfachter Form<sup>7</sup> aus:

$$\hat{i} = a \cdot r + (1 - a) z$$

wobei  $a$  den Anteil der durch das öffentliche Projekt verdrängten Investitionen bezeichnet. Die Definition von  $\hat{i}$  ist jedoch nur ein Schätzwert für  $i$ , weil ein gewichteter Durchschnitt aus Zinssätzen von der Laufzeit  $n$  abhängt. Die korrekte Formulierung lautet daher:

$$i = \frac{(1+i)^n = a(1+r)^n + (1-a)(1+z)^n}{n \sqrt{a(1+r)^n + (1-a)(1+z)^n}} - 1$$

Bei kleinen Werten von  $n$  (etwa  $n < 10$ ) und/oder nur geringen Differenzen zwischen  $r$  und  $z$  kann die

Schätzformel  $\hat{i}$  als ausreichende Näherung verwendet werden.

Im konkreten Fall wird der Autor einer Nutzen-Kosten-Analyse häufig vor dem Problem stehen, daß ihm der Gewichtungsfaktor  $a$  unbekannt ist. Ein Ausweg besteht dann darin,  $a$  aus makroökonomischen Daten (Anteil der Investitionen am Sozialprodukt) zu schätzen. Dieses Vorgehen setzt allerdings voraus, daß

□ das gesamtwirtschaftliche Verhältnis von Investition und Konsum optimal ist und die untersuchten Projekte diese Relation allenfalls geringfügig ändern und daß

□ der Ertrag der Investitionen vollständig zum gegebenen Ertragssatz reinvestiert wird.

In der weiteren Berechnung wird unterstellt, daß diese Prämissen weitgehend erfüllt sind<sup>8</sup>.

Mit der Ableitung einer theoretisch begründeten Schätzung für  $i$  ist der erste Schritt zur Errechnung eines konkreten Diskontsatzes für Nutzen-Kosten-Analysen getan. Als zweiter Schritt muß jetzt die Ermittlung der empirischen Werte der Parameter  $z$ ,  $r$  und  $a$  erfolgen.

### Schätzung der empirischen Zeitpräferenzrate

Die individuelle Zeitpräferenz kann nicht aus Marktentscheidungen abgeleitet werden, weil die hierfür prädestiniert scheinenden Zinsen und Renditen am Kapitalmarkt nur einen vagen Zusammenhang mit den individuellen Zeitpräferenzen aufweisen. Die anderen Einflüsse, die auf die Zinsbildung einwirken (z. B. Inflationsrate, Geldpolitik), sind nur ungenügend von der „reinen“ Zeitpräferenz zu trennen, so daß der korrekte Weg das direkte Ermitteln (Befragungen, Experimente) ist. Entsprechende empirische Studien hierzu fehlen allerdings, so daß man doch auf Vermutungen und Interpretationen von Marktdaten angewiesen bleibt.

Geht man von der Hauptursache für die Existenz einer positiven Zeitpräferenz aus, der Unsicherheit über die Dauer des eigenen Lebens, so gibt die Sterbetafel einen Anhaltspunkt für die objektive Zeitpräferenz. Um aus der Sterbetafel die Zeitpräferenzrate zu errechnen, wird auf einen Vorschlag von Brüngger<sup>9</sup> zurückgegriffen.

Eine  $x$ -Jahre alte Person hat nach der Sterbetafel eine Lebenserwartung von  $e_x$  Jahren. Die Wahrschein-

<sup>7</sup> Vgl. E. J. Mishan: Elements of Cost-Benefit Analysis, London 1972, S. 138.

<sup>8</sup> Für eine genauere Diskussion dieser Prämissen vgl. E. J. Mishan, a.a.O., S. 139 f.

<sup>9</sup> H. Brüngger: Health in Cost-Benefit-Analysis: The Case of the New Drug: DOPA, in: Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, Bd. 108 (1974), S. 351.

lichkeit  $P_x$ , daß diese Person das ihrer Lebenserwartung entsprechende Jahr  $x + e_x$  erlebt, ist aber kleiner eins, nämlich:

$$P_x = \frac{l_{(x+e_x)}}{l_x}$$

wobei  $l_x$  die Anzahl der lebenden Personen einer Kohorte im Jahre  $x$  bezeichnet. Nimmt man an, daß der einzelne das Jahr  $x + e_x$  genau mit dem Bruchteil  $P_x$  bewertet, und unterstellt weiter, daß die Zeitpräferenzrate konstant ist, so folgt die Bedingung:

$$P_x = (1 - z_x)^{e_x}$$

woraus die Zeitpräferenzrate  $z_x$  errechnet werden kann:

$$z_x = 1 - \exp\left(-\frac{\ln P_x}{e_x}\right)$$

Für jede Altersgruppe  $x$  ergibt sich eine unterschiedliche Zeitpräferenzrate, weil bei geringerer Lebenserwartung das Lebensalter höher ist und damit die Sterbewahrscheinlichkeit pro Zeitintervall ansteigt. Deshalb ergeben sich für ältere Personen höhere Zeitpräferenzraten als für jüngere.

Die Ergebnisse der Berechnung mit Daten für die Bundesrepublik Deutschland sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Die Werte für die Altersklassen beziehen sich auf das mittlere Alter der angegebenen Spannweite, also z. B. auf 15 Jahre für die Altersklasse 10 - 19 Jahre. Die Daten über die Wahrscheinlichkeit, das der eigenen Lebenserwartung entsprechende Alter zu erreichen,  $P_x$ , und die Daten über die Lebenserwartung  $e_x$  stammen aus der Sterbetafel 1974/76<sup>10</sup>. Die Daten für  $P_x$  und  $e_x$  in Tabelle 1 sind die arithmetischen Durchschnitte von Männern und Frauen.

**Tabelle 1**  
**Errechnung der Zeitpräferenzrate**

Altersklasse	Wahrscheinlichkeit $P_x$	Lebenserwartung $e_x$	Zeitpräferenzrate $z_x$
x			
unter 10	0,582	68,2	0,8 %
10 - 19	0,578	58,4	0,9 %
20 - 29	0,566	49,0	1,2 %
30 - 39	0,550	39,4	1,5 %
40 - 49	0,548	30,2	2,0 %
50 - 59	0,526	21,6	2,9 %
60 - 69	0,498	14,0	4,9 %
70 - 80	0,476	8,0	8,9 %
über 80	0,444	4,3	17,2 %

Die letzte Spalte von Tabelle 1 enthält die Zeitpräferenzraten für verschiedene Altersklassen. Wie nach

den Annahmen über die Ursachen der Zeitpräferenz zu erwarten war, steigen die Zeitpräferenzraten mit zunehmendem Lebensalter progressiv an. Das arithmetische Mittel dieser Raten von 4,5 % ist nicht aussagefähig, da hierbei die unterschiedliche Altersschichtung der Bevölkerung nicht einbezogen wird. Deshalb wurde das mit der Altersstruktur der Wohnbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1976<sup>11</sup> gewichtete arithmetische Mittel gebildet, das mit 2,7 % deutlich unter dem ungewichteten Durchschnitt liegt. Für die folgenden Rechnungen wird die durchschnittliche Zeitpräferenzrate der Bevölkerung deshalb mit 2,7 % ( $z = 0,027$ ) angenommen.

### Schätzung der Kapitalertragsrate

Zur Schätzung der Kapitalertragsrate muß die relevante Alternative zu dem zu beurteilenden öffentlichen Projekt bestimmt werden. Da der gesuchte Diskontsatz allgemein gelten soll, kann man hierfür näherungsweise auf das Sozialprodukt zurückgreifen, weil daraus zu ersehen ist, wie die Volkswirtschaft insgesamt das zur Verfügung stehende Produkt für Konsum und Investition verwendet. Es wird dabei unterstellt, daß die volkswirtschaftliche Investitionsquote eine ausreichende Schätzung für den investiven Anteil der alternativen Mittelverwendung eines öffentlichen Projekts darstellt.

Die einzelnen Investitionsarten weisen unterschiedliche Erträge auf, so daß bei der Errechnung einer durchschnittlichen Kapitalertragsrate entsprechende Kategorien unterschieden werden sollten. Weil es wegen unzureichender Daten nicht möglich ist, die Ertragsraten aller Investitionsarten zu bestimmen, werden im folgenden nur die beiden wichtigsten Kapitalverwendungen betrachtet, die in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung erfaßt sind.

Die Investitionen mit den höchsten Erträgen nehmen in der Regel die privaten Unternehmen vor. Die Ertragsrate dieser Anlageform läßt sich am genauesten aus den Bilanzen der Unternehmen ableiten, wobei der Bruttoertrag zu berücksichtigen ist, der Steuern und Risikoprämie<sup>12</sup> einschließt, weil diese ebenfalls erwirtschaftet worden sind<sup>13</sup>. Die Nach-Steuer-Rendite

<sup>10</sup> Statistisches Jahrbuch 1978, a.a.O., S. 73.

<sup>11</sup> Statistisches Jahrbuch 1978, a.a.O., S. 59.

<sup>12</sup> Zur Diskussion, ob der gesamtwirtschaftliche Diskontsatz die Risikoprämie enthalten sollte, vgl. K. J. Arrow, R. C. Lind: Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions, in: American Economic Review, Vol. 60 (1970), S. 364-378, und konträr dazu J. Hirshleifer, D. L. Shapiro: The Treatment of Risk and Uncertainty, in: R. H. Haveman, J. Margolis (eds.): Public Expenditures and Policy Analysis, Chicago 1970, S. 291-313.

<sup>13</sup> E. J. Baumol, a.a.O., S. 788 ff.

spiegelt, vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, die Produktivität des Kapitals nicht korrekt wider.

Die Kapitalertragsrate für die Bundesrepublik ist aus den Erfolgsrechnungen von 95 dem Publizitätsgesetz unterliegenden Gesellschaften mit beschränkter Haftung<sup>14</sup> errechnet worden. Um den reinen Kapitalertrag zu erhalten, wurden vom ausgewiesenen Reinertrag alle Aufwendungen subtrahiert und die Posten addiert, die aus volkswirtschaftlicher Sicht ebenfalls zum Ertrag zählen. Hierzu gehören insbesondere die auf Einkommen, Ertrag und Vermögen gezahlten Steuern. Der so bereinigte Ertrag wurde dann durch den Wert der Sachanlagen der Unternehmen dividiert. Für die Jahre 1972 - 1976 ergab sich nach der beschriebenen Berechnungsmethode eine durchschnittliche Kapitalertragsrate von 11,4 %.

Der andere Teil der Investitionen besteht nach der Gliederung des Statistischen Jahrbuchs aus dem Wohnungsbau und den öffentlichen Investitionen. Der Wohnungsbau wird zweckmäßigerweise aus den Unternehmerinvestitionen ausgeklammert, da er in der Regel – selbst wenn er gewerbsmäßig betrieben wird – geringere Erträge als andere Unternehmensinvestitionen bringt. Insbesondere der private Eigenheimbau wird selten unter Renditegesichtspunkten betrachtet, so daß die Annahme einer geringeren Kapitalverzinsung zulässig sein sollte. In Übereinstimmung mit konventionellen Annahmen wird auch für öffentliche Investitionen eine geringere Rendite als für private Unternehmensinvestitionen unterstellt.

Wegen des Fehlens von Daten über die Ertragsrate öffentlicher Investitionen wird auf die Rendite festverzinslicher öffentlicher Wertpapiere zurückgegriffen, obwohl der Bezug zum Ertrag öffentlicher Investitionen hierbei gering ist, da die öffentliche Kreditaufnahme auch zum Abdecken von Budgetdefiziten dient. Die Durchschnittsrendite von Pfandbriefen, Kommunalobligationen und Anleihen der öffentlichen Hand betrug in den Jahren 1974 - 1978 im Durchschnitt<sup>15</sup> 7,98 %. Die nominale Effektivverzinsung spiegelt jedoch nicht nur aus dem oben erwähnten Grund die Kapitalertragsrate unzureichend wider, sondern auch weil darin Inflationseinflüsse und/oder die Wirkung geldpolitischer Instrumente enthalten sind. Um diese Einflüsse tendenziell zu eliminieren, wurden die nominalen Renditen

<sup>14</sup> Wirtschaft und Statistik, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Heft 8, Jahrgänge 1974 - 1978.

<sup>15</sup> Eigene Berechnungen nach Daten des Statistischen Jahrbuches 1979, a.a.O., S. 311.

<sup>16</sup> Eigene Berechnungen nach Daten des Statistischen Jahrbuchs 1979, a.a.O., S. 488.

mit dem Preisindex für die Lebenshaltung auf jährlicher Basis bereinigt. Die reale Durchschnittsrendite beträgt dann 3,1 %<sup>16</sup>.

Als Indiz dafür, daß die realen Renditen am Kapitalmarkt besser als Anhaltspunkt für die Ertragsrate öffentlicher Investitionen geeignet sind als die nominalen Werte, läßt sich die relative Konstanz der realen Werte interpretieren. Die nominalen Renditen schwankten im Zeitraum von 1974 - 1978 von 10,6 % bis 6,0 %, während die realen Renditen nur von 3,6 % bis 2,5 % variierten. Es kann deshalb vermutet werden, daß der Großteil der Schwankungsbreite der nominalen Renditen von der Wirkung konjunkturpolitischer Instrumente ausgeht. Aufgrund dieser Überlegungen wird eine Rate von 3,5 % als Untergrenze des Ertrags öffentlicher Investitionen angenommen. Da für den privaten Wohnungsbau ebenfalls genaue Angaben fehlen, wird diese Ertragsrate auch für diese Investitionsart angesetzt. Trotz der Verwendung empirischer Daten, die die Größenordnung der tatsächlichen Ertragsraten abstecken sollen, bleibt die Bestimmung einer empirischen Kapitalertragsrate bei öffentlichen Investitionen nicht mehr als eine plausibel begründete Annahme.

Die empirische Schätzung der gesamten Kapitalertragsrate  $r$  setzt sich demnach aus den folgenden Komponenten zusammen:

$$r = b \cdot r_u + (1 - b) r_p$$

Dabei bezeichnet  $b$  den Anteil der Unternehmensinvestitionen ohne Wohnungsbau an den Gesamtinvestitionen,  $r_u$  die dazugehörige Ertragsrate und  $r_p$  die reale Durchschnittsrendite am Kapitalmarkt. Im Zeitraum von 1970 - 1977 betrug die Quote der Unternehmensinvestitionen 54,1 % der Gesamtinvestitionen<sup>17</sup>. Damit sind alle Parameter bestimmt, die zur Berechnung von  $r$  erforderlich sind ( $b = 0,541$ ;  $r_u = 0,114$ ;  $r_p = 0,035$ ).

### Der empfohlene Diskontsatz

Um aus der Kenntnis von  $z$  und  $r$  den Diskontsatz  $i$  berechnen zu können, bedarf es noch einer Schätzung über  $a$ , den Anteil der Mittel, der bei Nicht-Realisation des untersuchten Projekts alternativ investiert würde. In Analogie zum Vorgehen bei der Kapitalertragsrate wird für  $a$  ebenfalls eine gesamtwirtschaftliche Größe eingesetzt: Der Anteil der Bruttoinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt. Dieser Anteil betrug<sup>18</sup> in den Jahren 1970 - 1977 in der Bundesrepublik durchschnittlich 24,1 % ( $a=0,241$ ).

<sup>17</sup> Eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Jahrbuchs 1978, a.a.O., S. 527 f.

<sup>18</sup> Eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Jahrbuchs 1978, a.a.O., S. 527.

Mit der Schätzung von  $a$  sind alle Parameter bestimmt. Da sich  $z = 0,027$ ,  $r_u = 0,114$  und  $r_p = 0,035$  stark unterscheiden, muß die Berechnung von  $i$  mit der exakten Formulierung erfolgen:

$$i = \sqrt[n]{a(b \cdot r_u^n + (1-b)r_p^n) + (1-a)(1+z)^n} - 1$$

Die Ergebnisse dieser Kalkulation sind für verschiedene Laufzeiten  $n$  in der dritten Spalte von Tabelle 2 dargestellt. Zusätzlich enthält Tabelle 2 in der zweiten Spalte noch den Durchschnitt  $r$  der beiden Kapitalertragsraten  $r_u$  und  $r_p$ . Bei Laufzeiten von einem bis zu fünfzig Jahren bewegt sich die Bandbreite der Diskontsätze bei  $i$  zwischen 3,9 % und 7,2 %. Für die Angabe eines Mittelwertes, dessen Verwendung aus Gründen der Vergleichbarkeit und Rechenvereinfachung vorteilhaft ist, sollte deshalb auf den relevanten Zeithorizont für Nutzen-Kosten abgestellt werden. Der Zeithorizont wird bei empirischen Kosten-Nutzen-Analysen selten

außerhalb des Intervalls von 10-30 Jahren liegen. Für diesen Zeitraum erhält man mit  $T = 5,0\%$  und  $\bar{T} = 9,0\%$  akzeptable Mittelwerte, weil der Fehler bei Verwendung dieser Werte in tolerablen Grenzen bleibt: Die mit 5,0 % errechneten Barwertfaktoren weichen bei 10 Jahren Laufzeit um -3,1 % und bei 30 Jahren um +6,8 % von den exakten Werten ab.

Faßt man die Ergebnisse der Berechnungen zusammen, lassen sich drei Empfehlungen über die Größe des in Nutzen-Kosten-Analysen zu verwendenden Diskontsatzes geben:

- Besteht die alternative Verwendung der für das untersuchte Projekt benötigten Ressourcen im Konsum, so sollte mit der Zeitpräferenzrate von 2,7 % diskontiert werden.
- Besteht die alternative Verwendung in einer Investition, so sollte mit der Kapitalertragsrate von 9,0 % diskontiert werden.
- Besteht Ungewißheit über die alternative Mittelverwendung, so sollte mit dem gewichteten Durchschnitt aus Zeitpräferenz- und Kapitalertragsrate von 5,0 % diskontiert werden.

**Tabelle 2**  
**Der empfohlene Diskontsatz in Abhängigkeit von der Projektdauer**

Projektdauer in Jahren	Diskontsatz	
	Durchschnittliche Kapitalertragsrate	Gewichteter Durchschnitt aus Kapitalertragsrate und Zeitpräferenzrate
$n$	$r$	$i$
1	7,77 %	3,92 %
2	7,85 %	3,96 %
3	7,92 %	4,01 %
5	8,06 %	4,09 %
7	8,20 %	4,19 %
10	8,40 %	4,35 %
15	8,71 %	4,64 %
20	9,00 %	4,98 %
25	9,25 %	5,35 %
30	9,47 %	5,73 %
40	9,82 %	6,50 %
50	10,09 %	7,20 %

Bei der Verwendung der Diskontsätze ist zu beachten, daß es sich um empirische Schätzungen handelt, die korrigiert werden sollten, sobald bessere Daten zur Verfügung stehen. Insbesondere die Schätzung der Kapitalertragsrate für öffentliche Investitionen weist einen großen Unsicherheitsbereich auf. Da deren Anteil am gewichteten Mittel jedoch nur knapp 11 % beträgt, wirkt sich der mutmaßliche Fehler aber nur vergleichsweise gering auf den vorgeschlagenen Diskontsatz aus.

Trotz der Probleme der Datenerhebung im Einzelfall sind die abgeleiteten Diskontsätze ein Fortschritt, weil sie den Versuch darstellen, die theoretischen Erkenntnisse über den „richtigen“ Diskontsatz für die Praxis nutzbar zu machen.

**HERAUSGEBER:** HWWA – Institut für Wirtschaftsforschung – Hamburg (Prof. Dr. Armin Gutowski, Prof. Dr. Hans-Jürgen Schmah)l)

**REDAKTION:**  
Dr. Otto G. Mayer (Chefredakteur), Dr. Klaus Kwasniewski (Stellvertreter), Dipl.-Vw. Christine Bull, Dipl.-Vw. Claus Hamann, Helga Lange, Helga Wenke, Dipl.-Vw. Klauspeter Zanzig

**Anschrift der Redaktion:** 2 Hamburg 36, Neuer Jungfernstieg 21, Tel.: (0 40) 35 62 306/307

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, die Zeitschrift oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) oder auf eine andere Art zu vervielfältigen. Copyright bei Verlag Weltarchiv GmbH.

**HERSTELLUNG UND VERTRIEB:**  
**Verlag Weltarchiv GmbH, Hamburg**  
**Anzeigen:** Generalvertretung Dr. Hans Kiemen  
**Anzeigenpreisliste:** Nr. 13 vom 1. 7. 1974  
**Bezugspreise:** Einzelheft: DM 7,50, Jahresabonnement: DM 80,- (Studenten: DM 30,-)  
**Erscheinungsweise:** monatlich  
**Druck:** Buch- und Offsetdruckerei Wünsch, 843 Neumarkt  
**Anschrift des Verlages:** 2 Hamburg 36, Neuer Jungfernstieg 21, Tel.: (0 40) 35 62 500