

Ramser, Hans Jürgen

Working Paper

Investition, Unsicherheit und unvollständige Information

Diskussionsbeiträge - Serie A, No. 131

Provided in Cooperation with:

Department of Economics, University of Konstanz

Suggested Citation: Ramser, Hans Jürgen (1979) : Investition, Unsicherheit und unvollständige Information, Diskussionsbeiträge - Serie A, No. 131, Universität Konstanz, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik, Konstanz

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/78206>

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.

FAKULTÄT FÜR
WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN UND STATISTIK
UNIVERSITÄT KONSTANZ

Investition, Unsicherheit und
unvollständige Information

Hans J. | Ramser

Serie A - Nr. 131

DISKUSSIONSBEITRÄGE

C 92575

D-7750 Konstanz
Postfach 5560

Serie A

Volkswirtschaftliche Beiträge

Nr. 131

Investition, Unsicherheit und
unvollständige Information

Hans J. | Ramser

Serie A - Nr. 131

Erscheint in:

BOMBACH, G., GAHLEN, B., OTT, A.E., Hrsg., Neuere Entwicklungen
in der Theorie des Investorenverhaltens. Schriften-
reihe des Wirtschaftswissenschaftlichen Seminars
Ottobeuren. Band 9. Tübingen 1980.

Dezember 1979

Ag 306 80
Kra

1. Einführung

Der Zusammenhang zwischen Investitionstätigkeit, Unsicherheit und unvollständiger Information wird in der Literatur i.w. . . einerseits unter gleichgewichts-/allokationstheoretischen, andererseits unter stabilitäts-/beschäftigungstheoretischen Aspekten analysiert; konkret interessiert zum einen die Effizienz eines ökonomischen Systems bei dezentraler Investitionsentscheidung, zum anderen der Charakter des aggregativen Investitionsverhaltens. Der Schwerpunkt der Forschung liegt dabei z.Zt. eindeutig bei der Analyse allokationstheoretischer Problematiken.¹⁾

Im folgenden wird ausschließlich die zweite Fragestellung behandelt, und zwar werden in Abschnitt 2 zunächst Konsequenzen unsicherer Zukunftsentwicklung relevanter Daten untersucht, anschließend in Abschnitt 3 Wirkungen unvollständiger Information betrachtet. Dabei wird jeweils der Frage nachgegangen, welche Folgerungen für Art und Einfluß der Determinanten der Investitionstätigkeit aus der Einführung von Unsicherheit bzw. unvollständiger Information zu erwarten sind und welche wirtschaftspolitischen Chancen daraus resultieren. Das unterschiedliche quantitative Gewicht einzelner Abschnitte reflektiert den unterschiedlichen Stand der Forschung. Die Fragestellungen der Abschnitte 2.2 und 3 sind bisher kaum untersucht.

Die aggregative Investitionshypothese wird ihrem ökonomischen Charakter nach als Nachfragefunktion nach Kapitalgütern ver-

1) Einen guten Einblick gibt MOSSIN (1977).

standen und begründet; dahinter steht letztlich die Absicht, sie als passenden integrierenden Bestandteil eines makroökonomischen Systems von Angebots-Nachfrage-Relationen verwenden zu wollen.¹⁾ In der für die mikrotheoretische Begründung typischen Weise wird dabei methodisch so vorgegangen, daß die Investitionsnachfrage der repräsentativen Unternehmung unmittelbar als aggregative Investitionsnachfrage interpretiert wird. Die zugrundegelegte einzelwirtschaftliche Theorie ist das übliche erwartungsnutzenorientierte ökonomische Entscheidungsmodell.²⁾ Dem Vorbild von u.a. JORGENSON (1963) folgend wird darüber hinaus die Unternehmung insofern als homogener Investitionsprozeß aufgefaßt, als kein Portfolioproblem der Kombination risikomäßig verschiedener Produktionsaktivitäten existieren soll.³⁾

2. Unsicherheit

Unsicherheit bezieht sich im folgenden auf Art, Umfang und Zeitpunkt des Eintritts für die Investitionsentscheidung

- 1) Dies entspricht dem üblichen Vorgehen (vgl. u.a. HELLIWELL, 1976). Einer anderen Konzeption folgen u.a. LUCAS/PRESCOTT (1971) und MUSSA (1977), die die Investitionshypothese als bereits reduzierte Form auffassen. Eine entsprechende Begründung muß in diesem Fall natürlich auf dem Hintergrund eines komplexen Marktmodells, d.h. einschließlich der Berücksichtigung des Verhaltens der Anbieter von Kapitalgütern, erfolgen.
- 2) Damit wird u.a. auf die Berücksichtigung psychologischer Momente verzichtet (vgl. dazu AER, Vol. 68, Papers & Proceedings, 1978) aber auch auf Nutzbarmachung in der Realität gebräuchlicher und i.d.R. verhältnismäßig elementarer Entscheidungsverfahren. Auf die Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis haben MAO (1970) und neuerdings wieder ROSENBLATT, JUCKER (1979) verwiesen; für Theorie steht in diesem Zusammenhang durchaus nur die geläufige betriebswirtschaftliche Lehrbuchliteratur (s. z.B. LEVY/SARNAT, 1978).
- 3) Eine entsprechend allgemeinere Analyse könnte sich u.a. auf eine Arbeit von ZINN/LESSO (1977) stützen, die auf den grundlegenden Untersuchungen von HILLIER (1969) basiert. Im übrigen ist die im Text erwähnte Annahme um so weniger gravierend, je besser der Kapitalmarkt durch das Modell eines perfekten Marktes approximiert werden kann (vgl. FAMA/MILLER, 1972, S. 304 ff.).

relevanter Ereignisse bzw. Daten. Grundsätzlich soll die Unternehmung in der Lage sein, ihre Erwartungen in der Form subjektiver Dichtefunktionen zu formulieren. Behandelt wird unter 2.1 der Fall gegebener invarianter, unter 2.2 der Fall qua Ressourceneinsatz manipulierbarer Dichtefunktionen.

2.1. Invariante Unsicherheit

2.1.1. Vorbemerkung. Die Investitionstätigkeit wird i.d.R. als Anpassung an einen mit der jeweiligen Datenkonstellation variierenden "gewünschten" Kapitalstock betrachtet. Konsequenz dieser Interpretation ist, daß bei ausreichend hoher Anpassungsgeschwindigkeit Investitionen praktisch nur mehr als Veränderung des gewünschten Kapitalstocks erklärbar sind und insbesondere bei stationärer Datenkonstellation allein aus Ersatzinvestitionen bestehen. Eine entscheidungstheoretische Analyse dieser Konzeption, die natürlich eine simultane Erklärung von Anpassungsgeschwindigkeit und gewünschtem Kapitalstock zu leisten hat, läßt die zentrale Rolle der relevanten Hypothesen über den Verlauf von Anpassungskosten deutlich werden: eine verzögerte Anpassung ist nur dann optimal, wenn Anpassungskosten existieren, deren Verlauf strikt konvex ist. Das Dilemma besteht bekanntlich darin, daß die empirische Evidenz für eine endliche Anpassungsgeschwindigkeit, d.h. eine verzögerte Anpassung des Kapitalstocks, überzeugend, für einen strikt konvexen Verlauf der Anpassungskosten hingegen denkbar gering ist (s. ROTHSCHILD, 1971, NICKELL, 1974, MUSSA, 1977).¹⁾

Im vorliegenden Abschnitt werden verschiedene Hypothesen benutzt,

1) Die Hypothese strikt konvexen Verlaufs von Anpassungskosten kann im Rahmen einer theoretischen Analyse trotzdem vertretbar sein, und zwar als ein "... simple mechanistic device for obtaining reasonable investment paths from the profit-maximizing activities of firms rather than a realistic attempt to analyse the investment decision." (NICKELL, 1977b, S. 249). Die Annahme konvexer Anpassungskosten wird im übrigen häufig auch in Modellen des Firmenwachstums verwendet; sie ähneln den im folgenden benutzten Ansätzen, wenn man die üblichen Annahmen über die Beziehung zwischen Investitionsquote und Zuwachsrates macht (s. RAMSER, 1974).

um verschiedene Aspekte des Unsicherheitsproblems zu beleuchten. Es wird zunächst vom Fall linearer Anpassungskosten ausgegangen (2.1.2.), dann Nicht-Linearität in Form fixer Unter- und Obergrenzen für die Kapazitätsveränderung unterstellt (2.1.3. und 2.1.4.). Um die Analyse in einfacher Weise vom limitationalen auf den Fall kurzfristiger Substituierbarkeit auszudehnen, wird anschließend mit konvexen Anpassungskosten argumentiert (2.1.5.).

2.1.2. Lineare Anpassungskosten. Unsicherheit wirke sich grundsätzlich in der Weise aus, daß eine Unternehmung gezwungen ist, ihren Kapitalbestand für eine bestimmte Periode zu fixieren, bevor sämtliche relevanten Daten der bevorstehenden Periode bekannt sind; unbekannt sollen auch die zufolge der Anpassungskostenhypothese konstanten Durchschnittskosten der Kapazitätserweiterung sein können. Der Einsatz sonstiger Faktoren dagegen soll noch nach Kenntnis der Realisierungen der erwähnten Determinanten entschieden werden können.

Im einzelnen werde von folgenden Annahmen ausgegangen. Die betrachtete Unternehmung rechne mit zufallsabhängiger Nachfrage der Form¹⁾

$$(2.1) \quad p = g(y)\tilde{\alpha}, \quad g \geq 0, \quad g' < 0, \quad \tilde{\alpha} > 0.$$

Restriktiver als für die folgenden Aussagen erforderlich, die Darstellung aber erleichternd, gelte $y \cdot g'(y)/g(y) > -1$ ²⁾, so daß unter Verwendung von $R(y) := g(y) \cdot y$ grundsätzlich $R'(y) > 0$, $R''(y) < 0$. Die Technologie werde beschrieben durch

$$(2.2) \quad y \leq \min(K, L/\lambda) \quad \lambda = \text{const.} > 0 \quad ,$$

1) Zur Bedeutung der Symbole vgl. Verzeichnis am Schluß des Beitrags.

2) Die spezielle Annahme über das Auftreten von Unsicherheit in der Nachfragefunktion impliziert, daß deren Elastizität keine stochastische Variable ist.

wobei mit der Formulierung angezeigt ist, daß die Produktivitäten nicht-stochastisch sind.¹⁾ Bei für die Planungsperiode konstantem Zinssatz und konstanter Abschreibungsrate lautet der Periodengewinn nach Abzug von Körperschaftssteuern folglich

$$(2.3) \quad \tilde{\pi} = [R(y) \tilde{\alpha} - \tilde{q} (r+\delta) K - \tilde{w}L] (1-\tilde{\tau}) .$$

Mit \tilde{x}_i , $i=1, \dots, 4$ für $\tilde{\alpha}$, \tilde{q} , \tilde{w} , $\tilde{\tau}$ gelte für die stochastischen Abhängigkeiten grundsätzlich $\text{cov}[\tilde{x}_i(t), \tilde{x}_j(t')] > 0$ für $t=t'$, $\text{cov}[\tilde{x}_i(t), \tilde{x}_j(t')] = 0$ für $t \neq t'$. Sämtliche zeitlichen Abhängigkeiten werden also ausgeschlossen.

Bezogen auf den Kapitalwert der Zukunftserträge werden als Zielsetzung alternativ Risikoneutralität und Risikoaversion unterstellt, stets natürlich i.S. einer "als ob"-Konzeption.²⁾ Bei linearen Anpassungskosten ist die Maximierung des Erwartungswertes des Kapitalwertes identisch mit der Lösung von $\max E(\tilde{\pi})$, die Maximierung des Erwartungswertes des Nutzens des Kapitalwertes identisch mit der Lösung von $\max E[u(\tilde{\pi})]$, wobei Risikoaversion $u'(\tilde{\pi}) > 0$, $u''(\tilde{\pi}) < 0$ verlangt. Lineare Anpassungskosten implizieren $y=K$ sowie $L=\lambda K$, so daß der Periodengewinn von vornherein

$$(2.3)' \quad \tilde{\pi} = [R(K)\tilde{\alpha} - \tilde{z}K] (1-\tilde{\tau}) \quad \tilde{z} := \tilde{q}(r+\delta) + \tilde{w}\lambda$$

zu schreiben ist.

1) In (2.1) könnte trendmäßige Veränderung der Nachfrage, in (2.2) trendmäßige Veränderung der Produktivität (technischer Fortschritt) unterstellt werden, ohne daß sich - bei geeignetem Ansatz des Wachstumsfaktors - an den Ergebnissen mehr ändern würde, als daß sie dann als Abweichungen vom Trend interpretiert werden müßten.

2) Bei Unsicherheit ist die Frage der Zielsetzung auch bei Annahme eines kompetitiven Systems noch keineswegs eindeutig zu beantworten; die Finanzmärkte müssen darüber hinaus auch vollständig (complete) sein, um Maximierung des Marktwertes naheulegen. Im allgemeinen wird empirische Evidenz für die Annahme von Risikoaversion behauptet (s. JENSEN, 1972). - Zu Alternativen für den Marktwert als Argument der Nutzenfunktion vgl. u.a. YARROW (1975).

Für Risikoneutralität wird K^* nach $\max_K E(\tilde{\pi})$ bestimmt. Die notwendige Bedingung lautet

$$(2.4) \quad E\{[R'(K)\tilde{\alpha} - \tilde{Z}](1-\tilde{\tau})\} = 0$$

bzw. ¹⁾

$$(2.4)' \quad K^* = R'^{-1}\left\{E[\tilde{Z}(1-\tilde{\tau})]/E[\tilde{\alpha}(1-\tilde{\tau})]\right\}$$

Relevant für die Höhe von K^* sind folglich $\text{cov}[\tilde{Z}, (1-\tilde{\tau})]$ sowie $\text{cov}[\tilde{\alpha}, (1-\tilde{\tau})]$, nicht dagegen $\text{cov}[\tilde{Z}, \tilde{\alpha}]$ sowie sämtliche Eigenvarianzen. Ökonomische Interpretation und wirtschaftspolitische Implikationen liegen auf der Hand. Beispielsweise kann eine der Exekutive zugebilligte Möglichkeit, im konjunkturellen-Bedarfsfall den Steuersatz in bestimmten Grenzen variieren zu können, zu der Vorstellung führen, daß $\text{cov}[\tilde{Z}, (1-\tilde{\tau})]$ und/oder $\text{cov}[\tilde{\alpha}, (1-\tilde{\tau})]$ von Null verschieden sind. Man macht sich leicht klar, daß an der durch $\tilde{\alpha}$ gemessenen Nachfragesituation orientierte Gegensteuerungsmaßnahmen, i.e. $\text{cov}[\tilde{\alpha}, (1-\tilde{\tau})] < 0$, dämpfenden Effekt haben, eine Verwendung der Kostensituation \tilde{Z} als Kriterium dagegen problematisch sein kann.²⁾ Eine perfekt deterministische Steuerpolitik schließlich führt zu allgemeiner stochastischer Unabhängigkeit und ist damit absolut wirkungslos, da

$$(2.4)'' \quad K^* = R'^{-1}(\bar{Z}/\bar{\alpha}), \quad E(\tilde{Z}) := \bar{Z}, \quad E(\tilde{\alpha}) := \bar{\alpha}$$

Bei Risikoaversion resultiert der optimale Kapitalstock aus $\max_K E[u(\tilde{\pi})]$. Die notwendige Bedingung lautet³⁾

1) Die zweite Bedingung ist aufgrund der Annahme $R''(y) < 0$ erfüllt.

2) Weitere Spekulationen lassen sich anstellen, wenn statt $\tilde{\pi}$ von dem mit dem allgemeinen Preisniveau deflationierten Gewinn ausgegangen wird und geeignete Annahmen über die Kovarianzen zwischen dieser Größe und den Firmendaten (Preis, Lohnsatz) getroffen werden. Das allgemeine Preisniveau kann dann vereinfacht als Entscheidungsvariable des Staates behandelt werden (Geldpolitik).

3) Wegen $u''(\tilde{\pi}) < 0$, $R''(y) < 0$ ist auch hier die zweite Bedingung erfüllt.

$$(2.5) \quad E\left\{u'(\tilde{\pi})[R'(K)\tilde{\alpha} - \tilde{z}](1-\tilde{\tau})\right\} = 0 \quad .$$

Für eine erschöpfende Diskussion der Implikationen dieser Bedingung fehlt hier der Platz. Wir wollen uns auf zwei Problemkomplexe beschränken, nämlich

- (a) die Möglichkeit "neuer"-Determinanten der Wahl des Kapitalstocks, gemessen am Entscheidungsproblem bei Sicherheit;
- (b) die Wirkung veränderter Sicherheit.

Zu (a): Es ist häufig demonstriert worden (s. u.a. LELAND, 1972, SANDMO, 1971, ROTHSCCHILD/STIGLITZ, 1971), daß sich im Gegensatz zur Entscheidung bei Sicherheit eine kompetitive Firma bei Unsicherheit und Risikoaversion nicht neutral gegenüber einer Veränderung des Satzes einer (sicheren) direkten Steuer und gegenüber Veränderungen von fixen Kosten verhält. Diese Ergebnisse lassen sich unschwer auf die vorliegende Problemstellung übertragen. Erweitert man die Gewinnbeziehung (2.3) um die Existenz inhaltlich geeignet zu interpretierender (bekannter) fixer Kosten B, dann lassen sich folgende zwei Sätze beweisen¹⁾

Satz 1: Bei abnehmender absoluter Risikoaversion $r'_u(\tilde{\pi}) < 0$
 $[r_u(\tilde{\pi}) := -u''(\tilde{\pi})/u'(\tilde{\pi})]$ gilt $\partial K^*/\partial B < 0$.

Satz 2: Bei abnehmender relativer Risikoaversion $R'_u(\tilde{\pi}) < 0$
 $[R_u(\tilde{\pi}) := -u''(\tilde{\pi})\tilde{\pi}/u'(\tilde{\pi})]$ gilt $\partial K^*/\partial \tau < 0$.

1) Die Beweise sind in beiden Fällen sehr ähnlich; daher soll hier nur der Beweis für Satz 2 angedeutet werden, wobei sich die Argumentation an LIPPMAN/McCALL (1978) orientiert. Sei $E\{u[\tilde{\pi}(K, \tau)]\} := U(K, \tau)$, so daß erste und zweite Bedingung $U_K = 0$, $U_{KK} < 0$ lauten. Dann gilt $\partial K^*/\partial \tau = -U_{K\tau}/U_{KK}$ und folglich $\text{sign } \partial K^*/\partial \tau = \text{sign } U_{K\tau}$. Partielle Differentiation von (2.5) ergibt

$$U_{K\tau} = -\frac{U_K}{1-\tau} + E\left\{-u''(\tilde{\pi})\tilde{\pi}[R'(K)\tilde{\alpha} - \tilde{z}]\right\}$$

./.

Die wirtschaftspolitische Aussage dieser Sätze liegt auf der Hand. Sie lautet u.a., daß mittels Pauschalsteuern resp. -subventionen, z.B. durch passende Ausgestaltung von Steuertarifen (Freibeträge), ebenso Investitionsförderung betrieben werden kann wie durch Variation des Satzes der Körperschaftsteuer.¹⁾ Die wirtschaftspolitische Relevanz hängt von der Beurteilung der Annahmen ab. Eine generelle Einschätzung erscheint kaum möglich. Es lassen sich Gründe anführen, die eine logarithmische Nutzenfunktion ($r'_u < 0, R'_u = 0$) als Kandidat für eine everyman's utility function (MOSSIN, 1977, S. 78) empfehlen. Andererseits spricht die Beliebtheit des μ, σ -Ansatzes der Portfolio-Theorie für eine Plausibilität quadratischer Nutzenfunktion ($r'_u > 0, R'_u > 0$).

Zu (b): Angenommen, durch bestimmte wirtschaftspolitische Maßnahmen könne auf die "Sicherheit" von $\tilde{\alpha}$, \tilde{z} oder $\tilde{\tau}$ eingewirkt werden, z.B. durch Veränderung der Varianz bei gleichbleibendem Erwartungswert der jeweiligen Zufallsvariablen, d.h. durch positiven oder negativen mean preserving spread (m.p.s.)²⁾. Als Beispiel betrachte man eine Verringerung der Varianz von $\tilde{\alpha}$ (negativer m.p.s.) - eine "Nachfragestabilisierung" also als Resultat etwa einer allgemeinen Verstetigung der konjunkturellen Entwicklung. Folgender Satz 3 läßt sich in diesem Zusammen-

Fortsetzung von Fußnote 1) S. 7:

bzw. unter Berücksichtigung von $R_u := -u''(\tilde{\pi})\tilde{\pi}/u'(\tilde{\pi})$

$$U_{K\tau} = -\frac{U_K}{1-\tau} + E\left\{u'(\tilde{\pi})[R'(K)\tilde{\alpha} - \tilde{z}]R_u(\tilde{\pi})\right\}.$$

Bei abnehmender relativer Risikoaversion ($R'_u(\tilde{\pi}) < 0$) gilt

$RHS < U_K[R_u(\tilde{\pi}) - 1]/(1-\tau)$. Da im Optimum $U_K = 0$, resultiert

$U_{K\tau} < 0$. W.z.b.w.

- 1) Bei Sicherheit können Effekte dieser Art nur durch Rückgriff auf Kreislaufzusammenhänge erklärt werden.
- 2) Bezüglich des Steuersatzes scheint die Art der erforderlichen Maßnahme trivial. Angesichts steuerpolitischer Praxis sind Zweifel angebracht.

hang beweisen.¹⁾

Satz 3: K^* steigt bei einem negativen m.p.s. von $\tilde{\alpha}$, sofern $-[R'(K)\tilde{\alpha} - \tilde{z}]Ru'''(\tilde{\pi})/R'u''(\tilde{\pi}) > 2$ im relevanten Bereich von $K, \tilde{\alpha}$.

Die wirtschaftspolitische Aussage bedarf keiner Erläuterung. Wie oben schon dürfte allerdings auch hier eine Einschätzung der empirischen Relevanz der erforderlichen Annahmen ohne weitere Informationen kaum möglich sein.²⁾ Damit ergibt das theoretische Kalkül für sich genommen kaum schon Anhaltspunkte für begründete Vermutungen über den Effekt z.B. einer Verstärkung der Nachfrageentwicklung. Ähnliches gilt natürlich für Wirkungen eines m.p.s. anderer stochastischer Variablen, beispielsweise auch bezüglich der Kostenentwicklung (\tilde{z}).³⁾

1) Der Beweis wird mit Hilfe eines von DIAMOND/STIGLITZ (1974) bewiesenen Satzes geführt (vgl. auch LIPPMAN/McCALL, 1978). Gegeben sei folgendes Maximierungsproblem

$$\max_{\tilde{\alpha}} U^{\sigma_{\tilde{\alpha}}}(K) = \int u[R(K)\tilde{\alpha} - zK]dF^{\sigma_{\tilde{\alpha}}}(\tilde{\alpha})$$

mit $F^{\sigma_{\tilde{\alpha}}}(\tilde{\alpha})$ als Verteilungsfunktion von $\tilde{\alpha}$, wobei steigendes $\sigma_{\tilde{\alpha}}$ einen positiven m.p.s. anzeigen soll. Dann folgt aus dem o.e. Satz, daß K^* mit steigendem $\sigma_{\tilde{\alpha}}$ abnimmt, sofern $\partial u_K / \partial \tilde{\alpha}^2 < 0$. Da

$$\partial u_K / \partial \tilde{\alpha} = u'R' + u''R(R'\tilde{\alpha} - z),$$

verlangt dies

$$\partial^2 u_K / \partial \tilde{\alpha}^2 = 2RR'u'' + (R'\tilde{\alpha} - z) R^2 u''' < 0.$$

Die im Text genannte Bedingung folgt durch einfache Umstellung.

- 2) Hinzuweisen ist immerhin darauf, daß die quadratische Nutzenfunktion eine negative Beziehung zwischen Sicherheit und Größe des Kapitalstocks impliziert.
- 3) In der allgemeiner orientierten ebenso wie in der auf die vorliegende Fragestellung bezogenen Literatur (vgl. LIPPMAN/McCALL, 1978, NICKELL, 1977a) wird ferner ausführlich über den Effekt einer Veränderung der Risikoaversion diskutiert. So läßt sich zeigen, daß für zwei Nutzenfunktionen $u^1(\tilde{\pi}), u^2(\tilde{\pi})$ mit $r_u^1 > r_u^2$ in unserem Falle $K_1^* < K_2^*$ resultiert. Wenn man nicht unterstellen will, daß der Staat Einfluß auf die Risikopräferenz nehmen kann bzw. eine andere Form der Endogenisierung von Risikopräferenzen erwägt, ist dieses Ergebnis i.w. nur von theoretischem Interesse.

2.1.3. Irreversibilität. Im folgenden wird angenommen, daß kein second hand-Markt für gebrauchte Kapitalgüter existiert, so daß der Kapitalstock im Laufe einer Periode nur im Ausmaß unterlassener Ersatzinvestitionen - und dann auch zu linearen Anpassungskosten - reduzierbar ist.¹⁾ Bei bestandsproportionaler Abschreibung gilt $\dot{K} \geq -\delta K$, $0 \leq \delta < 1$. Damit erhält Kapital den Charakter eines fixen Faktors mit der Konsequenz, daß die Investition einer Periode nicht mehr grundsätzlich unabhängig ist von der Höhe des Kapitalbestands im Planungszeitpunkt.²⁾

Die Existenz eines fixen Faktors führt bei der Formulierung des Periodengewinns zu den bekannten Abgrenzungsschwierigkeiten, die man vermeidet, wenn von vornherein vom cash flow-Konzept ausgegangen wird.³⁾ Unter sonst gleichen Voraussetzungen lautet der (2.3) entsprechende Ansatz ($\tilde{\pi} + \tilde{q}I =$ Deckungsbeitrag)

$$(2.6) \quad \tilde{\pi} = [R(y)\tilde{\alpha} - \tilde{w}\lambda y](1-\tilde{\tau}) - \tilde{q}I$$

$$y \leq K, \quad I = \dot{K} + \delta K \geq 0$$

Dabei wurde nur zur Vereinfachung der Schreibweise auf eine explizite Darstellung der steuerlichen Abzugsfähigkeit von Teilen der Investitionsausgaben verzichtet; für die Analyse daraus resultierender Wirkungen braucht \tilde{q} lediglich als Durchschnittskosten der Investition nach Steuern interpretiert und geeignet "zerlegt" zu werden.⁴⁾ Einschränkend dagegen soll grundsätzlich angenommen werden, daß \tilde{w} und $\tilde{\alpha}$ derart perfekt mitein-

1) Vgl. zu dieser Annahme u.a. NICKELL (1977b, S. 54).

2) Vgl. LUCAS (1967).

3) Dieses Procedere ist grundsätzlich korrekt, wenn der Planungshorizont unbegrenzt ist.

4) Bei voller Abzugsfähigkeit aller Investitionsausgaben beispielsweise ist $\tilde{q} = \tilde{q}_b(1-\tilde{\tau})$ mit \tilde{q}_b als Marktpreis plus durchschnittliche Installierungskosten des Kapitalgutes. Ferner könnte eine unterschiedliche steuerliche Behandlung von erhaltenen und ausgeschütteten Gewinnen vorgesehen werden (vgl. YLÄ-LIEDENPOHJA, 1978).

ander korreliert sind, daß es ausreicht, die Relation ($\tilde{w}/\tilde{\alpha}$) als relevante stochastische Variable zu betrachten. Mit $\tilde{c} =: \tilde{w}\lambda/\tilde{\alpha}$ läßt sich anstelle (2.6) schreiben¹⁾

$$(2.6)' \quad \tilde{\Pi} = [R(y) - \tilde{c}y]\tilde{\alpha}(1-\tilde{\tau}) - \tilde{q}I$$
$$y \leq K, \quad I = \dot{K} + \delta K \geq 0 \quad .$$

Ferner sei die Kapazität stets voll ausgelastet ($y=K$).²⁾ Allgemein stellt sich dann für eine risikoneutrale Unternehmung folgendes Optimierungsproblem

$$(2.7) \quad \max_{I(t)} \int_0^{\infty} E[\tilde{\Pi}(t)] \exp(-rt) dt$$

bezüglich (2.6)', $K(0)$ gegeben.³⁾ Schließlich soll für die weitere Diskussion von einer gegenüber dem bisherigen Prozedere vereinfachten Parameterisierung der Unsicherheit ausgegangen werden, die auch NICKELL (1977b) verwendet und wie folgt kommentiert⁴⁾: "... the focus is on the timing of future events. The idea here is that firms are often in the position of having a fairly good idea what is going to happen but are rather uncertain about when. Thus during a slump period the firm may well face fairly certain that demand will pick up sooner or later but is very unsure which of these will be." (S. 250)⁵⁾. Zusätzlich soll im folgenden allerdings auch das

-
- 1) Mit \tilde{c} werden die realen Lohnkosten, bezogen auf das Nachfragepreisniveau $\tilde{\alpha}$ wiedergegeben.
 - 2) Das Problem ausgelasteter Kapazität bei deterministischer Planung behandelt NICKELL (1974).
 - 3) Optimierungstechnisch handelt es sich um ein Problem der stochastischen Kontrolle eines linearen Systems.
 - 4) Im Zusammenhang mit dem Problem der langfristigen Konsumplanung ist eine entsprechende Konzeption bereits von YAARI (1965) diskutiert worden.
 - 5) Der Unterschied zu den üblichen Annahmen liegt darin, daß die Unternehmung nach Eintritt des betrachteten Ereignisses angesichts deterministischer Daten planen kann. Damit hat offenkundig diese Variante der Parameterisierung von Unsicherheit für das Modell bei linearen Anpassungskosten keine Bedeutung. Da unter diesen Umständen jede Periodenplanung unabhängig ist von der vorhergehenden, wird einfach periodenweise isoliert

Ausmaß einer Datenänderung unsicher sein können.

(a) Betrachtet wird zunächst der Fall ausschließlicher Unsicherheit über den Zeitpunkt Θ des Eintritts einer der Größenordnung nach bekannten Datenänderung.¹⁾ Betroffen sei $\tilde{x} := \tilde{c}(1-\tilde{r})$ mit $\tilde{x}=x_1 \forall t \in [0, \tilde{\Theta}]$, $\tilde{x}=x_2 \forall t \in (\tilde{\Theta}, \infty)$. Nach Eintritt der Datenänderung, bei der es sich konkret ebenso um eine steuerliche Maßnahme wie um einen konjunkturellen Wendepunkt handeln kann, liegt daher ein rein deterministisches Planungsproblem vor.

Zum Planungszeitpunkt ist folgendes Problem zu lösen, wenn die Zufallsvariable $\tilde{\Theta}$ die Dichte φ , $\varphi(\Theta) \geq 0 \forall \Theta$, $\varphi(\Theta) > 0 \forall \Theta \in [0, \bar{\Theta}]$ aufweist

$$\max \int_0^{\bar{\Theta}} \varphi(\Theta) \left\{ \int_0^{\Theta} \{ [R(K) - cK]x_1 - qI \} \exp(-rt) dt + \bar{V}(K_{\Theta}, \Theta) \exp(-r\Theta) \right\} d\Theta$$

bzw. unter Verwendung von $\Phi(\Theta) := \int_{\Theta}^{\bar{\Theta}} \varphi(t) dt$

$$(2.8) \quad \max \int_0^{\bar{\Theta}} \left\{ \Phi(\Theta) \{ [R(K) - cK]x_1 - qI \} + \varphi(\Theta) \bar{V}(K_{\Theta}, \Theta) \right\} \exp(-r\Theta) d\Theta$$

s.d. $I = \dot{K} + \delta K \geq 0$, $K(0) = K_0$ (gegeben)

mit

$$(2.9) \quad \bar{V}(K_{\Theta}, \Theta) = \max_{I(t)} \int_{\Theta}^{\infty} \{ [R(K) - cK]x_2 - qI \} \exp[-r(t-\Theta)] dt$$

s.d. $I = \dot{K} + \delta K \geq 0$, $K(\Theta) = K_{\Theta}$ (gegeben)

Fortsetzung von Fußnote 5) S. 11:

angesichts von Dichtefunktionen geplant, so lange das Ereignis nicht eingetreten ist. Anschließend hat man es mit einer Serie von deterministischen Planungsproblemen zu tun

1) Zu der folgenden Darstellung vgl. YAARI (1965) bzw. NICKEI (1977a,b).

$\bar{V}(K_\theta, \theta)$ bezeichnet den maximalen Barwert des cash flow, der aus der Lösung der o.e. deterministischen Planungsaufgabe (nach Eintritt der Änderung von x) resultiert. Der entsprechende optimale Zeitpfad für den Kapitalstock $K_2^*(t-\theta)$ lautet

$$(2.9a) \quad K_\theta \leq K_2^{**} \Rightarrow K_2^*(t-\theta) = K_2^{**}$$

$$(2.9b) \quad K_\theta > K_2^{**} \Rightarrow K_2^*(t-\theta) = \begin{cases} K_\theta \exp[-\delta(t-\theta)] \\ K_2^{**} \end{cases}$$

für $t-\theta \begin{cases} \leq \\ > \end{cases} \theta'$

$$\text{mit } \theta' = \ln(K_\theta/K_2^{**})/\delta$$

$$K_2^{**} = R^{-1}[c + (r+\delta)q/x_2]$$

Der (zeitunabhängige) Kapitalstock K_2^{**} ist Resultat von (2.9) unter Vernachlässigung der Restriktionen.¹⁾ Geht man davon aus, daß die Restriktionen vor Eintritt der Datenänderung ebenfalls nicht bindend sind (internes Optimum), so führt (2.8) zu einem optimalen Verlauf des Kapitalbestands $K_1^*(t)$, $t \in [0, \tilde{\theta}]$, der die Lösung von

$$(2.10) \quad R'[K_1^*(t)] = c + \frac{(r+\delta)q}{x_1} + \frac{\phi(t)}{\Phi(t)} \frac{q - \partial \bar{V} / \partial K_1^*(t)}{x_1}$$

darstellt. Aus (2.9) resultiert²⁾

1) Zur Lösung vgl. ARROW (1959). K_2^{**} wie u.a. auch die folgende Beziehung (2.10) erhält man durch Verwendung der EULER-Gleichung

2) Diese Eigenschaften folgen aus der Ableitung folgender Ausdrücke $\bar{V}(\cdot)$

(a) für $x_2 \geq x_1 \Rightarrow K_\theta \leq K_2^{**}$:

$$\bar{V}(K_\theta, \theta) = -q(K_2^{**} - K_\theta) + \int_\theta^\infty \left\{ [R(K_2^{**}) - cK_2^{**}]x_2 - q\delta K_2^{**} \right\} \cdot \exp[-r(t-\theta)] dt$$

(b) für $x_2 < x_1 \Rightarrow K_\theta > K_2^{**}$:

$$\bar{V}(K_\theta, \theta) = \int_\theta^{\theta+\theta'} \left\{ R[K_\theta \exp(-\delta(t-\theta))] - cK_\theta \exp[-\delta(t-\theta)] \right\} x_2 \cdot \exp[-r(t-\theta)] dt$$

$$+ \int_{\theta+\theta'}^\infty \left\{ [R(K_2^{**}) - cK_2^{**}]x_2 - q\delta K_2^{**} \right\} \exp[-r(t-\theta)] dt$$

wobei $\theta' = \ln(K_\theta/K_2^{**})/\delta$, also eine Funktion von K_θ ist.

$$(2.9c) \quad \frac{\partial \bar{V}}{\partial K_1^*(t)} = \frac{\partial \bar{V}}{\partial K_\Theta} \left\{ \begin{array}{l} = \\ < \end{array} \right\} q \quad \text{für } K_\Theta \left\{ \begin{array}{l} \leq \\ > \end{array} \right\} K_2^{**} \quad \text{bzw. } x_2 \left\{ \begin{array}{l} \geq \\ < \end{array} \right\} x_1 .$$

Die Relation $\phi(t)/\Phi(t) = -\dot{\Phi}(t)/\Phi(t)$ ist die bedingte Wahrscheinlichkeitsdichte für den Eintritt der betreffenden Datenänderung, vorausgesetzt nämlich, sie habe bis dahin noch nicht stattgefunden. Damit besagt (2.10), daß bei einer erwarteten

- Erhöhung von x ($x_2 \geq x_1$) der Kapitalbestand vor Eintritt der Datenänderung so geplant wird, als wenn x_1 sich nicht ändern würde, i.e. $K_1^*(t) = K_1^{**} = R^{-1}[c + (r+\delta)q/x_1]$;
- Senkung von x ($x_2 < x_1$) der Kapitalbestand vor Eintritt der Datenänderung demgegenüber bereits verringert wird, i.e. $K_1^*(t) < K_1^{**}$. Grund ist natürlich die nach Eintritt der Datenänderung nur beschränkte Abbaumöglichkeit der Kapazität pro Periode.

Es wurde oben bereits erwähnt, daß das vorgetragene Paradigma vielfältige reale Interpretationsmöglichkeiten abdeckt, auf die hier nicht im einzelnen eingegangen werden muß. Vergessen sollte man hier insbesondere auch nicht negative Effekte, die von Beschlüssen oder Absichtserklärungen der Exekutive zur Wirtschafts- und Steuerpolitik ausgehen können, wenn das Inkrafttreten entsprechender Maßnahmen durch ein kompliziertes Gesetzgebungsverfahren zeitlich ungewiß ist. Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, daß die offenkundige qualitative Asymmetrie der Reaktion - günstige Veränderungen werden nicht, ungünstige dagegen durchaus vorweggenommen - formal auf der Asymmetrie der Restriktion beruht. Sie bleibt natürlich in einem allgemeineren Ansatz, d.h. bei Einführung von Expansionsgrenzen (vgl. Kap. 2.1.4) quantitativ erhalten, wenn die relevanten Spielräume geeignete Unterschiede aufweisen: Kapazitätsexpansion muß in größerem Umfang zu linearen Kosten möglich sein als Kapazitätsabbau.¹⁾ Unter diesen Umständen, über deren Realitätsnähe man

1) Hier liegen natürlich Parallelen zu den Ober- und Untergrenzen des GOODWINSchen nicht-linearen Akzelerators und ihrer Bedeutung für die Länge von Aufschwung- und Abschwungphase im Konjunkturablauf.

geteilter Meinung sein kann, hat das Investitionsverhalten grundsätzlich "depressive Schlagseite".

Weitere Einsichten lassen sich - wie NICKELL (1977a) zeigt - durch einfache Modifikationen des Ansatzes gewinnen. Von Interesse ist erstens der Effekt eines dem Umfang nach bekannten, dem Zeitpunkt nach unsicheren Teilverlusts der Unternehmung, z.B. durch Verstaatlichung bei mehr oder weniger hoher Abfindung. Angenommen, ein Anteil $k \in [0,1]$ des Firmenwertes ginge im Zeitpunkt $\tilde{\Theta}$ verloren. Anstelle (2.10) gilt dann

$$(2.10)' \quad R'[K_1^*(t)] = c + [r + \delta + k \frac{\phi(t)}{\Phi(t)}] q/x \quad ,$$

da hier stets $\partial \bar{V} / \partial K_1^*(t) = q$. Die Wirkung auf die gegenwärtige Kapitalentscheidung gleicht also einer mehr oder minder starken Erhöhung des Zinssatzes resp. der Abschreibungsrate.¹⁾

Zweitens läßt sich überlegen, wie Unsicherheit über eine dem Betrag nach bekannte, dem Zeitpunkt nach unbekannte Veränderung des Preises \tilde{q} des Kapitalgutes wirkt. Sei $\tilde{q} = q_1 \forall t \in [0, \tilde{\Theta}]$, $\tilde{q} = q_2 \forall t \in (\tilde{\Theta}, \infty)$, dann hat man in (2.8) $\tilde{q} = q_1$, in (2.9) $\tilde{q} = q_2$ einzusetzen und $x_1 = x_2 = x$ zu schreiben. (2.9a) und (2.9b) bleiben unverändert, abgesehen davon, daß der unbeschränkt optimale Kapitalstock nach Veränderung des Kapitalgüterpreises jetzt $K_2^{**} = R'^{-1}[c + (r + \delta)q_2/x]$ beträgt. Anstelle (2.10) erhält man

$$(2.10)'' \quad R'[K_1^*(t)] = c + \frac{(r + \delta)q_1}{x} + \frac{\phi(t)}{\Phi(t)} \frac{q_1 - \partial \bar{V} / \partial K_1^*(t)}{x}$$

wobei $\partial \bar{V} / \partial K_1^*(t) = \partial \bar{V} / \partial K_\Theta = (q_2; < q_2)$ für $(K_\Theta \leq K_2^{**}; K_\Theta > K_2^{**})$, d.h. für $(q_2 \leq q_1; q_2 > q_1)$. Sinkt also der Preis des Kapitalgutes ($q_2 < q_1$, $\partial \bar{V} / \partial K_\Theta = q_2$), dann ist der letzte Term in (2.10)'' positiv, so daß in der Gegenwart eine verminderte Kapazität gegenüber dem Referenzfall $K_1^{**} = R'^{-1}[c + (r + \delta)q_1/x]$ realisiert wird. Steigt dagegen der Kapitalgüterpreis ($q_2 > q_1$, $\partial \bar{V} / \partial K_\Theta < q_2$),

1) (2.10)' mit $k=1$ entspricht Fall A (FISHER) im Beitrag von YAARI (1965), (2.10) entspricht Fall B (MARSHALL).

dann ist offensichtlich das Vorzeichen des letzten Terms in (2.10)" unbestimmt: es kommt darauf an, welche Kostenelemente dominieren. Beabsichtigt man z.B., Investitionsförderung durch geeignete Entlastung des Kapitalgüterpreises zu betreiben, so wirkt eine lange öffentliche Diskussion um den geeigneten Zeitpunkt entsprechender Maßnahmen i.S. zusätzlicher Schwächung der Investitionsnachfrage in der Gegenwart.¹⁾

(b) Zusätzlich zum Zeitpunkt sei jetzt auch das Ausmaß der Datenänderung unbekannt. Angenommen, die Unsicherheit beziehe sich wiederum auf die das Nachfrageniveau repräsentierende Variable $\tilde{x} := \tilde{\alpha}(1-\tilde{\tau})$ und es gelte $\tilde{x}=x_1 \forall t \in [0, \tilde{\theta}]$, $\tilde{x}=\tilde{x}_2 \forall t \in (\tilde{\theta}, \infty)$. In (2.8) ist unter diesen Umständen der sichere Firmenwert für $t \in (\tilde{\theta}, \infty)$ durch seinen Erwartungswert bezüglich \tilde{x}_2 , d.h. $E_{\tilde{x}_2}[\tilde{V}(K_\theta, \theta)]$ zu ersetzen. Anwendung der EULER-Gleichung ergibt für $t \in [0, \tilde{\theta}]$

$$(2.11) \quad R'[K_1^*(t)] = c + \frac{(r+\delta)q}{x_1} + \frac{\phi(t)}{\phi(t)} \frac{q - E_{\tilde{x}_2}[\partial \tilde{V} / \partial K_1^*(t)]}{x_1},$$

wobei die de facto für $t \in (\tilde{\theta}, \infty)$ verfolgte Politik von der Höhe des in $\tilde{\theta}$ realisierten x_2 abhängt und (2.9a,b) entspricht. Mit NICKELL (1977a) sei nun $E(\tilde{x}_2)=x_1$, d.h. das bis zum Zeitpunkt $\tilde{\theta}$ sichere Nachfrageniveau wird anschließend i.S. eines positiven m.p.s. unsicher. Entsprechend der Argumentation von NICKELL (1977a, Proposition 3c) läßt sich dann zeigen, daß $\partial \tilde{V} / \partial K_1^*(t) = \partial \tilde{V} / \partial K_\theta$ konkav in \tilde{x}_2 und strikt konkav in einem gewissen Intervall ist. Aus der JENSENschen Ungleichung folgt, daß $\{q - E_{\tilde{x}_2}[\partial \tilde{V} / \partial K_\theta]\} < 0$ und daß sich diese Differenz mit wachsender Varianz weiter verringert. Das hat die wichtige Implikation, daß auch eine risikoneutral eingestellte Unternehmung ihre Kapazität angesichts zunehmender Nachfrageunsicherheit reduziert.

1) Schließlich läßt sich zeigen, daß entgegen üblicher Vorstellung die Körperschaftssteuer auch bei voller Abzugsfähigkeit aller Investitionsausgaben hier nicht neutral ist. Z.B. führt eine erwartete Erhöhung ihres Satzes zu einer Zurückstellung (!) von Investitionen.

Auf diesem Hintergrund erweist sich daher eine Wirtschaftspolitik der Verstetigung als wirksames Mittel der Stabilisierung der Investitionstätigkeit.

2.1.4. Expansionsgrenzen. Die Möglichkeiten, die Kapazität pro Periode zu linearen Kosten zu erhöhen, muß letztlich stets begrenzt sein. Fraglich ist allerdings, ob dieser Sachverhalt sinnvoll durch die Annahme eines konvexen Verlaufs von Anpassungskosten abgebildet werden kann. Als Pendant zur bisherigen Irreversibilitätsprämisse soll daher nur die relativ schwache Annahme verwendet werden, daß die pro Periode zulässige Kapazitätsveränderung auch nach oben beschränkt ist.¹⁾ Damit ist in (2.8) und (2.9) anstelle der bisherigen Restriktion beispielsweise mit $\gamma'K \geq I \geq 0$, $\gamma' > \delta$, resp.

$$(2.12) \quad \gamma K \geq \dot{K} \geq -\delta K, \quad \gamma := \gamma' - \delta, 0 < \gamma, \delta < 1$$

zu rechnen. Anstelle von (2.9a) erhält man zwei Bedingungen, nämlich

$$(2.9a)' \quad K_{\Theta} = K_2^{**} \Rightarrow K_2^*(t-\Theta) = K_2^{**}$$

$$(2.9a)'' \quad K_{\Theta} < K_2^{**} \Rightarrow K_2^*(t-\Theta) = \begin{cases} K_{\Theta} \exp \gamma(t-\Theta) \\ K_2^{**} \end{cases}$$

$$\text{für } (t-\Theta) \begin{cases} \leq \\ > \end{cases} \Theta''$$

$$\text{mit } \Theta'' = \ln(K_2^{**}/K_{\Theta})/\gamma$$

Bedingung (2.9b) bleibt unverändert gültig. Auch (2.10) ändert

1) In welcher Form diese Beschränkung anzusetzen ist (z.B. absolut oder relativ), ist Sache des Einzelfalls. Die Formulierung im Text folgt NICKELL (1977b, S. 255).

sich formal nicht. Allerdings gilt hier nun¹⁾

$$(2.9c)' \quad \frac{\partial \bar{V}}{\partial K_1^*(t)} = \frac{\partial \bar{V}}{\partial K_\Theta} \left\{ \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} \right\} q \quad \text{für } K_\Theta \left\{ \begin{matrix} < \\ = \\ > \end{matrix} \right\} K_2^{**} \quad \text{bzw. } x_2 \left\{ \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} \right\} x_1 .$$

Damit ist die o.e. qualitative Asymmetrie in der Reaktion auf größenordnungsmäßig sichere, ihrem zeitlichen Eintreten nach unsichere Datenänderung offenkundig beseitigt. Denn wenn eine Verbesserung der Nachfragesituation erwartet wird ($x_2 > x_1$), wird jetzt im Vorgriff darauf in der Gegenwart im Vergleich zum Referenzfall $K_1^{**} = R'^{-1}[c+(r+\delta)q/x_1]$ mehr investiert; formal deswegen, weil nun in (2.10) der letzte Term negativ ist. Unbeschadet dessen kann natürlich eine quantitative Asymmetrie erhalten bleiben, die letztlich davon abhängt, ob de facto die obere oder die untere Schranke stärker bindet.

2.1.5. Kurzfristig variierbare substitutionale Faktoren. Bisher wurde unterstellt, daß die Produktion in der laufenden Periode, d.h. noch nach Vorliegen aller Daten der laufenden Periode nicht mehr steuerbar ist; Minderauslastung der Kapazität war ausgeschlossen worden. Diese Prämissen sind natürlich relativ stark, da auch für den Faktor Kapital i.d.R. Möglichkeiten intensitätsmäßiger und/oder zeitlicher Anpassung existieren. Es soll daher geprüft werden, ob zunehmende Unsicherheit im Fall noch kurzfristig nutzbarer Substitutionsmöglichkeiten grundlegend verschiedene Resultate erwarten läßt. Als Planungsproblem werde grundsätzlich wiederum von (2.7) ausge-

1) In Fußnote 2) auf S. 13 wird (a) wie folgt durch (a)' ersetzt

$$(a)' \quad \text{für } x_2 > x_1 \Rightarrow K_\Theta < K_2^{**}:$$

$$\begin{aligned} \bar{V}(K_\Theta, \Theta) &= \int_{\Theta}^{\Theta+\Theta''} \left\{ \left[R[K_\Theta \exp \gamma(t-\Theta)] - cK_\Theta \exp \gamma(t-\Theta) \right] x_2 \right. \\ &\quad \left. - q\gamma K_\Theta \exp \gamma(t-\Theta) \right\} \exp[r(t-\Theta)] dt \\ &+ \int_{\Theta+\Theta''}^{\infty} \left\{ [R(K_2^{**}) - cK_2^{**}] x_2 - q\delta K_2^{**} \right\} \exp[-r(t-\Theta)] dt \end{aligned}$$

gangen, (2.6) aber nun geeignet modifiziert. Erstens wird die (2.6) zugrundeliegende Produktionsfunktion (2.2) zugunsten der linear-homogenen Technologie

$$(2.2)' \quad y = F(K,L), \quad F_i > 0, \quad F_{ii} < 0, \quad i = 1,2$$

abgeändert. Hierin übernimmt Arbeit die Rolle des kurzfristig im Einsatz veränderbaren substitutionalen Produktionsfaktors.¹⁾ Zweitens wird, um einfache Resultate bezüglich der Investition pro Periode zu ermöglichen, von vornherein von konvexen Anpassungskosten ausgegangen.²⁾ Der konstante Preis \tilde{q} des Kapitalgutes in (2.6) wird ersetzt durch eine Anpassungskostenfunktion $A(I, \tilde{q})$ mit $A(0, \tilde{q})=0$, $A_1, A_{11} > 0$. Mit $\tau=0$ gilt also anstelle von (2.6) für den cash flow der Periode t

$$(2.6)' \quad \begin{aligned} \Pi(t) &= \{R[y(t)]\tilde{\alpha}(t) - \tilde{w}(t)L(t)\} - A[I(t), \tilde{q}(t)] \\ y(t) &= F[K(t), L(t)], \quad K(t) - \text{gegeben} \\ I(t) &= \dot{K}(t) - \delta K(t) \end{aligned}$$

wobei Arbeitseinsatz und Investitionstätigkeit in der Periode, d.h. nach bekannter Realisierung der stochastischen Variablen $\tilde{\alpha}$, \tilde{w} , \tilde{q} entscheidbar sind. Schließlich soll drittens im Gegensatz zu der bisher benutzten Parameterisierung der Unsicherheit die übliche Annahme gelten, d.h. $\tilde{\alpha}$, \tilde{w} und \tilde{q} sind in jeder Periode unsicher.

Da der Arbeitsinput noch nach Bekanntwerden der Daten der laufenden Periode festgelegt werden kann, wird im ersten Schritt $L(t)$ so gewählt, daß bei gegebenen Realisierungen

1) Bekanntlich gilt dies in der Realität auch nur in beschränktem Maße und auch i.w. nur durch Anpassungen der Arbeitszeit mit Hilfe von Überstunden, d.h. in positiver Richtung. Vgl. zu entsprechenden Planungsproblemen u.a. ASHWORTH/McGLONE/ULPH (1977).

2) Eine Relativierung für den Fall von Nicht-Linearitäten in Form fixer Ober- und Untergrenzen ist unproblematisch.

von $\tilde{\alpha}(t)$ und $\tilde{w}(t)$ der laufende Deckungsbeitrag $[R(y(t))\tilde{\alpha}(t) - \tilde{w}(t)L(t)]$ maximiert wird. Sei

$$(2.13) \quad h[K(t), \tilde{\alpha}(t), \tilde{w}(t)] := \max_{L(t)} \left\{ R[y(t)]\tilde{\alpha}(t) - \tilde{w}(t)L(t) \right\}$$

s.d. $y(t) = F[K(t), L(t)]$

Aufgrund der Eigenschaften von $R(y)$ und der Annahme linearer Homogenität von $F(\cdot)$ zeigt man leicht, daß $h_1(\cdot)$ konvex in den Argumenten $\tilde{\alpha}(t)$ und $\tilde{w}(t)$ ist. Im anschließenden zweiten Schritt ist dann

$$(2.14) \quad \max_{I(t)} E \int_0^{\infty} \left\{ h[K(t), \tilde{\alpha}(t), \tilde{w}(t)] - A[I(t), \tilde{q}(t)] \right\} \exp(-rt) dt$$

s.d. $\dot{K}(t) = I(t) - \delta K(t)$
 $K(0) = K_0$ (gegeben)

zu lösen. Dabei wird laut Voraussetzung die Investitionsentscheidung bei bereits bekanntem Preis des Kapitalgutes getroffen. Sind ferner sämtliche Dichtefunktionen zeitunabhängig, dann ist notwendig für ein Maximum

$$(2.15) \quad A_1[I(t), \tilde{q}] = E \left\{ \frac{h_1[K(t), \tilde{\alpha}, \tilde{w}]}{r + \delta} \right\}$$

Der Einfachheit halber stelle man sich vor, daß $h_{11} \approx 0$, so daß $I(t) = I^*$: zeitinvariant ist.¹⁾

Angenommen, eine Unternehmung handle in einem bestimmten t gemäß (2.15) und die Varianz einiger oder sämtlicher stochastischer Variablen werde bei unverändertem Erwartungswert

1) Das ist der Fall kompetitiven Angebots, den HARTMANN (1972) betrachtet. Hierfür gilt aufgrund $R''(y) = 0$, daß $h(K, \tilde{\alpha}, \tilde{w}) = K \cdot \bar{h}(\tilde{\alpha}, \tilde{w})$ mit $h_1 = \bar{h}(\tilde{\alpha}, \tilde{w})$, wobei $\bar{h}(\cdot)$ konvex ist. Das entsprechende deterministische Modell hat GOULD (1968) untersucht.

erhöht (positiver m.p.s.). Aus (2.15) folgt unmittelbar, daß zunehmende Unsicherheit über den Preis des Kapitalgutes keinerlei Wirkung haben kann. Wie HARTMANN (1972) gezeigt hat, resultiert aus einer Verallgemeinerung der JENSENSchen Ungleichung auf mehrere Variable, daß ein positiver m.p.s. von $\tilde{\alpha}$ und/oder \tilde{w} die rechte Seite von (2.15) nicht verringert, da $h_1(\cdot)$ konvex ist. Wegen $A_1(\cdot) > 0$ bleibt dann auch I^* unverändert oder steigt. M.a.W. führt also zunehmende Unsicherheit bei den hier getroffenen Annahmen grundsätzlich nicht zu einem Absinken der Investitionstätigkeit.¹⁾

2.1.6. Diskussion. Der bisherigen Analyse können ohne weiteres zahlreiche Mängel i.S. mehr oder minder restriktiver Annahmen der betrachteten Paradigmen entgegengehalten werden. Lockerungen sind in manchen Punkten möglich. Eine wichtige Verallgemeinerung erstens betrifft die Berücksichtigung von Lieferfristen für Kapitalgüter. Das Ergebnis entsprechender Untersuchungen von NICKELL (1977a,b) ist eine grundsätzliche Tendenz zur Verlangsamung von Reaktionen (in beide Richtungen) und damit nicht zuletzt die Feststellung, daß das Investitionsverhalten unter diesen Umständen selbst als Konjunkturstabilisator wirkt - ganz im Gegensatz zu der gängigen Lehrbuchweisheit. Zweitens ist unmittelbar einsichtig, daß auch in den unter 2.1.3 - 2.1.5 betrachteten Fällen eine Abänderung der Zielfunktion i.S. der Einführung von Risikoaversion grundsätzlich investitionshemmenden Einfluß haben muß. Drittens läßt sich überlegen, daß die Annahme voll flexibler Preise mit der Möglichkeit, Kapazitäten beliebig ausnutzen zu können, ohne Lagerhaltungsprobleme zu provozieren, letztlich auf eine Unterschätzung der Kosten eines "falschen" Kapitalbestandes hinaus-

1) Verschiedene Inputs können sich natürlich auch durch sonstige Eigenschaften, z.B. verschiedenes Ausmaß in Bezug auf die Sicherheit ihrer Bezugsbedingungen unterscheiden. Es ist ohne weiteres plausibel, daß eine risikoaverse Unternehmung das Faktoreinsatzverhältnis, gemessen an der Entscheidung bei Sicherheit, zugunsten jenes Faktors modifiziert, dessen Preis die geringere Varianz aufweist (vgl. BLAIR, 1974). Zu technologischer Unsicherheit vgl. RATTI/ULLAH (1976).

läuft; auch diesbezüglich würde eine realistischere Fassung der Annahmen also in gleiche Richtung wirken wie zunehmende Risikoaversion. Viertens könnte man es für notwendig halten, die bisher implizit getroffene Annahme effizienter Kapitalmärkte (Gültigkeit des MODIGLIANI/MILLER-Theorems) zu modifizieren. Es ist aber zu vermuten, daß auch die Existenz optimaler Kapitalstruktur und Dividendenpolitik nicht zu einer grundsätzlichen Korrektur der qualitativen Eigenschaften bisheriger Resultate zwingt.¹⁾

Kritik, der nicht ohne weiteres zu begegnen ist, betrifft dagegen erstens die eklektische und z.T. arbiträre Behandlung von Unsicherheit und ihrer Veränderung; eine systematische Analyse wäre sicher schon deswegen wünschenswert, um den Stellenwert bisheriger "Fälle" und damit die Robustheit der Ergebnisse einschätzen zu können. Damit hängt zusammen, daß zweitens zu bemängeln ist, daß Erwartungen grundsätzlich als exogen behandelt werden. Im Prinzip ist die erforderliche Modifikation ihrem Ansatz nach nicht kontrovers: die bisher unterstellten Dichtefunktionen hätte man als subjektive, an den jeweiligen Erfahrungen konditionierte Konzepte aufzufassen, die im Rahmen eines Lernprozesses laufenden Veränderungen unterliegen.²⁾ Eine entscheidende Rolle dürfte natürlich in diesem Zusammenhang der Art und Weise zukommen, in der Wirtschaftspolitik angekündigt und praktiziert wird.³⁾

2.2. Beeinflußbare Unsicherheit

2.2.1. Vorbemerkung. In den bisherigen Überlegungen konnte die Unternehmung auf Unsicherheit nur in passiver Weise

1) Vgl. dazu das deterministische Modell von YLÄ-LIEDENPOHJA (1978).

2) Eine in diese Richtung gehende, anhand der Akzelerationshypothese demonstrierte Konzeption behandeln BIRCH/SIEBERT (1976).

3) Offensichtlich stellt sich auch hier die Frage rationaler Erwartungen. Vermutlich werden die negativen Folgen einer stop and go-Politik stark übertrieben.

reagieren.¹⁾ Im allgemeinen besteht aber daneben die Möglichkeit, ihr Ausmaß auch aktiv zu verringern - dies sowohl für absatzseitige wie für kostenseitige Unsicherheiten. Als Beispiel sei der Einsatz der vielfältigen Varianten des absatzwirtschaftlichen Instrumentariums genannt, dessen Motivation häufig zu einseitig in der Erzielung von Niveaueffekten gesehen wird. Ebenso sind verschiedene Vorkehrungen zur Stabilisierung stark schwankender Kostenelemente (z.B. der Rohstoffpreise) gängige Praxis. Es liegt daher nahe zu untersuchen, ob die Berücksichtigung derartiger Aktivitäten eine revidierte Beurteilung der Determinanten der Investitionstätigkeit erforderlich macht. Gleichzeitig stellt sich wiederum die Frage u.U. auch anderer und/oder veränderter Ansatzpunkte wirtschaftspolitischer Einflußnahme.²⁾ Im folgenden sollen zu Vergleichszwecken geeignet modifizierte Varianten der unter 2.1.2 und 2.1.3 behandelten Fälle untersucht werden.

2.2.2. Lineare Anpassungskosten. Ausgangspunkt ist das durch (2.3)' beschriebene Modell. Es wird erweitert um die Annahme, daß durch Periodenausgaben s , $s \geq 0$, grundsätzlich ein negativer m.p.s. erzielbar ist, speziell die Standardabweichung σ_α des Nachfragepreisniveaus $\tilde{\alpha}$ bei unverändertem Erwartungswert μ_α in folgender Weise reduziert werden kann

$$(2.16) \quad \sigma_\alpha = \sigma_\alpha(s), \quad \sigma_\alpha \in [\underline{\sigma}_\alpha, \bar{\sigma}_\alpha], \quad \sigma_\alpha(0) = \bar{\sigma}_\alpha, \quad \sigma'_\alpha < 0, \quad \sigma''_\alpha > 0.$$

Sind alle sonstigen Variablen nicht-stochastisch, lautet der modifizierte Ansatz (2.3)' also

$$(2.3)'' \quad \tilde{\pi} = [R(K)\tilde{\alpha} - zK - s](1 - \tau), \quad z := q(r + \delta) + w\lambda.$$

1) Von einer erschöpfenden Behandlung aller Alternativen kann natürlich nicht die Rede sein, da u.a. Lagerhaltungs- und Versicherungspolitiken vernachlässigt wurden.

2) Da die betrachteten Aktivitäten häufig zunehmende Skalenerträge und/oder Eigenschaften eines öffentlichen Gutes aufweisen, entstehen auch normative Probleme. Sie bleiben hier unberücksichtigt.

Dann ist von vornherein einsichtig, daß von Null verschiedene Ausgaben s hier nur von einer risikoaversen Unternehmung getätigt werden. Allgemein ist von folgendem Problem auszugehen

$$(2.17) \quad \max_{K,s} E^{\sigma_{\alpha}}[u(\tilde{\pi})] := U^{\sigma_{\alpha}}(K,s) \\ = \int u\left\{[R(K)\tilde{\alpha}-zK-s](1-\tau)\right\} dF^{\sigma_{\alpha}}(\tilde{\alpha}) .$$

Hierin sollen $u(\tilde{\pi})$ und $R(K)$ strikt konkav und σ_{α} entsprechend (2.16) beeinflussbar sein.¹⁾

Interessant ist die Beantwortung vor allem folgender Fragen:

- (a) Führt eine Verbesserung der Möglichkeiten, die Unsicherheit zu verringern (Erhöhung der "Produktivität" von s), gleichzeitig auch zu einer Erhöhung des optimalen Kapitalstocks K^* ?²⁾
- (b) Reagiert K^* auf Änderungen der Steuerpolitik in gleicher Weise wie im Modell mit unbeeinflussbarer Unsicherheit?

Zu (a): Man stelle sich vor, daß (2.16) Eigenschaften aufweist, wonach $(K_1^* > 0, s_1^* = 0)$ optimal ist. Dann trete eine "Produktivitätsverbesserung" ein, die zu $(K_2^* > 0, s_2^* > 0)$ führt. Eine Erhöhung von s mit der Folge einer Senkung von σ_{α} bedeutet für $U^{\sigma_{\alpha}}(K,s)$ Durchführung eines negativen m.p.s. Folglich gilt $K_2^* > K_1^*$, wenn die Voraussetzungen von Satz 3 erfüllt sind. Wie bereits früher erwähnt, dürfte ein abgesichertes Urteil über die empirische Relevanz dieser Voraussetzungen schwierig sein. Die konkrete wirtschaftspolitische Konsequenz kann daher nur lauten, daß z.B. eine steuerliche Unterstützung risikomindernder Aktivitäten grundsätzlich

-
- 1) Man könnte auch annehmen, daß dieser Effekt aus einem aus s akkumulierbaren Stock $S, \dot{S} = s - \beta S, 0 \leq \beta < 1$, mit β als Abschreibungsrate resultiert; die entsprechenden Periodenausgaben sind dann einfach $(r + \beta)S$, sofern auch hier lineare Anpassungskosten (hier gleich Eins) unterstellt werden
 - 2) Das Modell mit unbeeinflussbarer Unsicherheit kann als entsprechender Grenzfall verstanden werden.

auch investitionshemmende Wirkung haben kann.¹⁾

Zu (b): Es läßt sich zeigen, daß bei eindeutigen Resultaten im Falle unbeeinflussbaren Risikos die unter sonst unveränderten Voraussetzungen erfolgende Einführung risikomindernder Aktivitäten die Wirkung hat, daß die Reaktion unbestimmt wird. Zum Nachweis genügt ein Beispiel. Sei die Nutzenfunktion quadratisch, d.h. $u(\pi) = b_0 + b_1\pi - b_2\pi^2$, $\pi \in [0, b_1/2b_2]$, $b_1, b_2 > 0$, so daß die spezielle Form von (2.17)

$$(2.17)' \quad \max_{K,s} E[u(\tilde{\pi})] := U(K,s) = b_0 + b_1\mu_\pi - b_2(\sigma_\pi^2 + \mu_\pi^2)$$

$$\mu_\pi = [R(K)\mu_\alpha - zK - s](1-\tau)$$

$$\sigma_\pi = R(K)\sigma_\alpha(1-\tau)$$

lautet. Aufgrund der damit implizierten zunehmenden Risikoaversion folgt aus Satz 2, daß bei unbeeinflussbarem Risiko $dK^*/d\tau' (\sigma_\alpha = \bar{\sigma}_\alpha) < 0$, $\tau' := (1-\tau)$.²⁾ Bei beeinflussbarem Risiko hat man $dK^*/d\tau' = (-U_{K\tau}, U_{ss} + U_{s\tau}, U_{Ks})\Delta^{-1}$, $\Delta := U_{KK}U_{ss} - U_{sK}^2$ zu untersuchen. Aus den hinreichenden Bedingungen folgen $U_{ss} < 0$, $\Delta > 0$; da ferner unter Berücksichtigung der notwendigen Bedingungen $U_{Ks} > 0$, $U_{K\tau} < 0$, $U_{s\tau} > 0$, ist das Vorzeichen von $dK^*/d\tau'$ unbestimmt. Die theoretische Analyse kann damit nicht mehr zu einer Formulierung eindeutiger Schätzhypothesen beitragen.

2.2.3. Irreversibilität. Unter Beibehaltung der früher verwendeten Parameterisierung von Unsicherheit soll hier nur der Fall ausschließlicher Unsicherheit über das Eintrittsdatum einer Datenänderung untersucht bzw. erweitert werden; das Ausgangsmodell ist also (2.8). Zur Vereinfachung und gleichzeitigen Akzentuierung der Resultate soll verlangt werden, daß

1) Dieser Effekt tritt u.a. bei Annahme einer quadratischen Nutzenfunktion ein,

2) Man erhält das gleiche Resultat natürlich auch durch direkte Analyse der für $\max_K U(K,0)$ notwendigen und hinrei-

chenden Bedingungen $U_K = 0$, $U_{KK} < 0$, da $U_{K\tau} < 0$.

der Kapitalstock insgesamt zu Beginn des Planungsprozesses festzulegen ist und $\delta=0$ gilt.

Der Einfluß risikomindernder Periodenausgaben s soll darin bestehen, die bedingte Wahrscheinlichkeitsdichte dafür, daß das relevante Ereignis in $\tilde{\Theta}$ eintritt, vorausgesetzt, es hat bis dahin noch nicht stattgefunden, zu ändern. Sofern es sich um ein ungünstiges (günstiges) Ereignis handelt, wird man annehmen, daß diese Dichte eine abnehmende (zunehmende) Funktion geeigneter Ausgaben s ist. Es bedarf kaum ausführlicher Erklärungen, um den verhältnismäßig weiten Deckungsbereich dieses Paradigmas zu sehen. Ausgaben mit dem Ziel, eine Verschlechterung der Situation zeitlich zu verzögern, können beispielsweise angesichts eines drohenden Auslaufens eines Produkts oder angesichts drohender Konkurrenz durch neue Wettbewerber¹⁾ interessant sein und konkret in verstärkter Werbung, Preisnachlässen, Schaffung von Überkapazitäten oder der Suche nach neuen Märkten bestehen. Das klassische Beispiel für Versuche, das Eintrittsdatum günstiger Ereignisse positiv zu beeinflussen, sind Ausgaben zur Beschleunigung der Einsatzreife neuer Verfahren oder der Produktionsreife neuer Produkte.

Die folgende Analyse behandelt die Möglichkeit, durch Ausgaben $s \geq 0$ die bedingte Wahrscheinlichkeit dafür zu verringern, daß eine Verschlechterung der Situation von $x=x_1$ auf $x=x_2 < x_1$ in $\tilde{\Theta}$ eintritt. Es wird entsprechend angenommen, daß

$$(2.18) \quad -\phi'(\Theta)/\phi(\Theta) = G(s), \quad G \in [\underline{G}, \bar{G}]$$
$$G(0) = \bar{G}, \quad G' < 0, \quad G'' > 0 \quad .$$

Da risikomindernde Ausgaben nur vor Eintritt des zu verzögernden Ereignisses getätigt werden, lautet das Planungspro-

1) Die folgende Konstruktion hat daher auch Ähnlichkeit mit der limit pricing-Analyse von KAMIEN/SCHWARTZ (1971, 1972), deren Ergebnisse unmittelbar bei der Formulierung der optimalen Politik in unserem Ansatz verwendbar sind.

blem wie folgt

$$(2.19) \quad \max_{K, s(t)} W := -qK + \int_0^{\infty} \left\{ [R(K) - cK - s]x_1\Phi + [R(K) - cK]x_2(1-\Phi) \right\} \exp(-rt) dt$$

$$\text{s.d.} \quad -\Phi'(t)/\Phi(t) = G(s)$$

$$\Phi(0) = 1$$

Da $s^*(t) > 0$ optimal sein kann, sind offensichtlich risikomin-
dernde Ausgaben der hier angenommenen Art auch für risiko-
neutrale Firmen relevant. Hieraus ist allerdings kein Gegen-
satz zu der unter 2.2.2 getroffenen Aussage konstruierbar.
Unter 2.2.2 werden ausschließlich erwartungswertneutrale Aus-
gaben s behandelt. die hier mit (2.18) eingeführten Ausgaben
können dagegen grundsätzlich erwartungswerterhöhend wirken.

KAMIEN/SCHWARTZ (1971) haben gezeigt, daß für ein Optimie-
rungsproblem der für (2.19) typischen Struktur optimal ist,
 s^* zeitunabhängig zu wählen, so daß $\Phi(t) = \exp[-G(s)t]$. Die
notwendigen Bedingungen $W_K = W_s = 0$ führen dann zu¹⁾

$$(2.19a) \quad qr/[R'(K) - c]x_1 = [r + G(s)x_2/x_1]/[r + G(s)]$$

$$(2.19b) \quad [R(K) - cK](x_1 - x_2)/x_1 = [r + G(s)(1 - \eta)]/[-G'(s)]$$

$$\eta := sG'(s)/G(s)$$

$$- 1 < \eta < 0$$

Unter der Annahme, daß nur ein Schnittpunkt existiert, zeigt
folgende Fig. 1 den Verlauf der Graphen der notwendigen Be-

1) Die hinreichenden Bedingungen sind aufgrund der Annahmen
konkaven Verlaufs von $R(\cdot)$ und konvexen Verlaufs von $G(\cdot)$
erfüllt.

dingungen in einem (K,s)-Diagramm¹⁾

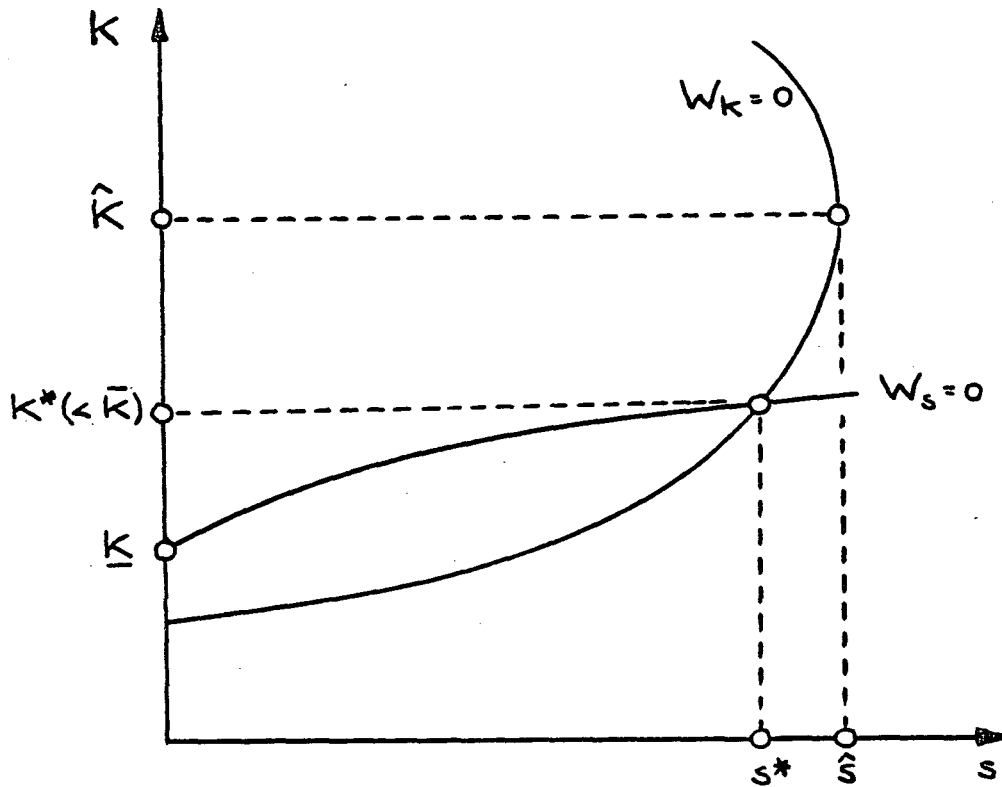


Fig. 1: Risikominderung

Einfache komparativ-statische Überlegungen verdeutlichen, daß eine Erhöhung (Senkung) des Steuersatzes, die sich in gleicher

1) Die Symbole haben folgende Bedeutung

$$\begin{aligned} \bar{K} &= K[r + \underline{G}x_2/x_1]/(r + \underline{G}) = qr/[R'(K) - c]x_1 \\ \underline{K} &= K[r + \bar{G}x_2/x_1]/(r + \bar{G}) = qr/[R'(K) - c]x_2 \\ \hat{K} &= K[R'(K) - c] = 0 \end{aligned}$$

Mit $\underline{G}=0$ ($\bar{G}=\infty$) würde $\bar{K}(\underline{K})$ dem Kapitalstock entsprechen, der bei Permanenz von x_1 (sofortiger Realisierung von x_2) optimal wäre.

prozentualer Senkung (Erhöhung) von x_1 und x_2 niederschlägt, eine Senkung (Erhöhung) von K^* und s^* bewirkt; dasselbe Ereignis hätte eine spezielle Belastung (Subventionierung) der Investitionsausgaben. Dagegen wäre der Effekt einer speziellen Belastung (Subventionierung) risikomindernder Ausgaben nur insoweit eindeutig, als s^* sinkt (steigt). Bei einheitlichem Steuersatz (netto) und Abzugsfähigkeit sämtlicher Ausgaben ist die Steuerpolitik wiederum neutral. Zu erwähnen ist schließlich noch, daß eine Zunahme der "Produktivität" risikomindernder Ausgaben, wenn sie sich z.B. ceteris paribus in einer Senkung von \bar{G} ausdrückt, gleichermaßen K^* und s^* erhöht. Sofern der Staat etwa als Anbieter des in den Eigenschaften von $G(s)$ enthaltenen spezifischen know how auftritt, ist allerdings zu beachten, daß nicht selten dann, wenn eine Investitionsförderung durch zeitliche Verzögerung aus Firmensicht ungünstiger Ereignisse erzielt wird, Strukturen erhalten werden, deren Wandlung gesamtwirtschaftlich durchaus sinnvoll wäre. Ferner kann die Wirkung der Förderung der Investitionstätigkeit bei einer Firma durch gegenläufige Effekte bei Konkurrenzunternehmen kompensiert werden.

2.2.4. Diskussion. Das vorgetragene Modell läßt relativ eindeutige wirtschaftspolitische Konsequenzen erkennen - im Gegensatz zum vorher behandelten Fall. Alle Resultate stehen allerdings unter dem Vorbehalt stark vereinfachender Annahmen; über die unter 2.1.6 erwähnten Gesichtspunkte hinaus ist zu beachten, daß 2.2.3 im Vergleich zu 2.1.3 spezieller angelegt ist. Andererseits bietet sich aber auch unschwer die Möglichkeit einer Weiterentwicklung des Ansatzes. Beispielsweise könnte man die Tatsache in Rechnung stellen, daß gewisse Ausgabenkategorien gleichermaßen kapazitativen wie risikomindernden Effekt haben¹⁾, so daß ein verstärkter Anreiz zu Investi-

1) Hier ist insbesondere natürlich an den Fall der Beschleunigung des stochastischen Eintrittsdatums eines günstigen Ereignisses zu denken, so daß es sich also im Grunde um learning by doing handelt.

tionen durch Erhöhung der Effektivität risikomindernder Aktivitäten ausgelöst werden dürfte. Zur Feststellung konkreter Ansatzpunkte wäre allerdings erforderlich, die Technologie solcher Aktivitäten genauer zu analysieren. In diesem Zusammenhang stellt sich beiläufig auch das Problem der Risikominderung durch Firmenzusammenschlüsse - oder allgemein die Frage nach einer "risikooptimalen" Marktstruktur.¹⁾

3. Unvollständige Information

3.1. Fragestellung

In der üblichen Formulierung des Investitionsproblems ist die Unternehmung mit einer gegebenen Menge von Investitionsprojekten konfrontiert, deren Zahlungscharakteristika deterministisch oder stochastisch (Dichtefunktionen) bekannt sind.²⁾ Häufig jedoch liegen diese Informationen ohne Zutun der Unternehmung, d.h. ohne entsprechenden Einsatz von Ressourcen, keineswegs schon vor; die Investitionsentscheidung präsentiert sich damit als simultane Festlegung von ausreichendem Informationsstand und durchzuführenden Investitionen.³⁾ Ressourceneinsatz zur Herstellung eines geeigneten Informationsgrades findet dabei i.a. seinen Niederschlag in entsprechenden Ausgaben für Forschung und Entwicklung.

Wie von der Struktur des Entscheidungsproblems nahe gelegt und bereits von McCALL (1965) in diesem Zusammenhang vorgeschlagen⁴⁾, sollen im folgenden suchtheoretische Überlegungen

-
- 1) Zum Einfluß der Marktstruktur insbesondere auf erfolgswunsichere Ausgaben für Forschung und Entwicklung vgl. KAMIEN/SCHWARTZ (1974).
 - 2) Dabei wird auch grundsätzlich auf im letzten Abschnitt unter 2.2 dargestellte Überlegungen verzichtet.
 - 3) In der Lehrbuchliteratur wird auf den Sachverhalt als solchen gelegentlich hingewiesen (vgl. BROMWICH, 1976, COATES, 1978), auf eine entscheidungstheoretische Behandlung allerdings grundsätzlich verzichtet. Bezieht man Aufsatzsammlungen ein, so kann immerhin auf einen Beitrag von KAUFMAN (1963) aufmerksam gemacht werden.
 - 4) Die Anregungen von McCALL (1965) sind m.W. ohne jede Resonanz geblieben.

benutzt werden, um den Einfluß unvollständiger Information auf die Investitionsentscheidung zu erfassen. Zur Betonung der speziellen Problematik wird nur der Fall linearer Anpassungskosten explizit untersucht. Gegenüber der bisherigen Analyse wird die Konzeption eines homogenen Investitionsprozesses zugunsten eines aus verschiedenen einzelnen Projekten bestehenden Investitionsprogramms aufgegeben. Zu jedem einzelnen Projekt gehören dabei neben den üblichen und eigentlichen Investitionsausgaben, die der Exploration der Projekteigenschaften dienen, z.B. Ausgaben für Forschung und Entwicklung. Sie werden im folgenden als Suchkosten bezeichnet und können natürlich aus gesamtwirtschaftlicher Sicht als Teil eines größeren Aggregats "Investition" aufgefaßt werden.

3.2. Ein einfaches suchtheoretisches Investitionsmodell

3.2.1. Annahmen. Gegeben sei eine Menge für eine Unternehmung realisierbarer Investitionsprojekte $P_i, i=1, \dots, J$. Jedes Projekt weise bestimmte Charakteristika hinsichtlich seiner Einzahlungs- und Auszahlungsreihen auf. Im Falle linearer Anpassungskosten können diese Zahlungscharakteristika durch die mit einem Projekt i verbundene deterministische oder stochastische Gewinnfunktion $\pi_i(K)$ oder $\tilde{\pi}_i(K)$ beschrieben werden. Da aus $\pi_i(K)$ resp. $\tilde{\pi}_i(K)$ ohne weiteres die jeweiligen $\max_K \pi_i(K)/r$ resp. $\max_K E[\tilde{\pi}_i(K)/r]$ oder - bei nicht-linearer Risikopräferenz - $\max_K E\{u[\tilde{\pi}_i(K)/r]\}$ kalkulierbar sind, können die Zahlungscharakteristika eines Projekts von vornherein einfacher als entsprechende maximale (erwartete) Kapitalwerte resp. Erwartungsnutzen von Kapitalwerten angegeben werden.

Die Unternehmung kenne die Menge aller für sie infrage kommenden Projekte i.S. einer Menge vor ihr stehender "Schachteln" mit zunächst im einzelnen unbekanntem Inhalt, d.h. im einzelnen unbekanntem Zahlungscharakteristika. Sie kenne ferner die Verteilung dieser Zahlungscharakteristika. Durch einen Such-

oder Explorationsvorgang - definiert durch bestimmte Ausgaben für z.B. Forschung und Entwicklung - können eine oder mehrere "Schachteln" geöffnet, d.h. die Zahlungscharakteristika eines oder mehrerer Investitionsprojekte vollständig erforscht werden. Hier soll davon ausgegangen werden, daß jeder Suchvorgang nur zur Aufdeckung der Zahlungscharakteristika eines einzigen Projekts führt und feste Kosten in Höhe von $Z = \text{const.} > 0$ verursacht. Dabei soll die Menge der Projekte groß genug sein, um auch bei größerer Anzahl von Explorationsvorgängen von unveränderter Verteilung ausgehen zu können. Ferner sei die Firma risikoneutral, so daß die interessierenden Zahlungscharakteristika eines Projektes i mit $\max_K E[\tilde{\pi}_i(K)/r] := v_i$ angegeben werden können; K_i^* sind die zugehörigen Investitionsausgaben.

3.2.2. Entscheidungsproblem. Die Zahlungscharakteristika der Projekte seien nach $F(v)$ verteilt, $F(v)$ im Zeitablauf stationär und die einzelnen v_i voneinander unabhängig. Wird die Suche nach dem n -ten Suchvorgang abgebrochen, so lautet der erwartete Nettoertrag $v_n = \max(v_1, \dots, v_n) - nZ$. Hierin ist v_i das Zahlungscharakteristikum des im i -ten Suchvorgang überprüften Projekts, bei entsprechender Numerierung der Projekte: des i -ten Projekts. Sei v^* der erwartete Ertrag (Kapitalwert nach Abzug der Ausgaben für Forschung und Entwicklung) bei Verwendung der optimalen Stopp-Regel. Dann impliziert die Maximierung von $E(V_n)$ die Vorschrift, ein Projekt i zu akzeptieren, falls $v_i \geq v^*$, es abzulehnen bzw. weiterzusuchen, falls $v_i < v^*$.¹⁾ Der kritische oder "Reservations"-Kapitalwert v^* maximiert den erwarteten Kapitalwert abzüglich Suchkosten, d.h. löst

$$(3.1) \quad \max_x \left[\int_x^{\infty} v dF(v) - Z \right] / [1 - F(x)]$$

1) Der Beweis wird mit Hilfe von Ergebnissen der Martingal-Theorie und der Theorie optimaler Stopp-Regeln geführt. Vgl. DE GROOT (1970).

und ist gleichzeitig auch identisch mit dem maximalen erwarteten Nettoertrag¹⁾, $\max E(V_n) = v^*$. Daher folgt v^* als Lösung von²⁾

$$(3.2) \quad Z = \int_{v^*}^{\infty} (v - v^*) dF(v) := H(v^*)$$

die zur Erreichung von x resp. v^* erforderliche Anzahl n^*

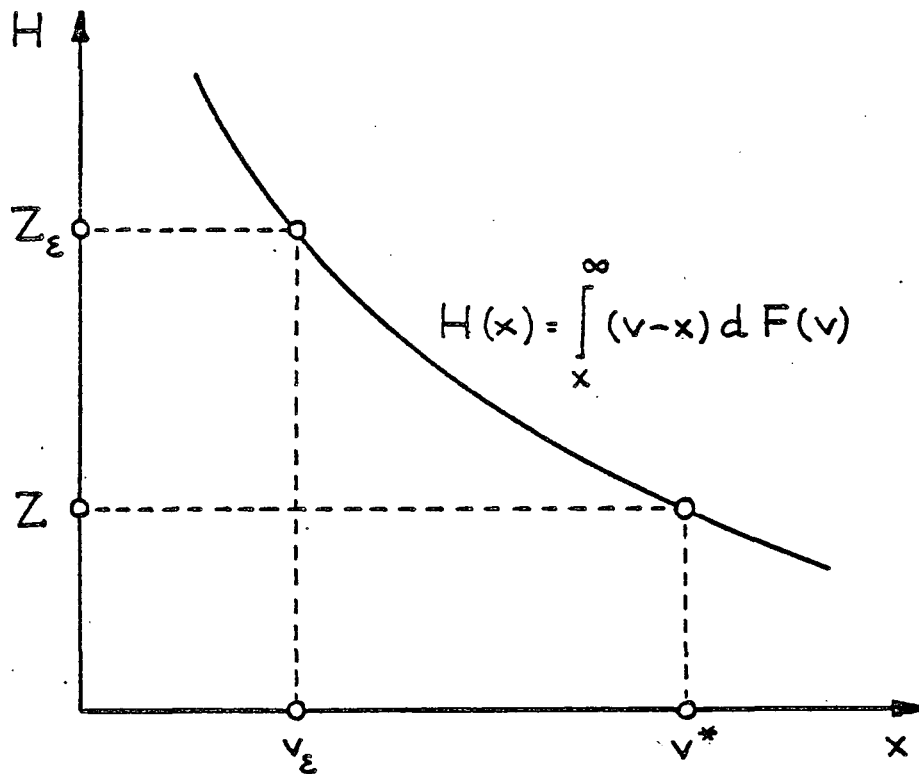


Fig. 2: Projektsuche

-
- 1) Der Graph von (3.1) hat in v^* einen Fixpunkt.
 - 2) Die zweite Bedingung $H'(v^*) < 0$ impliziert $[1 - F(v^*)] > 0$; sie soll stets erfüllt sein.

von Suchvorgängen ist dabei eine geometrisch verteilte stochastische Variable mit $E(n^*, x) = [1-F(x)]^{-1}$. Schließlich werden Informations- und Investitionsaktivitäten nur dann entfaltet, wenn nicht günstigere Aktivitäten existieren. Sei der (erwartete) Kapitalwert der Alternativenanlage mit v_ϵ bezeichnet, dann ist Informationsbeschaffung und daraus resultierende Investitionsaktivität nur interessant, sofern $v^* \geq v_\epsilon$.

3.2.3. Determinanten der Projektwahl. Komparativ-statische Überlegungen, die man sich mit Hilfe von Fig. 2 veranschaulichen kann, sollen sich hier wie in folgendem auf die Analyse des Einflusses von Veränderungen

- (a) der Höhe von v_ϵ (Alternativenanlage),
- (b) der Höhe von Z (Kosten einer Exploration),
- (c) der Lage von $F(v)$ (Verteilung des maximalen erwarteten Kapitalwerts)

beziehen. Grund dafür ist, daß jede dieser Determinanten durch wirtschaftspolitische Maßnahmen allgemeiner und/oder gezielter Art mehr oder weniger beeinflussbar ist. Abgesehen von naheliegenden Ansatzpunkten allgemeiner und spezieller Steuer-/Subventionspolitik (z.B. in Gestalt einer bestimmten Forschungspolitik) ist in diesem Zusammenhang insbesondere die Wirkung stabilisierungspolitischer Maßnahmen - nicht zuletzt qua Reaktion des allgemeinen Zinsniveaus auf $F(v)$ und v_ϵ zu beachten. Alle Aussagen sind dabei, ohne daß dies stets erwähnt wird, als Aussagen über erwartete Größen zu verstehen.

Zu (a): Die Reaktion der Such- und Investitionstätigkeit auf Veränderungen von v_ϵ ist offenbar unstetig. Die Höhe von v_ϵ entscheidet nicht über das Ausmaß der Suche, sondern nur darüber, ob überhaupt gesucht wird. Gilt in der Ausgangssituation z.B. $v_\epsilon = v^*$, so stellt eine Unternehmung bei steigendem v_ϵ die Suche ein (im Rahmen der unterstellten Dichte).

Zu (b): Da aufgrund von (3.2) $\partial v^* / \partial Z = -[1-F(v^*)]^{-1} < 0$, sinkt der kritische Kapitalwert einer Dichte mit steigenden Kosten

eines Explorationsvorgangs. Normalerweise gilt $dK_i^*/dv_i > 0$: bei linearen Anpassungskosten ist die Höhe der optimalen Projektinvestition mit der Höhe des erzielbaren maximalen Kapitalwerts positiv korreliert. Damit sinkt also der Umfang der Projektinvestition mit steigendem Z . Aus $\partial E(n^*, v^*) / \partial Z = \{F'(v^*) / [1 - F(v^*)]^2\} \partial v^* / \partial Z < 0$ ersieht man, daß auch die Anzahl der erforderlichen Explorationsvorgänge abnimmt. Daher reagiert $Z \cdot E(n^*, v^*)$, d.h. der Gesamtaufwand für Informationsbeschaffung bis zur Entdeckung eines geeigneten Projekts, nicht eindeutig.¹⁾ Zur Interpretation ist im übrigen darauf hinzuweisen, daß eine Veränderung des Informationsgrads als Veränderung von Z verstanden werden kann: eine Senkung von Z entspricht einer Erhöhung des Informationsstands.

Zu (c): Eine Veränderung der Verteilung des (maximalen) Kapitalwerts $F(v)$ zieht eine Veränderung des Graphen von $H(x)$ nach sich. Als erstes soll angenommen werden, daß bei unveränderter Varianz $\sigma_v^2 := E[(v - \mu_v)^2]$, $\mu_v := E(v)$, der Erwartungswert μ_v steigt. Dies könnte etwa das Ergebnis eines verbesserten "Investitionsklimas" im Zuge eines konjunkturellen Aufschwungs, konkreter aber auch die Folge von Senkungen des Zinssatzes (Kreditkosten) sein. Parameterisiert man $F(\cdot)$ und $H(\cdot)$ in Form von $F(v; \mu)$, $H(x; \mu)$, wobei steigendes μ eine Erhöhung des Erwartungswertes μ_v bei unveränderter Varianz σ_v^2 anzeigt, so gelten $F_\mu \leq 0$, $H_\mu \geq 0$. Aus (3.2) in Form von $Z - H(v^*, \mu) = 0$ folgt dann zunächst $\partial v^* / \partial \mu = -H_\mu / H_{v^*} \geq 0$. Der kritische Kapitalwert und damit der Umfang der Projektinvestition nehmen also plausiblerweise zu.²⁾ Nicht eindeutig dagegen ist die Reaktion der Anzahl der notwendigen Explorationsvorgänge und bei konstantem Z damit die Veränderung des Gesamtaufwands für Informationsbeschaffung bis zur Auffindung eines passenden Projekts, da in

1) Entscheidend ist erstens die Gestalt von $F(v)$; beispielsweise hat $Z \cdot E(n^*, v^*)$ bei Gleichverteilung ein Minimum bezüglich Z . Daher kommt es zweitens auf die Ausgangshöhe von Z an.

2) Es wird stets $dK_i^*/dv_i > 0$ angenommen (s.o.).

$$(3.3) \quad \partial [1-F(v^*, \mu)]^{-1} / \partial \mu = [F_{\mu} + F_{v^*} \partial v^* / \partial \mu] / [1-F(v^*, \mu)]^2$$

zwar $F_{\mu} \leq 0$, aber $F_{v^*} \partial v^* / \partial \mu \geq 0$. Insofern ist ohne weiteres denkbar, daß die aus Projektinvestition und "Investitionen" für Informationsbeschaffung oder Forschung und Entwicklung bestehenden Gesamtausgaben für ein Projekt antizyklischen Verlauf zeigen.

Zweitens ist interessant, welcher Effekt bei einem positiven m.p.s., d.h. zunehmender Unsicherheit in Form zunehmender σ_v^2 bei unverändertem μ_v zu erwarten ist. Parameterisiert man $F(\cdot)$ und $H(\cdot)$ entsprechend, d.h. $F(v; \sigma)$, $H(x; \sigma)$, wobei zunehmendes σ zunehmende Varianz σ_v^2 bei konstantem μ_v anzeigen soll, so gilt auf jeden Fall $H_{\sigma} \geq 0$ ¹⁾, während $F_{\sigma} \geq 0$ für $v \leq \mu_v$. Aus (3.2) in der Schreibweise $Z - H(v^*, \sigma) = 0$ erhält man $\partial v^* / \partial \sigma = -H_{\sigma} / H_{v^*} \geq 0$. Das etwas überraschende Resultat ist also, daß zunehmende Unsicherheit nicht zu einer Rücknahme des kritischen Kapitalwerts führt. Wiederum nicht eindeutig ist die Reaktion der Ausgaben für Informationsbeschaffung. Etwas unscharf läßt sich allerdings feststellen, daß bei hohem Z und daher niedrigem v^* eher mit einer Erhöhung des Suchaufwands zu rechnen ist.²⁾

3.2.4. Determinanten des Investitionsprogramms. Bei der Kombination von Investitionsprojekten zu einem Investitionsprogramm, das dann die gesamte Investitionstätigkeit einer Unternehmung pro Periode wiedergibt, kann von verschiedenen

-
- 1) Das folgt unmittelbar aus der Anwendung der JENSENSchen Ungleichung. Man kann $H(v^*) = E[h_{v^*}(v)]$ auffassen mit $h_{v^*}(v) = (0, v - v^*)$ für $v (\leq, >) v^*$. Die Funktion $h_{v^*}(v)$ ist offenbar konvex, so daß ein positiver m.p.s. $H(v^*)$ erhöht oder unverändert läßt (vgl. LIPPMAN/McCALL, 1978).
 - 2) Mit der konjunkturellen Situation variierende Sicherheit könnte sich auch in der Höhe und Eintretenswahrscheinlichkeit pro Z verwertbarer Informationen niederschlagen. In Abwandlung bisheriger Modellannahmen wäre zur Analyse dieses Effekts zu postulieren, daß die Anzahl der pro Z einholbaren Informationen ebenfalls eine stochastische Variable ist. Gibt man ihr aus Vergleichsgründen den Erwartungswert 1, so entspricht zunehmende Varianz der Wirkung eines steigenden Z im bisherigen Modell.

Paradigmen ausgegangen werden. Im folgenden sollen zwei einfache Varianten verwendet werden, nämlich (a) serielle und (b) simultane Projektsuche.

Zu (a): Bei serieller Projektsuche wird in jedem Zeitpunkt jeweils nur nach einem Projekt gesucht. Ist ein passendes Projekt gefunden, wird simultan mit seiner Realisierung ein neuer Suchprozeß nach einem nächsten Projekt eingeleitet. Dieses Procedere kann unter Umständen, die hier nicht im einzelnen interessieren, optimal sein.¹⁾ Angenommen sei weiter, daß die sukzessive Suche bei unveränderter Verteilung $F(v)$ geschieht.²⁾ Benutzt man als Einheitsperiode die Länge eines Suchvorgangs, so betragen die Suchkosten pro Periode $C=Z$, die Investitionen pro Periode $I=K^*(v^*)[1-F(v^*)]$. Annahmegemäß ist in der Aufeinanderfolge von Suchvorgängen die Dichte, aus der gesucht wird, im Zeitablauf stationär, so daß auch v^* von einem Projekt zum folgenden gleich bleibt.

Dann ist erstens offensichtlich, daß eine Erhöhung des Kapitalwerts der Alternativenanlage (v_g) bei Überschreiten einer kritischen Grenze eine Unternehmung zur Einstellung ihrer Such- und damit Investitionstätigkeiten veranlassen kann. Eine Erhöhung der Kosten eines Suchvorgangs (Z) zweitens führt einmal zu einer linearen Anhebung von C in gleichem Umfang. Die Reaktion von I zum anderen folgt aus dem Vorzeichen von

$$(3.4) \quad \partial I / \partial Z = \left\{ K^{*'}(v^*)[1-F(v^*)] - K^*(v^*)F'(v^*) \right\} \partial v^* / \partial Z .$$

Da $K^{*'}(v^*) > 0$, $\partial v^* / \partial Z < 0$, ist sie nicht eindeutig. Der Grund dafür, daß die Investitionstätigkeit pro Periode mit Z also sogar zunehmen kann, ist die Verkürzung der Suchperiode, da v^* mit Z sinkt. In einem gegebenen Zeitabschnitt wird folglich eine größere Anzahl von Projekten gefunden und realisiert,

1) Im Prinzip hat man von einer bestimmten Kapazität für die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auszugehen, über deren Größe ebenfalls zu entscheiden ist.

2) Zu einer allgemeineren Struktur vgl. WEITZMAN (1979).

so daß der in entgegengesetzter Richtung wirkende Effekt abnehmender Investition K^* überkompensiert werden kann und die Gesamtausgaben steigen. Entsprechend ist nicht auszuschließen, daß eine staatliche Förderung durch Subventionierung von Z die insgesamt mit der Investitionstätigkeit in Verbindung stehenden Ausgaben reduziert.¹⁾ Drittens ist unter Verwendung der früheren Ausführungen zur Verschiebung von $H(x)$ einsichtig, daß über die Wirkung eines steigenden μ_v bei unverändertem σ_v^2 oder umgekehrt (m.p.s.) auf die Investitionstätigkeit keine eindeutige Aussage möglich ist.²⁾ M.a.W. kann also die Investitionstätigkeit als Resultat einer Zinssenkung oder allgemein einer Verbesserung der Ertragslage zurückgehen. Maßgeblich dafür ist wiederum - im Falle eines m.p.s. allerdings nicht der einzige Grund - die gegenläufige Reaktion der Suchzeit pro akzeptiertem Projekt.

Zu (b): Bei simultaner Suche wird in jeder Periode gleichzeitig in mehreren Dichten $F_j(v)$, $j=1, \dots, J$, gesucht. Jede Dichte einschließlich zugehöriger Kosten pro Suchvorgang Z_j steht für eine bestimmte Projektklasse j (Verfahren, Produkte). Normalerweise unterscheiden sich $F_j(v)$ und Z_j zwischen verschiedenen j . Im folgenden sollen zur Vereinfachung nur Unterschiede in den Suchkosten pro Explorationsvorgang bestehen. Suche in der j -ten Projektklasse erfordere pro Suchvorgang Kosten in Höhe von $Z_j = jZ$ $j=1, \dots, J$, $Z = \text{const.} > 0$.

Sei $v_j^* = H^{-1}(jZ)$ der kritische (maximale) Kapitalwert bei Suche in der j -ten Projektklasse. Dann wird für $v_e < v_1^*$ gleichzeitig in $\epsilon = H(v_e)/Z > 1$ Projektklassen gesucht. Man betrachte nun eine $T > 1$ Suchvorgänge lange Zeitspanne. Die suchkostenmäßig niedrigste Projektklasse, für die noch mit einem erfolgreichen Abschluß der Suche in T gerechnet werden kann³⁾, hat die Ord-

-
- 1) Zusätzlich ist zu beachten, daß auch die Suchaktivität selbst u.U. Investitionen im üblichen Sinn erfordern kann.
 - 2) Die Suchkosten C bleiben natürlich von einer Verschiebung von $H(x)$ unberührt. Die Wirkung auf I wird im übrigen bei gleichzeitiger Erhöhung von v_e verstärkt.
 - 3) Man beachte, daß die Suchzeit in einer Projektklasse mit zunehmendem kritischem Kapitalwert zunimmt.

nungszahl $\xi = H(v_\xi^*)/Z$ mit v_ξ^* als Lösung von $[1-F(v_\xi^*)]^{-1} = T$. Damit ist in der fraglichen Zeit ein Sucherfolg in $(\epsilon - \xi)$ Projektklassen zu erwarten, d.h. eine Realisierung von $(\epsilon - \xi)$ Projekten, $(\epsilon - \xi) = [H(v_\epsilon) - H(v_\xi^*)]/Z > 0$, mit den kritischen Kapitalwerten $(v_\xi^*, v_{\xi+1}^*, \dots, v_\epsilon)$. Für die Suchkosten der Periode erhält man folglich

$$(3.5) \quad C = Z \sum_{j=1}^{\epsilon} j \cdot \min \left\{ 1/[1-F(v_j^*)]T, 1 \right\} ,$$

für die Investitionen der Periode

$$(3.6) \quad I = \sum_{j=1}^{\epsilon} K^*(v_j^*)/T .$$

Man erkennt erstens, daß eine Erhöhung von v_ϵ die Anzahl ϵ der Projektklassen bzw. Dichten, in denen gesucht wird und die Anzahl $(\epsilon - \xi)$ der akzeptierten Projekte reduziert. Damit sinken sowohl die Informationsbeschaffungs- wie die Ausgaben für Projektinvestitionen pro Periode. Bei unverändertem v_ϵ reduziert zweitens eine Erhöhung von Z_j , $j=1, \dots, J$, qua Erhöhung von Z zunächst ebenfalls ϵ , ferner aber auch trotz sinkenden ξ die Anzahl $(\epsilon - \xi)$ akzeptierter Projekte. Aufgrund $\partial v_j^*/\partial Z = H'(v_j^*)/j < 0$ hat das aus einer gegebenen Dichte j gesuchte Projekt jetzt einen niedrigeren kritischen Kapitalwert und daher eine geringere Projektinvestition $K^*(v_j^*)$. Folglich nimmt die Höhe der pro Periode durchgeführten Investitionen I eindeutig ab, während die Reaktion der Ausgaben C für Informationsbeschaffung nicht eindeutig ist. Eine Verschiebung drittens des Graphen von $H(x)$ - z.B. - nach rechts erhöht den pro Periode betriebenen Aufwand für Informationsbeschaffung, da die Anzahl gleichzeitig laufender Suchprozesse ϵ und die in jeder Dichte bis zum erfolgreichen Abschluß erforderliche Suchzeit zunehmen. Ferner steigt die Anzahl im Laufe der Periode nicht erfolgreich abgeschlossener Suchvorgänge ξ , so daß das Vorzeichen der Reaktion von $(\epsilon - \xi)$, der Anzahl erfolgreicher Suchprozesse unbestimmt ist. Da eine Rechtsverschiebung von $H(x)$ gleichen Suchkosten Z_j höhere v_j zuordnet,

wird im Rahmen einer gegebenen Projekt- bzw. Suchkostenklasse eine erfolgreich abgeschlossene Suche allerdings zu einer höheren Projektinvestition führen. Insgesamt ist der Effekt einer Rechtsverschiebung von $H(x)$ auf die Periodenin-vestition wiederum nicht eindeutig, so daß also auch hier Anomalitäten z.B. in der Zinsreaktion auftreten können.

Die Modelle serieller wie simultaner Such- und Investitionsaktivität sind für sich genommen zweifellos unrealistisch. Realistisch dürfte ein kombiniertes Verfahren sein, das das Modell simultaner Suche seriell "ergänzt", d.h. im Modell simultaner Suche wird bei erfolgreichem Abschluß eines Suchvorgangs in der Projektklasse i ein neuer Suchvorgang in derselben Klasse eingeleitet.

Aufgrund der voranstehenden Überlegungen dürfte das Ergebnis aber relativ gut vorhersehbar sein. Bezüglich v_e ist die Richtung des Einflusses im Prinzip in beiden behandelten Paradigmen identisch; bei simultaner Suche ist die Reaktion stetiger, und daher wird sich dieses Reaktionsmuster in einem kombinierten Verfahren durchsetzen. Eine Erhöhung von Z erhöht C bei serieller Suche, bei simultaner Suche ist die Reaktion unbestimmt. Da auf jeden Fall die Anzahl gleichzeitig durchgeführter Suchprozesse abnimmt, dürfte per saldo die Reaktion unbestimmt bleiben. Die Reaktion von I ist bei serieller Suche unbestimmt, bei simultaner Suche negativ. Bei kombiniertem Procedere ist daher mit Unbestimmtheit zu rechnen. Das gleiche gilt für Verschiebungen des Graphen von $H(x)$. Gerade letzteres ist von besonderer Bedeutung, da sich alle Veränderungen der konjunkturellen Bedingungen in erster Linie in Veränderungen der Verteilung $F(v)$ niederschlagen.

3.3. Erweiterungen

Im Zusammenhang mit der ökonomischen Analyse des Verhaltens von Arbeitsanbietern wird in der Literatur eine Reihe von Modifikationen der den voranstehenden Überlegungen zugrunde-

liegenden Struktur des Entscheidungsproblems diskutiert; sie sind teilweise auch für das Investitionsverhalten von Bedeutung.¹⁾

3.3.1. Diskontierung. Eine Berücksichtigung von Diskontierung, bezogen auf die zeitliche Ausdehnung des Suchprozesses selbst, führt zu einem zusätzlichen Zinseinfluß; ceteris paribus wird bei Erhöhung des Zinssatzes der kritische Kapitalwert bei Suche in einer einzelnen gegebenen Dichte zurückgenommen und damit die Suchzeit verkürzt; bisher zu konstatierende Zinseffekte werden also nur verstärkt.²⁾

3.3.2. Risikoaversion. Der Übergang von Risikoneutralität zu Risikoaversion führt bei Suche in einer einzelnen Projektklasse i.d.R. zu einem sinkenden kritischen Kapitalwert.³⁾ Die Wirkung ist also vergleichbar einer Erhöhung von Z im einfachen Modell. Daraus folgt, daß keineswegs eindeutig ist, daß ceteris paribus in einer risikoaversen Wirtschaft weniger investiert wird als in einem risikoneutralen System.

3.3.3. Adaptive Suche. Ohne Zweifel ist die Annahme vollständig bekannter Verteilungen $F_j(v)$ unrealistisch. Normalerweise liegt allenfalls eine a priori-Verteilung über bestimmte Parameter von $F_j(v)$ vor. Unter diesen Umständen liefert ein einzelner Suchvorgang nicht nur eine Information über die Zahlungscharakteristika der explorierten Investition, sondern auch über die Eigenschaften der unbekanntenen Verteilung $F_j(v)$ und dient daher der Revision der a priori-Verteilung über bestimmte Parameter der Verteilung $F_j(v)$. Es läßt sich u.a. zeigen, daß unter diesen Umständen, auch wenn Rückgriffmöglich-

-
- 1) Vgl. dazu i.w. den Survey von LIPPMAN/McCALL (1976a). Auf den Effekt pro Z unsicherer Anzahl von Informationen wurde früher bereits eingegangen.
 - 2) Im bisherigen Modell bewirkte eine Zinserhöhung Linksverschiebung des Graphen $H(x)$.
 - 3) Unter bestimmten Umständen kann sich allerdings die optimale Politik auch grundsätzlich ändern, z.B. die Reservationsregel ungültig werden. Damit erhielte man von vornherein Anomalitäten für die Eigenschaften der Investitionsnachfrage.

keiten ausgeschlossen sind, ein Procedere nach der Reservationsregel nicht mehr optimal ist (LIPPMAN/McCALL, 1978). Trotz der Durchschaubarkeit der Ergebnisse bestimmter Annahmenkomplexe sind die Konsequenzen adaptiver Suche insgesamt für die vorliegende Problemstellung gegenwärtig kaum einzuschätzen.

3.3.4. Suche bei dynamischer Wirtschaft. In der bisherigen Analyse wurde bereits die Lage des Graphen $H(x)$ mit der konjunkturellen Situation in Verbindung gebracht, allerdings grundsätzlich nur i.S. komparativ-statischer Betrachtung: Man kann weitergehend annehmen, daß der Investor bestimmte Vorstellungen über die zeitliche Veränderung von $H(x)$ besitzt und in die Formulierung seiner Politik einbezieht. Unter Benutzung entsprechender Ergebnisse der job search-Theorie (LIPPMAN/McCALL, 1976b) läßt sich zeigen, daß der kritische Kapitalwert prozyklisch schwankt und bei begrenzter zeitlicher Toleranz für die Suche mit zunehmender Suchdauer sinkt. Vorausgesetzt ist dabei, daß sich der durch m , $m=1, \dots, M$, angezeigte Zustand des ökonomischen Systems in bestimmter Weise ändert¹⁾, wobei steigendes m eine Verbesserung der konjunkturellen Situation anzeigt. Entsprechend den früheren Überlegungen drückt sich letzteres in der hier in Form von $F_m(t)$ parameterisierten Verteilung darin aus, daß $F_m(t) \geq F_{m+1}(t)$, $m=1, \dots, M-1$, $\forall t$. Dieses Ergebnis ist ohne Zweifel außerordentlich interessant, da es bei seiner Interpretation im Rahmen der oben verwendeten Konzeption eines Investitionsprogramms einen antizyklischen Verlauf der Investitionstätigkeit erklären kann.

3.3.5. Variable Suchintensität. Weiter ist unzweifelhaft realitätsnah, die Möglichkeit einer Suche mit unterschiedlicher

1) Diskreter MARKOFF-Prozeß, dessen einstufige Übergangsmatrix $P=(P_{ij})$, $i, j=1, \dots, M$, die Eigenschaft haben soll, daß

$\sum_{j=x}^M P_{ij}$ für jedes gegebene x nicht mit i abnimmt.

Intensität zuzulassen, wobei vermutlich die Produktion einer steigenden Anzahl von Informationen pro (Kalender-) Zeiteinheit mit progressiven Kosten pro Information verbunden ist (s. KAMIEN/SCHWARTZ, 1974, 1977).¹⁾ Die bereits erwähnte Analyse von LIPPMAN/McCALL (1976b) läßt bei analoger Anwendung auf das Investitionsproblem erwarten, daß die optimale Suchintensität in einer dynamischen Wirtschaft nicht monoton mit dem Zustandsindex des Systems variiert; allerdings trifft i.d.R. zu, daß die Suchintensität im "schlechtesten" Zustand geringer ist als im "besten". Damit kann variable Suchintensität offenbar ebenfalls zu einer Begründung "irregulären" Investitionsverhaltens beitragen.

3.3.6. Offene Fragen. Abgesehen davon, daß kaum eine der bereits erwähnten Modifikationen des Grundmodells bisher erschöpfend untersucht ist, kann eine Reihe weiterer Mängel der Analyse benannt werden. Wichtigster Ansatzpunkt dürfte im Rahmen des Modells der Suche in einer einzelnen gegebenen Dichte die relativ einfache Struktur des eigentlichen Investitionsproblems sein. Wird die Annahme linearer Anpassungskosten beispielsweise durch Einführung von Irreversibilitäten relativiert und eine Parameterisierung von Unsicherheit nach dem Vorschlag von NICKELL verwendet, so wird methodisch eine Kombination suchtheoretischer Konzepte mit Verfahren der stochastischen Kontrolltheorie erforderlich.²⁾ Von u.U. zu einfacher Struktur ist auch der Prozeß der Suche; möglicherweise lassen sich durch Berücksichtigung z.B. von MARSCHAK (1967) diskutierter Forschungs- und Entwicklungsstrategien die o.e. Unbestimmtheitsbereiche in der Parameterreaktion verringern.³⁾ Bei

1) Die Fragestellung ähnelt offensichtlich Überlegungen, die unter 2.2 im Zusammenhang mit der Möglichkeit beschleunigter Entwicklung neuer Produkte und Verfahren angestellt wurden. Es wäre interessant, eine Verbindung zwischen den methodisch unterschiedlichen Ansätzen herzustellen (Kontrolltheorie vs. Search-Theorie).

2) Bei Annahme eines POISSON-Prozesses für die Eintrittswahrscheinlichkeit des zur Diskussion stehenden Ereignisses sind relativ einfache Resultate möglich.

3) Der Vorschlag von MARSCHAK liefe darauf hinaus, pro Projektklasse (Dichte) mit verschiedenen Suchtechniken zu argumentieren, deren Anwendung wiederum durch Stopp-Regeln gesteuert wird.

gleichzeitiger Suche in mehreren Dichten ist schließlich vor allem die Annahme stochastischer Unabhängigkeit revisionsbedürftig. Im übrigen gelten natürlich auch hier die früher bereits vorgetragenen Bedenken gegenüber dem Investitionsmodell.

4. Fazit.

Für eine Sichtung der Analyseergebnisse, die wegen der Vielfalt von Einzelresultaten nur grundsätzlichen Charakter haben kann, unterscheidet man zweckmäßigerweise danach, welche Wirkung

- von einer Veränderung der Sicherheit (i.S. eines m.p.s.) bzw. des Informationsstandes bezüglich gegebener Determinanten,
- von einer Einführung von Unsicherheit bzw. unvollständiger Information auf Art und Einfluß relevanter, u.U. neuer Determinanten

auf die Investitionsentscheidung ausgeht. Zum ersten Problemkomplex erwartet man von vornherein eine generelle zentrale Bedeutung der Annahmen über die Risikoeinstellung der Investoren. Diese Vermutung bestätigt sich nur teilweise. Bei Unsicherheit zunächst ist darüber hinaus die Hypothese über den Verlauf der Anpassungskosten ausschlaggebend. So trifft nur bei Annahme linearer Anpassungskosten die gelegentlich vertretene Auffassung zu, daß das Verhalten risikoneutraler Investoren dem Muster des deterministischen Kalküls folgt, m.a.W. (Eigen-) Varianzen von Determinanten irrelevant sind. Das bedeutet, daß von einer Veränderung der Sicherheit in der Einschätzung der Entwicklung von Parametern im Regelfall tatsächlich Wirkungen ausgehen werden. Je nach "Szenario", insbesondere der Erfassung von Unsicherheit, können sie insofern sehr unterschiedlich sein, als sie sowohl Risikoaversion als auch Risikovorliebe zu signalisieren scheinen. Bei von vorn-

herein konkaver Nutzenfunktion ferner trifft man auch im Rahmen der Investitionsentscheidung auf die bekannte Schwierigkeit, daß eindeutige Ergebnisse von Annahmen über die Eigenschaften der Risikoaversions-Funktionen abhängig sind.¹⁾ Auch bei unvollkommener Information ist Risikoneutralität nicht gleichbedeutend mit Irrelevanz von Risiko; d.h. auch unter diesen Umständen ist die Investitionsentscheidung nicht unabhängig von m.p.s.-Veränderungen der Daten und läuft überdies z.T. deutlich sogen. common sense-Vorstellungen zuwider. Schließlich trifft auch für eine Reihe von Reaktionen zu, daß die Vorzeichen unabhängig davon sind, ob Risikoneutralität oder -aversion angenommen ist; u.a. gilt dies gerade für Effekte exogener Veränderung des Informationsstands.

Zum zweiten Problemkomplex läßt sich im Modell invarianter Unsicherheit demonstrieren, daß einmal mehr fixe Kosten und direkte Steuern eine Rolle spielen, wenn die Annahme der Risikoneutralität aufgegeben wird. Eindeutige Aussagen über die Richtung der Reaktion erfordern auch hier allerdings weitergehende Annahmen über die Eigenschaften von Risikoaversions-Funktionen und damit u.a. über die dritte Ableitung der Nutzenfunktion. Bei unvollständiger Information stellt man zunächst wiederum fest, daß Reaktionen auf gängige Determinanten (z.B. Zinssatz) erheblich in Widerspruch zu üblichen Auffassungen stehen können.²⁾ Ferner ergeben sich - wie auch im Fall beeinflussbarer Unsicherheit - naturgemäß "neue" Determinanten. Allerdings fällt auch für sie schwer, stets eindeutige Reaktionshypothesen abzuleiten, so daß der wirtschaftspolitische Ertrag vorläufig begrenzt ist.

Trotz zahlreicher Mängel und Lücken, auf die immer wieder verwiesen wurde, macht die Analyse insgesamt wohl deutlich, daß

-
- 1) Die Verwendung von Hypothesen, die in diesem Zusammenhang gelegentlich für die Entscheidung eines Individuums vertreten werden (abnehmende absolute, zunehmende relative Risikoaversion), führt nicht in jedem Falle zu intuitiv überzeugenden Aussagen.
 - 2) Es bedarf also nicht irgendwelcher mehr oder minder arbiträrer Konzepte diskretionärer Zielsetzung, um "ungewöhnliche" Resultate zu erklären.

die Berücksichtigung von Unsicherheit und unvollständiger Information z.T. erhebliche Konsequenzen für die Erklärung des Aggregats "Investition" und damit die Beurteilung der Chancen wirtschaftspolitischer Beeinflussung hat.¹⁾ Zweifellos liefert die Untersuchung befriedigende Begründungen für eine Reihe üblicherweise z.B. zunehmender Unsicherheit zugeschriebener Wirkungen (s. OPPENLÄNDER, 1978); als Beispiel mit gewisser Aktualität sei an den mit Hilfe der NICKELL-Konzeption einfach darstellbaren Effekt einer Verunsicherung durch zeitliche und inhaltliche Differenzen zwischen Absichtserklärungen und Verwirklichung wirtschaftspolitischer Maßnahmen erinnert. Dennoch sind der Analyse letztlich kaum schon Rezepte zu entnehmen - im Gegenteil: es werden eher Zweifel an der Verlässlichkeit traditionell postulierter, aus dem deterministischen Modell abgeleiteter Zusammenhänge geweckt. Dies betrifft insbesondere die Wirkung gängiger Maßnahmen der Globalsteuerung - selbst "Verstetigung" muß nicht unter allen Umständen der Investitionstätigkeit förderlich sein. Eine Weiterentwicklung des einzelwirtschaftlichen Modells läßt denn auch eher eine Aufdeckung konkreter wirtschaftspolitischer Ansatzpunkte auf der Mikroebene erhoffen, etwa i.S. geeigneter organisatorischer Vorkehrungen zur Verbesserung der Effizienz von Marktprozessen bei Unsicherheit und unvollständiger Information.²⁾

Mit dieser Beurteilung hängt zusammen, daß die Analyseergebnisse kaum in eine passende makroökonomische Investitionshypothese umgesetzt werden können. Auch eine allgemeinere Fassung des einzelwirtschaftlichen Modells dürfte erfahrungsgemäß hier keineswegs weiterführen. Der Sinn einer weiteren Beschäftigung mit dem mikroökonomischen Modell kann nur darin liegen, erstens durch eine weniger restriktive

1) Insofern läßt sich auch hier feststellen, daß "... the length of time during which deterministic models went unchallenged remains a mystery" (LIPPMAN/McCALL, 1978).

2) In diesem Zusammenhang ist insbesondere auf entsprechende Entwicklungen im Rahmen der economics of uncertainty and information zu verweisen.

Fassung von Annahmen (z.B. Erwartungen) den Gültigkeitsbereich einfacherer Modelle zu bestimmen. Zweitens wäre der Versuch zu unternehmen, ökonometrisch-operationale Kriterien für eine Klassifizierung von Investitionen nach bestimmten Reaktionsmustern zu erarbeiten, auf deren Grundlage eine verlässliche Schätzung des Aggregats "Investition" als Summe von Detailschätzungen möglich wird.

Symbolverzeichnis¹⁾

Das Zeichen "~" über einem Symbol kennzeichnet eine Zufallsvariable.

n	-	Anzahl Suchvorgänge (-schritte)
p	-	Preis des Erzeugnisses
q	-	Preis des Kapitalgutes
r	-	Zinssatz
s	-	risikomindernde Ausgaben
t, θ	-	Zeit
u	-	Nutzenfunktion
v, v_ϵ	-	maximaler, maximaler alternativer Kapitalwert
w	-	Lohnsatz
y	-	produzierte Menge
C	-	Suchkosten, Ausgaben für Forschung und Entwicklung/Periode
E	-	Erwartungsoperator
I	-	Investition/Periode
K	-	Kapitalstock (Kapitalinput/Periode)
L	-	Arbeitsinput/Periode
$R(\cdot)\alpha$	-	Umsatz
Z	-	Kosten pro Suchvorgang
R_u, r_u	-	relative, absolute Risikoaversion
δ, β	-	Abschreibungsraten
μ_x, σ_x^2	-	Erwartungswert, Varianz von x
π, Π	-	Gewinn, cash flow/Periode

1) Ohne Konstante und im Text definierte, zur Abkürzung von Formeln benutzte Symbole.

Literaturverzeichnis

- ARROW, K.J. (1959), Optimal Capital Adjustments.
In: ARROW, K.J., KARLIN, S., SCARF, H. (Eds.),
Studies in the Mathematical Theory of Investment
and Production. Stanford.
- ASHWORTH, J., McGLONE, A., ULPH, D. (1977), Uncertainty,
Overtime and the Demand for Labour. In: Zeitschrift
für Nationalökonomie, Vol. 37.
- BIRCH, E.M., SIEBERT C.D. (1976), Uncertainty, Permanent
Demand and Investment Behavior. In: American Economic
Review, Vol. 66.
- BLAIR, R.D. (1974), Random Input Prices and the Theory of
the Firm. In: Economic Inquiry, Vol. 12.
- BROMWICH, M. (1976), The Economics of Capital Budgeting.
Harmondsworth.
- COATES, C.R. (1978), Investment Strategy. New York,
St. Louis.
- De GROOT, M.H. (1970), Optimal Statistical Decisions.
New York.
- DIAMOND, P.A., STIGLITZ, J.E. (1974), Increase in Risk and
Risk Aversion. In: Journal of Economic Theory, Vol. 8.
- FAMA, E.F., MILLER, M.H. (1972), The Theory of Finance.
New York, Chicago.
- GOULD, J.P. (1968), Adjustment Costs in the Theory of the
Firm. In: Review of Economic Studies, Vol. 35.
- HARTMAN, R. (1972), The Effects of Price and Cost Uncertainty
on Investment. In: Journal of Economic Theory, Vol. 5.
- HELLIWELL, J.F. (1976), Aggregate Investment Equations:
A Survey of Issues. In: HELLIWELL, J.F. (Ed.),
Aggregate Investment. Harmondsworth.
- HILLIER, F.S. (1969), The Evaluation of Risky Interrelated
Investments. Amsterdam, London.
- JENSEN, M.C. (1972), Capital Markets: Theory and Evidence.
In: Bell Journal of Economics and Management Science,
Vol. 3.
- JORGENSON, D.W. (1963), Capital Theory and Investment Behavior.
In: American Economic Review, Vol. 53.

- KAMIEN, M.I., SCHWARTZ, N.L. (1971), Limit Pricing and Uncertain Entry. In: *Econometrica*, Vol. 39.
- " - (1972), Uncertain Entry and Excess Capacity. In: *American Economic Review*, Vol. 62.
 - " - (1974), Risky R&D with Rivalry. In: *Annals of Economic and Social Measurement*, Vol. 3.
 - " - (1977), Technology: More for Less? In: WEINTRAUB, S. (Ed.), *Modern Economic Thought*. Oxford.
- KAUFMAN, G.M. (1963), Sequential Investment Analysis Under Uncertainty. In: *Journal of Business*, Vol. 36.
- LELAND, H. (1972), Theory of the Firm Facing Random Demand. In: *American Economic Review*, Vol. 62.
- LEVY, H. SARNAT, M. (1978), *Capital Investment and Financial Decisions*. Englewood Cliffs, N.J.
- LIPPMAN, S.A., McCALL, J.J. (1976a), The Economics of Job Search: A Survey. In: *Economic Inquiry*, Vol. 14.
- " - (1976b), Job Search in a Dynamic Economy. In: *Journal of Economic Theory*, Vol. 12.
 - " - (1978), The Economics of Uncertainty: Selected Topics and Probabilistic Methods. Working Paper No. 281. University of California, Los Angeles.
- LUCAS, R.E., PRESCOTT, E.C. (1971), Investment under Uncertainty, In: *Econometrica*, Vol. 39.
- MAO, J.C.T. (1970), Survey of Capital Budgeting: Theory and Practice. In: *Journal of Finance*, Vol. 25.
- MARSCHAK, T. (1967), Toward a Normative Theory of Development. In: MARSCHAK, T., GLENNAN, T.K., SUMMERS, R., *Strategy of R&D: Studies in the Microeconomics of Development*. Berlin, Heidelberg, New York.
- McCALL, J.J. (1965), The Economics of Information and Optimal Stopping Rules. In: *Journal of Business*, Vol. 38.
- MOSSIN, J. (1977), *The Economic Efficiency of Financial Markets*. Lexington, Mass.
- MUSSA, M. (1977), External and Internal Adjustment Costs and the Theory of Aggregate and Firm Investment. In: *Economica*, Vol. 44.

- NICKELL, S.J. (1974), On the Rate of Expectations in the Pure Theory of Investment. In: Review of Economic Studies, Vol. 41.
- " - (1977a), The Influence of Uncertainty on Investment. In: Economic Journal, Vol. 87.
 - " - (1977b), Uncertainty and Lags in the Investment Decisions of Firms. In: Review of Economic Studies, Vol. 44.
- OPPENLÄNDER, K.H. (1978), Einige Gedanken zu den Ursachen der aktuellen Investitionsschwäche in der Industrie der Bundesrepublik. In: Wirtschaftswissenschaftl. Fakultät der Universität Tübingen, Hrsg., Gegenwartsprobleme der Wirtschaft und der Wirtschaftswissenschaft. Tübingen.
- RAMSER, H.J. (1974), Risikobedingte Aktivitätsgrenzen in einer Konkurrenzunternehmung. In: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 188.
- RATTI, R.A., ULLAH, A. (1976), Uncertainty in Production and the Competitive Firm. In: Southern Economic Journal, Vol. 42.
- ROSENBLATT, M. JUCKER, J.V. (1979), Capital Expenditure Decision Making: Some Tools and Trends. In: Interfaces, Vol. 9.
- ROTHSCHILD, M. (1971), On the Cost of Adjustment. In: Quarterly Journal of Economics, Vol. 85.
- ROTHSCHILD, M., STIGLITZ, J.C. (1971), Increasing Risk II: Its Economic Consequences. In: Journal of Economic Theory, Vol. 3.
- SANDMO, A. (1971), On the Theory of Competitive Firm Under Price Uncertainty. In: American Economic Review, Vol. 61.
- STEVENS, C.V.G. (1974), On the Impact of Uncertainty on the Value and Investment of the Neoclassical Firm. In: American Economic Review, Vol. 64.
- WEITZMAN, M.L. (1979), Optimal Search for the Best Alternative. In: Econometrica, Vol. 47.
- YAARI, M.E. (1965), Uncertain Lifetime, Life Insurance and the Theory of the Consumer. In: Review of Economic Studies, Vol. 32.
- YLÄ-LIEDENPOHJA, J. (1978), Taxes, Dividends and Capital Gains in the Adjustment Cost Model of the Firm. In: Scandinavian Journal of Economics, Vol. 80.

YARROW, G.K. (1975), Growth Maximization and the Firm's Investment Function. In: Southern Economic Journal, Vol. 41.

ZINN, C.D., LESSO, W.G. (1977), A Probabilistic Approach to Risk Analysis in Capital Investment Projects. In: Engineering Economist, Vol. 22.