

Belke, Ansgar; Göcke, Matthias

Article

Starke Hysterese auf dem Arbeitsmarkt

Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (ZWS) - Vierteljahresschrift der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Verein für Socialpolitik

Provided in Cooperation with:

Duncker & Humblot, Berlin

Suggested Citation: Belke, Ansgar; Göcke, Matthias (1994) : Starke Hysterese auf dem Arbeitsmarkt, Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (ZWS) - Vierteljahresschrift der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Verein für Socialpolitik, ISSN 0342-1783, Duncker & Humblot, Berlin, Vol. 114, Iss. 3, pp. 345-377, <https://doi.org/10.3790/schm.114.3.345>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/291825>

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.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Starke Hysterese auf dem Arbeitsmarkt

Von Ansgar Belke und Matthias Göcke

Das Phänomen der anhaltend hohen Arbeitslosigkeit wird häufig mit dem Begriff „Hysterese“ bezeichnet und üblicherweise über lineare Differenzgleichungen beschrieben. In diesem Beitrag wird ein anderer Ansatz gewählt, der insbesondere die Reallohn-Arbeitslosigkeits-Beziehung untersucht und das Phänomen auf mikro- sowie auf aggregierter makroökonomischer Ebene analysiert. Die Effekte der Aggregation auf das hysteretische Verhalten der Beschäftigung stehen hierbei im Vordergrund.

1. Einleitung

Empirische Beobachtungen weisen darauf hin, daß soweit in der Vergangenheit zeitweilig eine höhere Arbeitslosigkeit herrschte, selbst nach Wegfall der direkten Ursache(n) das Ursprungsniveau nicht mehr erreicht wird: Die Arbeitslosigkeit bleibt anhaltend höher. Dieses Phänomen wird als Hysterese bezeichnet¹.

Der vorliegende Beitrag beinhaltet eine umfassende Übertragung des Hysterese-Konzeptes auf den ökonomischen Bereich des Arbeitsmarktes. Ein systemtheoretischer Ansatz, der vor dem Hintergrund der magnetischen Hysterese zur Erfassung hysteretischer Phänomene entwickelt wurde und der in der Ökonomie bisher nur zur Beschreibung hysteretischer Effekte im Außenhandel herangezogen wurde, wird auf den Arbeitsmarkt angewendet. Die Beschreibung der Arbeitslosigkeitspersistenz erfolgte bisher über lineare Differenzgleichungen (Unit-Root-Prozesse). Hierbei wird die Beziehung der Makro- zur Mikroebene beim Übergang zwischen den Ebenen nicht betrachtet. In diesem Beitrag steht die Betrachtung der Vergangenheitsabhängigkeit der Reallohn-Beschäftigungs-Beziehung im Vordergrund. Es wird weitgehend auf ad-hoc-Annahmen (z.B. zum Insidereinfluß bei Lohnverhandlungen) verzichtet; vielmehr wird auf (mikroökonomisch-neoklassische) Optimalitätskalküle zurückgegriffen. Die Aggregation wird explizit vollzogen. Dabei wird die Veränderung in dem qualitativen Charakter der Hysterese beim aggregieren

¹ Der Begriff „Hysterese“ stammt aus dem Griechischen, bedeutet „zurückbleibend“ und beschreibt die Fortdauer der Wirkung nach Beenden der Ursache. Er wurde vom Physiker *J. A. Ewing* (1881) zur Beschreibung des Magnetismus in den wissenschaftlichen Sprachgebrauch eingeführt.

gierenden Übergang von mikroskopischer zu makroskopischer Betrachtung betont.

Die Analyse des Phänomens anhaltender Wirkungen temporärer Schocks auf die Arbeitslosigkeit (bzw. komplementär auf die Beschäftigung) erfolgt in diesem Artikel mit Hilfe eines systemtheoretischen Instrumentariums, welches von den Mathematikern *M. A. Krasnosel'skii* und *A. V. Prokrovskii* (1989) sowie dem Physiker *I. D. Mayergoz* (1986) entwickelt wurde, um hysteretische Systeme in einer vom jeweiligen Anwendungsfall abstrahierenden Form zu beschreiben. Ausgegangen wird von einem elementaren Mikrooperator, der eine Besonderheit in der Beziehung zwischen Input- und Outputwerten aufweist, die „Multi-branch“- (bzw. „Mehr-Ast“-) Nichtlinearität. Diese besteht darin, daß in Abhängigkeit von den vergangenen Inputwerten einem aktuellen Input unterschiedliche Outputwerte, d.h. Outputs auf verschiedenen „Ästen“, zugeordnet werden. Im Mittelpunkt der Analyse von Mayergoz steht die Aggregation dieser mikroskopischen zu einer Makro-Hysterese. Betont wird die mit der Aggregation auftretende qualitative Verstärkung der Hysterese-Eigenschaft: Während auf Mikroebene bestimmte Schwellenwerte überschritten werden müssen, um permanente Wirkungen zu erreichen, können auf Makroebene schon kleine Input-Änderungen permanente Effekte zurücklassen. Folglich wird die makroskopische Hysterese als „starke“ Hysterese bezeichnet. Die Übertragung dieses formalen Konzeptes auf ökonomische Phänomene erfolgte erstmalig durch *B. Amable, J. Henry, F. Lordon* und *R. Topol* (1991), die hiermit hysteretische Effekte im Außenhandel beschrieben. Hierauf aufbauend entwickelte *M. Göcke* (1992 und 1993) den formalen Rahmen weiter. Dort werden insbesondere vereinfachende Annahmen eingeführt, so daß die Ergebnisse von Göcke formal weniger komplex und (geometrisch) einfacher zu interpretieren sind. In diesem Artikel wird der vereinfachte formale Apparat von Göcke verwendet, um die Ursachen für persistierende Effekte nur temporärer Störungen auf Arbeitslosigkeit und Beschäftigung zu analysieren.

Im folgenden Kapitel werden zunächst die Eigenschaften hysteretischer Systeme in allgemeiner Form beschrieben und der Referenzfall der ferromagnetischen Hysterese dargestellt. Dies soll zur Definition der ursprünglichen Hysterese-Eigenschaft dienen und Klarheit in der Abgrenzung des Hysterese-Begriffes schaffen². Hierauf folgt die eigent-

² Zur üblichen auf die makroskopische Betrachtung beschränkten Darstellung der magnetischen Hysterese vgl. *Cross/Allan* 1988, 27 ff., sowie *Franz* 1990, 4 ff. Da der Hysterese-Begriff in der Ökonomie in nicht eindeutiger Weise verwendet wird, scheint zur klaren Definition ein Rückgriff auf das ursprüngliche Konzept sinnvoll. Die hier dargestellte Form, die phänomenologisch der magnetischen Hysterese entspricht, sollte von einer insbesondere in der Arbeitsmarkt-Hystere-

liche Analyse der „Arbeitslosigkeits-Hysterese“ (in Kap. 3). Die Analogie zur ferromagnetischen Hysterese wird hierbei verdeutlicht.

2. Hysterese als Systemmerkmal

Hysterese läßt sich in sehr allgemeiner, anwendungsunabhängiger Form als Verhaltensmerkmal eines offenen dynamischen Systems hinsichtlich des Gleichgewichts darstellen: der sog. „Multibranch-Nichtlinearität“³. Hysterese bedeutet, daß infolge des Zurückbleibens der Wirkung vergangener Ausprägungen einer verursachenden Größe das Verhalten des Systems nicht mehr nur mit Bezugnahme auf die gegenwärtigen verursachenden Variablen allein erklärt werden kann⁴, da sich eine Änderung in den Relationen ergeben kann, soweit im Rahmen der Multibranch-Nichtlinearität ein anderer „Ast“ in der Beziehung gültig wird. Zur Beschreibung des Verhaltens hysteretischer Systeme muß daher auch auf die vergangene Entwicklung der erklärenden Variablen zurückgegriffen werden (*Cross/Allan* 1988, 26). Der langfristige Gleichgewichtszustand des Systems ist nicht nur von den Steady-State-Werten der exogenen verursachenden Variablen abhängig, sondern auch von den Anfangsbedingungen und vom Zeitpfad der Werte der exogenen Variablen. Wird nur auf aktuelle Werte der betrachteten Variablen zurückgegriffen, liegt *Indeterminiertheit* vor (*Amable et al.* 1991, 9). Hysteretische Systeme sind also „zeitpfadabhängig“ und weisen eine Nichteindeutigkeit der Beziehung zwischen verursachender und abhängiger Größe sowie vergangenheitsabhängige *multiple Gleichgewichte* auf (*Franz* 1989, 77 f., und *Kösters/Belke* 1990, 278).

Die Art der Zeitpfadabhängigkeit sei am Original der ferromagnetischen Hysterese verdeutlicht: Der Magnetismus eines Stoffes ist auf die magnetische Ausrichtung der einzelnen Atome bzw. Kristalle zurückzuführen; diese liegt bei ferromagnetischen Stoffen in vielen kleinen Bereichen (sog. Weiss-Bezirke) parallel. Die Weiss-Bezirke in einem entmagnetisierten Gesamtkörper haben eine in alle Richtungen verteilte magnetische Ausrichtung, so daß makroskopisch der Körper als nicht

sis-Literatur anzutreffenden Beschreibung über lineare Differenzgleichungen abgegrenzt werden. Zu dieser Art der Definition vgl. *Franz* 1989 und 1990. Die Unangemessenheit der Erfassung der Hysterese über Differenzgleichungen zeigt *Amable et al.* 1992 und *Schuster* 1992, 58 ff., auf.

³ Dieses 2. Kapitel beruht auf *Göcke* 1992, Kap. 2 und 3, sowie 1993, Kap. 3. Auf das wiederholte jeweilige explizite Zitieren einzelner Textstellen wird daher verzichtet.

⁴ Ein hysteretisches System kennzeichnet sich durch die Ausübung eines externen Einflusses. Die Betrachtung der Hysterese als autonome Dynamik ist wenig sinnvoll. Daher ist Hysterese eine Eigenschaft offener Systeme. Vgl. *Amable et al.* 1991, 9.

magnetisch erscheint⁵. Wirkt auf den entmagnetisierten Eisenkörper ein äußeres magnetisierendes Feld ein, so wachsen mit steigender Feldstärke die günstig orientierten Weiss-Bezirke auf Kosten ungünstig orientierter Nachbarbereiche durch Verschiebung der Bezirksgrenzen. Fremdatome im Kristallgitter behindern die Wandverschiebung und fesseln die Grenzen in einer bestimmten Lage, bis bei steigender Feldstärke die Spannung zu groß wird und die Grenze ruckartig weiterspringt. Die ruckartigen Bezirksausdehnungen werden Barkhausen-Sprünge genannt. Wird später die Feldstärke wieder gesenkt, wird der Prozeß der Umorientierung nur teilweise umgekehrt: Die Fremdatome behindern jetzt die Entmagnetisierung; die sprunghaften Wandverschiebungen werden zum Teil nicht rückgängig gemacht. Das Eisenstück ist daher nun, auch wenn kein äußeres Feld mehr anliegt, magnetisch. Ein Teil der vergangenen Magnetisierung bleibt zurück, die sog. Remanenz. Das magnetische Verhalten des Eisenkörpers ist daher *vergangenheitsabhängig*, d.h. hysteretisch.

Der Prozeß der Magnetisierung des Körpers läßt sich über die Magnetisierungskurve grafisch darstellen (Abb. 2.1) (z.B. *Kösters/Belke* 1992, 14f.). Wird ein unmagnetisches Eisenstück einer steigenden Feldstärke ausgesetzt, so steigt die Magnetisierung, ausgehend vom Ursprung O entlang der sog. Neukurve an, bis schließlich alle Atome in Richtung des äußeren Felds ausgerichtet sind, d.h. bis zur magnetischen Sättigung (Punkt A). Wird nun die Feldstärke reduziert, so verharrt ein Teil in der geänderten Ausrichtung. Folglich führt die Rücknahme der Feldstärke auf null nicht wieder zu einem völlig entmagnetisierten Zustand, vielmehr verläuft die Entwicklung entlang der Linie AB. Es verbleibt eine Restmagnetisierung (Remanenz: Strecke OB)⁶. Eine weitere Vergrößerung der Aussteuerung führt zur negativen Sättigung im Punkt D. Wird nun die Feldstärke wieder in positiver Richtung verändert, so ergibt sich mit der im Magnetisierungszyklus beschriebenen Kurve eine sog. „Hysteresis-Schleife“⁷.

⁵ Zu den Eigenschaften der Ferromagnetika vgl. *Gerthsen/Kneser/Vogel* 1989, 366ff., *Dobrinski/Krakau/Vogel* 1988, 304f., *Jaworski/Detlaf* 1986, 275, und *Jahresbericht* 1981, 284.

⁶ Remanenz ist keine Irreversibilität bzw. Unumkehrbarkeit der Auswirkungen vergangener Einflüsse: Der Ausgangszustand ist wieder zu erreichen, nur ist hierfür der Einsatz einer kompensierenden „Kraft“ nötig (so in Punkt C mit einer Magnetisierung von null). Vgl. *Franz* 1990, 6. Dies unterscheidet die Hysteresis auch von „Ratchet“-Effekten. Vgl. *Baldwin* 1989, 1 (Fußnote 2) und 15.

⁷ Da hier der Zyklus jeweils bis zur magnetischen Sättigung (in A bzw. D) durchlaufen wird, handelt es sich um die sog. „äußere“ Hysteresis-Schleife. Wird der Zyklus nicht bis zur Sättigung durchlaufen, ergeben sich Schleifen, die innerhalb der „äußeren“ Schleife liegen (wie mit der Schleife JK eingezeichnet). Vgl. hierzu *Kohlrausch* 1985, 432f., und *Cross/Allan* 1988, 29.

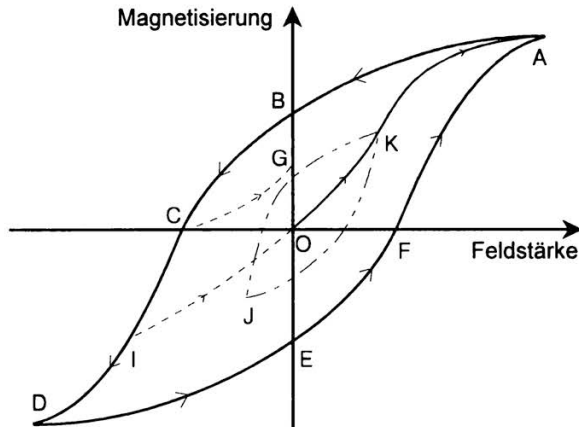
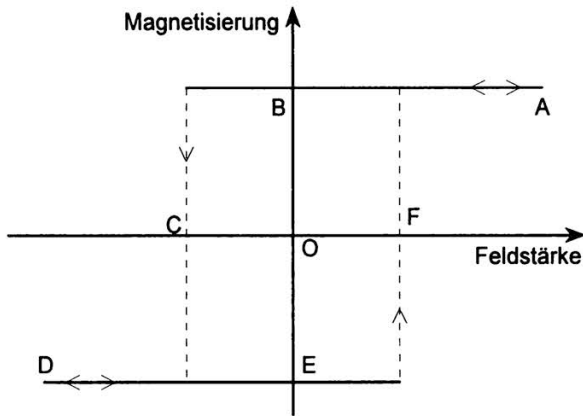


Abb. 2.1: Die Makro-Hysterese-Schleife der Magnetisierung

Abb. 2.1 macht die Hysterese-Eigenschaft deutlich: In Abhängigkeit von vergangenen Ausprägungen der äußeren Feldstärke wird die Beziehung zwischen Feldstärke und Magnetisierung über völlig verschiedene Kurvenzüge dargestellt; der aktuellen Beziehung liegen jeweils unterschiedliche „Äste“ der Multibranch-Nichtlinearität zugrunde. Es folgt daher die Vergangenheitsabhängigkeit sowie die Nichteindeutigkeit der Input-Output-Beziehung im hysteretischen „(Makro-)System Eisenkörper“. Die Makro-Hysterese ist von bestimmter Art: Mit jedem Input-Extremwert erfolgt eine Verlagerung der Relation auf einen anderen „Ast“, und es liegt eine fast unendliche Vielzahl von möglichen „Ästen“ vor.

Betrachtet werden soll noch das Einkristall, dessen Ummagnetisierung in einem einzigen Barkhausen-Sprung erfolgt (*Kneller* 1962, 401 f.). Die entsprechende Hysterese-Schleife ist in Abb. 2.2 dargestellt. Diese Form der Schleife liegt allen Barkhausen-Sprüngen eines vielkristallinen Körpers zugrunde; daher kann sie als Elementarform der Hysterese interpretiert werden. Hier liegt Multibranch-Nichtlinearität in der einfachsten Form vor: Einer Feldstärke zwischen C und F sind in Abhängigkeit von der vergangenen Magnetisierung nur zwei unterschiedliche „Äste“ zugeordnet. Der Sprung von einem zum anderen „Ast“ erfolgt aber nur, soweit bestimmte Schwellenwerte (C bzw. F) überschritten werden. Durch die Überlagerung einer Vielzahl solcher unkontinuierlicher Mikro-Schleifen ergibt sich die Hysterese-Schleife eines Gesamtkörpers als eine makroskopisch kontinuierliche Schleife.



Quelle: In Anlehnung an *Kneller* (1962), 402.

Abb. 2.2: Die elementare Mikro-Hysteresis-Schleife

3. Ein Modell zur Arbeitslosigkeits-Hysteresis

Mit Hilfe des hier vorgestellten Modells werden die Konsequenzen von Reallohnschocks für die Arbeitslosigkeit analysiert. Zunächst wird die bisherige Diskussion um die Arbeitsmarkt-Hysteresis skizziert. Hieran schließt sich die mikroökonomische Betrachtung sowie die Aggregation auf das Makroniveau an⁸.

3.1 Hysteresis und Arbeitslosigkeit

Nachdem die sechziger Jahre gerade in der Bundesrepublik als Phase mit sehr niedrigen Arbeitslosenquoten von weniger als 1% in die Geschichte eingingen, läutete unter anderem die große Lohnoffensive zu Beginn der siebziger Jahre in Westeuropa einen in der Nachkriegszeit beispiellosen Anstieg der Arbeitslosigkeit ein⁹. Eine Zeitreihenbetrachtung ergibt für die hierauf folgenden drei Konjunkturzyklen in Westeuropa jeweils einen signifikant positiven Unterschied im Niveau der Arbeitslosenquoten. Gleichzeitig erzeugte jeder dieser drei Konjunkturzyklen einen höheren durchschnittlichen Anteil der Langzeitarbeitslosen als der jeweils vorhergegangene (*Paqué* 1989a, 32). Bei gleichzeitig seit

⁸ Für die Ausführungen der Abschnitte 3.1 und 3.2 vgl. *Kösters/Belke* 1990 und 1992.

⁹ Vgl. *Paqué* 1989a, 3. Für eine ausführlichere Darstellung vgl. *Kösters/Belke* 1992, 10 ff. Für die Entwicklung der Arbeitslosigkeit in westeuropäischen Ländern vgl. ebenda, 32 ff.

1960 andauernder rasanter Beschäftigungsexpansion in den USA verharrte die Arbeitslosigkeit der achtziger Jahre in Westeuropa auf hohem Niveau, obwohl sich die ursprünglichen Angebots- und Nachfrageschocks wieder abbauten. Zuverlässige Indikatoren waren auf der Nachfrageseite die hohe Kapazitätsauslastung und das beschleunigte Sozialproduktwachstum. Auf der Angebotsseite waren es vor allem sinkende Lohnlücken, die steigende Kapitalrentabilität, die seit 1985/86 tendenziell fallenden Ölpreise und die Dollarabwertung, die eine Umkehrung der Schocks signalisierten¹⁰. Temporäre negative exogene Schocks führten demnach aus später auszuführenden Gründen zu einer persistierenden Erhöhung der Arbeitslosigkeit. Im vorliegenden Beitrag soll in Abweichung zur Betrachtung der Asymmetrie der Arbeitslosigkeit in bezug auf die gerade genannten Faktoren die Beziehung zwischen Reallohn und Beschäftigung auf ihre vergangenheitsbedingte Veränderlichkeit untersucht werden. Es werden dabei explizit exogene Schocks der eigentlich beschäftigungsrelevanten Größe, des Reallohns, betrachtet.

Die hier vorgestellte Erklärung konkurriert gerade in bezug auf die Arbeitslosigkeit der achtziger Jahre mit anderen Ansätzen sowohl keynesianischer als auch neoklassischer Provenienz¹¹. Wenn man die keynesianische Hypothese des „demand gap“ heranzieht, ist zwischen ihrem Erklärungswert für den Anstieg zu Beginn und die Fortdauer der Arbeitslosigkeit im weiteren Verlauf dieses Zeitraums zu unterscheiden. Ökonometrische Untersuchungen legen nahe, daß nachfrageseitige Erklärungen *des Anstiegs*, wie z.B. ein schockartiger Rückgang gesamtwirtschaftlicher Nachfrage infolge der Konsolidierung öffentlicher Haushalte und restriktiver Geldpolitik¹², angebotsseitige Theorien in ihrer Relevanz übertreffen¹³. Diese Schlußfolgerung ist mit dem hier vorgestellten Ansatz durchaus kompatibel, da eine keynesianisch verursachte Erhöhung der Arbeitslosigkeit exogen im Rahmen der Reallohn-Arbeitslosigkeits-Beziehung erfaßt werden und im Anschluß daran unter anderem die Entstehung von Hysterese-Effekten endogen abgeleitet werden kann. Falls jedoch der keynesianische Ansatz zur Diagnose der Fortdauer der gegenwärtigen Arbeitsmarktlage herangezogen werden soll, sind mehrere

¹⁰ Vgl. *Landmann* 1989, 59, und *Adams* 1988, 395f. Die beiden letztgenannten Faktoren bewirken im allgemeinen eine Verbesserung der Terms-of-Trade für westeuropäische Volkswirtschaften.

¹¹ Einen Überblick über die konkurrierenden Ansätze gibt *Paqué* 1991.

¹² Vgl. *Blanchard/Summers* 1986, 22, und *OECD* 1989, 24ff. Vgl. auch *Bruno/Sachs* 1985, 158ff., und *Paqué* 1989b, 2f. Der Konjunktüreinbruch zu Beginn der achtziger Jahre ist nicht nur in der Bundesrepublik als eine Stabilisierungsrezession zur Korrektur des ‚Lokomotivenexperimentes‘ der späten siebziger Jahre zu charakterisieren.

¹³ Vgl. die Standardreferenz *Bruno* 1986, 48. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangen aber auch *Gordon* 1988, 149, und *Bruno/Sachs* 1985, 162.

Einwände zu erheben. Diese betreffen vor allem die bereits angeführte Umkehrung nachfrageseitiger Schocks¹⁴.

Neoklassisch orientierte Beobachter, die üblicherweise institutionelle Rigiditäten, den Strukturwandel und Faktorpreisbewegungen hervorheben, diagnostizieren dagegen ein nicht vollbeschäftigungskonformes Niveau der Lohnstückkosten – sie bedienen sich der „*wage gap*“-Hypothese¹⁵. Empirische Untersuchungen für die Bundesrepublik legen nahe, daß sich die Lohnlücke nach ihrem Anstieg in den siebziger Jahren wieder zu schließen beginnt¹⁶. Für die achtziger Jahre besteht zwar eine nicht unerhebliche Lohnlücke fort, die aber aufgrund ihrer lediglich geringen Zunahme zu Beginn der achtziger Jahre nicht für den rapiden Anstieg der Arbeitslosigkeit dieser Periode verantwortlich gemacht werden kann¹⁷. Der neoklassische Ansatz bietet demnach über die Existenz einer positiven (aber sinkenden) Lohnlücke lediglich einen Ansatzpunkt zur Begründung der Arbeitslosigkeits*persistenz*. Auch dieser Ansatz läßt sich in das vorliegende Modell integrieren, denn er stellt auf die Reallohn-Arbeitslosigkeits-Beziehung ab. Im folgenden wird das Reallohn-Produktivitäts-Kalkül aber modifiziert, indem bei der Evaluierung des Beschäftigungs-Status einer Erwerbsperson zusätzlich Wiedereinstellungskosten zu berücksichtigen sind. Dies verleiht der neoklassischen Forderung nach Senkung der Reallöhne als geeignete wirtschaftspolitische Therapie andauernder Arbeitslosigkeit noch zusätzliches Gewicht. Im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit wurde das Reallohnniveau als Schockgröße bislang vernachlässigt, obwohl gerade Lohnkostenschocks wie zur Zeit in Ostdeutschland in Form einer West-Ost-Lohnangleichung in wichtigen Industrien bis 1994 ein erhebliches hysteretisches Potential in sich bergen (z.B. *Paqué* 1993, 13). Der Schwerpunkt des Untersuchungsinteresses der Hysteresis-Theoretiker lag vielmehr auf einer *endogenen* Erklärung des Reallohnniveaus. Insbesondere befaßte man sich in Insider-Outsider- und Humankapital-Ansätzen mit den Auswirkungen eines dualen Arbeitsmarktes für die Lohnbildung. Diesen Ansätzen ist gemein, daß mit zunehmender Dauer der Arbeitslosigkeit der tendenziell lohnsenkende Effekt des Arbeitsangebotsüberschusses

¹⁴ Für weitere Einwände vgl. *Paqué* 1991, 506 f.

¹⁵ Eine Lohnlücke liegt vor, wenn der aktuelle Reallohn im Vergleich zur Grenzproduktivität der Arbeit zu hoch ausfällt. Vgl. *Bruno/Sachs* 1985, 178 ff., und *Klodt* 1986, 480 ff.

¹⁶ Vgl. *Paqué* 1989a, 19 ff., 1989b, 6 ff., und 1991, 507 ff. Vgl. auch *OECD* 1989, 33 ff. Für die Stabilität der Arbeits- relativ zu den Kapitalkosten seit 1980 vgl. ebenda, 36 f.

¹⁷ Vgl. *Paqué* 1989, 15. Für die geringe Zunahme der Lohnlücke vgl. auch *Bruno* 1986, 37 ff. In der Bundesrepublik betraf die Lohnlücke zudem schwerpunktmäßig nur den Bereich der verarbeitenden Industrie. Vgl. dafür *Paqué* 1991, 508 f.

entfällt und Reallöhne nach unten rigide werden¹⁸. Im folgenden wird dagegen das Auftreten von Hysterese-Effekten bei parametrischer Variation des *exogen* vorgegebenen Reallohnes hergeleitet.

3.2 Das Modell: Hysterese bei Vorliegen von Sunk-Costs

Die Implikationen der Arbeitslosigkeits-Hysterese auf der Mikroebene werden zunächst beispielhaft für den Fall des Vorliegens von sprungfixen Sunk-Costs der Neubeschäftigung aufgezeigt. Im Anschluß hieran werden mit den Auswirkungen der Arbeitslosigkeitsdauer auf den Suchprozeß nach Arbeitskräften des repräsentativen Unternehmens sowie der Humankapitalentwertung im Laufe der Arbeitslosigkeit weitere mögliche Ursachen für Hysterese auf Arbeitsmärkten vorgestellt.

Die Betrachtung der Arbeitslosigkeits-Hysterese auf der Mikroebene beginnt mit der Darstellung des Spezialfalls der Hysterese infolge von fixen Einstellungs-Sunk-Costs¹⁹. Bei Sunk-Costs handelt es sich um nicht (mehr) relevante Kosten, da keine Beeinflußbarkeit mehr vorliegt. Sunk-Costs der Einstellung neuer Arbeitnehmer können z.B. durch „hiring, firing and training costs“ anfallen. Nachdem ein Arbeiter eingestellt und angelernt wurde, sind diese Kosten nicht mehr disponibel. Der ursprünglich in der Außenhandelstheorie verwendete Ansatz wird in diesem Beitrag erstmals auf die Arbeitslosigkeits-Hysterese übertragen.

Ausgangspunkt der Analyse ist die Mikrobetrachtung des Einstellungsverhaltens einer einzelnen repräsentativen Produktionsunternehmung. Zugrundegelegt sei eine neoklassische Produktionsfunktion mit den üblichen Eigenschaften.

Bei einer mikroökonomischen *Einperioden*betrachtung hängt der Erwerbstätigkeitsstatus einer Erwerbsperson j oder allgemeiner ausgedrückt die Beschäftigung einer zusätzlichen Einsatzmenge des Produktionsfaktors A direkt vom unternehmerischen Gewinnmaximierungskalkül ab. Die Entscheidung, ob die marginale Arbeitsmenge überhaupt

¹⁸ Für die Insider-Outsider-Ansätze vgl. stellvertretend *Blanchard/Summers* 1986, die auf den Verlust von Mitgliedschaftsrechten in Lohnverhandlungsgruppen abstellen. Der empirische Anlaß für derartige Überlegungen war zum einen der Anstieg der inflationsstabilen Arbeitslosenquote, der NAIRU, im Fahrwasser der aktuellen Quote, ohne daß sich ihre strukturellen Bestimmungsfaktoren geändert hätten. Vgl. *Coe* 1985, 96 f., und 1988, 284 ff. Vgl. auch *Blanchard/Summers* 1986, 22 ff., und *Sachs* 1986, 4 ff. Andererseits schien sich die Reallohnzurückhaltung auf Rezeptionszeiten zu beschränken. Vgl. *Nickell* 1987, 103, und *Paqué* 1989a, 39 ff.

¹⁹ Auch die Analyse der Hysterese im Außenhandel hatte ihren Ursprung in der Betrachtung der Auswirkungen der Markteintritts-Sunk-Costs, wie schon der Titel „Sunk-Cost Hysterese“ des Artikels von *Baldwin* 1989 verdeutlicht. Die Betrachtung der Sunk-Cost-Hysterese geht zurück auf *Krugman* 1986a, 23 f., *Krugman* 1986, 14 ff., *Baldwin/Krugman* 1989 und *Baldwin* 1989.

beschäftigt wird, erfolgt mit Hilfe eines Vergleichs der Gewinnsituationen der Produktionsunternehmen mit und ohne Beschäftigung dieser marginalen Arbeitsmenge in der Entscheidungsperiode t . Mit w_t als dem in der Periode t herrschenden Reallohn und $x'_{A,t}$ als Grenzproduktivität der Arbeit folgt für den marginalen Gewinn R_j des betrachteten Unternehmens bei Einstellung der Erwerbsperson j :

$$(3.1) \quad R_{j,t} = x'_{A,t} - w_t$$

Soweit $R_j > 0$ gilt, wird der marginale Arbeitsanbieter bzw. die marginale Arbeitsmenge beschäftigt; bei Nichtbeschäftigung ergibt sich ein marginaler Gewinn von null: $R_j = 0$. Die Alternative „Beschäftigung der Erwerbsperson j “ wird demnach vom betrachteten Unternehmen ergriffen, wenn sich durch deren Beschäftigung ein zusätzlicher Gewinn erwirtschaften läßt. Für eine gegebene Grenzproduktivität der Arbeit wäre dies bei abwärts gerichteter parametrischer Variation des Reallohns erstmals bei einem Reallohn in Höhe der Grenzproduktivität dieses Arbeitnehmers der Fall. Umgekehrt würde bei einer Reallohnsteigerung bei demselben Reallohn erstmals die Alternative „Nichtbeschäftigung der Erwerbsperson“ gewählt. Einstellungs- und Kündigungslohn stimmen daher überein.

Bei einer mikroökonomischen *Mehrperioden*betrachtung erfolgt hingegen eine Entscheidung, ob die marginale Arbeitsmenge A beschäftigt wird, mit Hilfe eines Vergleichs des *erwarteten* Barwerts der Gewinne der Produktionsunternehmen mit und ohne Beschäftigung dieser marginalen Arbeitsmenge in der Entscheidungsperiode t . Dabei ist unter den üblichen Annahmen eine Berücksichtigung von deren Beschäftigungsstatus in der Vorperiode nicht erforderlich. Neben den aktuellen Einnahmen und Ausgaben ist zusätzlich der Einfluß der gegenwärtigen Aktivitätsentscheidung auf die *zukünftigen* marginalen Gewinne zu berücksichtigen. Gewählt wird für die betrachtete Mengeneinheit die Handlungsalternative, die den höheren erwarteten Barwert bringt²⁰.

Mit G_a als Symbol für den Gegenwartswert der diskontierten marginalen Unternehmenserlöse bei Nichtbeschäftigung (Arbeitslosigkeit) in der Vorperiode t und G_b als Symbol für den Gegenwartswert bei Beschäftigung in der Vorperiode t ergibt sich der Gegenwartswert der *zukünftigen*

²⁰ Wird von einem Unternehmen mit mehreren Beschäftigten ausgegangen, und wird angenommen, daß die Grenzproduktivität der Beschäftigten mit steigendem Arbeitseinsatz abnimmt, so wird mittels des hier beschriebenen Verfahrens implizit der Erwartungswert des Barwertes des Gewinns des Gesamt-Unternehmens maximiert; damit wird implizit intertemporale Gewinnmaximierung als Verhaltensannahme zugrundegelegt.

marginalen Gewinne des einzelnen Unternehmens (in Abhängigkeit von der heutigen Beschäftigungsentscheidung):

- $\delta \cdot G_{a,j,t+1}$ für eine Erwerbsperson, die in der Periode t nicht beschäftigt ist
- $\delta \cdot G_{b,j,t+1}$ für eine Erwerbsperson, die in der Periode t beschäftigt ist.

δ ist der Diskontierungsfaktor $1/(1-i)$, der für alle Beschäftigten gleich sei. Als weitere vereinfachende Annahme soll für alle potentiell einstellenden Unternehmen angenommen werden, daß sie mit völliger Sicherheit (d.h. ohne Berücksichtigung eines Risikos) den aktuellen Reallohn auch als zukünftigen Reallohn erwarten.

Das bisherige Modell abstrahierte von der Tatsache, daß Neueinstellungen und der Austausch von bislang beschäftigten Arbeitskräften gegen neue Arbeitskräfte für das repräsentative Unternehmen oft mit einem zusätzlichen Aufwand, den „turnover costs“, verbunden sind. Dabei lassen sich drei Kostenarten unterscheiden, die ihr monetäres Äquivalent in (3.1) möglicherweise direkt in einer Erhöhung des beschäftigungsrelevanten Reallohns finden. Alternativ können sie ebenfalls in (3.1) als eine separate Kostenkomponente D_t bei der Ermittlung des marginalen Gewinns berücksichtigt werden. Ohne qualitative Einschränkung wird hier aus Gründen der Anschaulichkeit in der Folge die zweite Methode zugrundegelegt.

Erstens spielen in diesem Zusammenhang sog. „hiring, training and firing costs“ D_t ($D_t \geq 0$) eine Rolle, die für einen Insider, d.h. für einen beschäftigten Arbeitnehmer bereits in der Form von Anstellungs- und Einarbeitungskosten geleistet wurden (*Lindbeck/Snower* 1986a, 236f., und 1986, 4). Unter „hiring and training costs“ sind dabei unter anderem Vertragsanbahnungs- und Vertragsabschlußkosten sowie die betrieblichen Investitionen in unternehmensspezifisches Humankapital zu verstehen. Beispiele für „firing costs“ sind Prozeßkosten und Abfindungen als Folge von Kündigungsschutzbestimmungen, die bei der Neueinstellung *im Austausch* gegen die Entlassung einer bislang beschäftigten Erwerbsperson entstehen. Obwohl sich hierdurch ebenfalls zwingend eine Differenz von Einstellungs- und Weiterbeschäftigungsreallohn herleiten läßt, handelt es sich doch um einen Spezialfall. Im folgenden sollen deshalb lediglich „hiring“ und „training“-Kosten berücksichtigt werden.

Einen zweiten Grund für eine stärkere Verhandlungsposition eines Insiders gegenüber einem Outsider aufgrund geringerer marginaler Kosten liefern die Produktivitätsverluste des Neubeschäftigten (auch über den Faktor D_t erfaßbar). Diese werden durch eine geringe Kooperationsbereitschaft und abweisendes, als „harassment“ bezeichnetes Ver-

halten der Insider verursacht und bewirken zudem wegen des erhöhten „Arbeitsleids“ tendenziell eine Erhöhung des Anspruchslohnes des Outsiders, d.h. des bislang Unbeschäftigten²¹. Bei Einstellung einer bisher arbeitslosen Erwerbperson wäre D_t somit im ersten Fall als Grenzproduktivitätseinbuße und im zweiten Fall als Erhöhung des einstellungsrelevanten Reallohns zu interpretieren.

Die aus einem Beschäftigtenwechsel resultierende gesunkene Produktivität der gesamten Belegschaft bildet die dritte Kostenart, die erklären kann, warum das repräsentative Unternehmen die Hochlohn-Insider innerhalb eines bestimmten Reallohndifferentials nicht durch Niedriglohn-Outsider ersetzt (*Lindbeck/Snowe* 1986a, 238). Die bei der Neueinstellung einer Erwerbperson relevante Kostenkomponente D_t umfaßt also im Gegensatz zu den beiden bisherigen Auslegungen auch marginale Kosten, die bei Insidern anfallen, aber nicht ursächlich mit deren Weiterbeschäftigung in Beziehung stehen.

Diese drei Kostenarten („turnover costs“) sind zwar bei Neueinstellung der jetzigen Insider in der Vergangenheit auch angefallen, erweisen sich aber für die Weiterbeschäftigung von Insidern nicht mehr als entscheidungsrelevant. Sie nehmen somit aus Sicht der repräsentativen Unternehmung bei der Entscheidung über die Weiterbeschäftigung einer bereits angestellten Erwerbperson den Charakter von *Sunk-Costs* an. Ein Insider weist nämlich im ersten und dritten Fall per se einen komparativen Kostenvorteil gegenüber einem arbeitssuchenden Outsider auf, für den seitens des Unternehmens die „hiring costs“ erst noch bewältigt und bei Einstellung Produktivitätsverluste der gesamten Belegschaft hingenommen werden müssen. Erkennt ein Insider nun auch noch seine Einflußmöglichkeiten auf die zweite Kostenart, so schafft er sich einen Verhandlungsspielraum für Reallohne, die daher den Einstellungs-Reallohn bei gleichen Grenzproduktivitäten maximal um eben diese Sunk Costs überschreiten können²². Ist ein Erwerbstätiger nämlich einmal aus einem Beschäftigungsverhältnis ausgetreten, fallen bei einem Wiedereintritt die vollen Eintrittskosten in Gestalt der „turnover costs“ von neuem an. Bleibt die Erwerbperson anschließend im repräsentativen Unternehmen beschäftigt, soll der über das eingegangene Beschäftigungsverhältnis erworbene „Humankapitalbestand“ zunächst nicht abzuschreiben sein

²¹ Vgl. *Lindbeck/Snowe* 1986a, 237 f., und 1988a. Der Anspruchslohn oder auch „reservation wage“ bezeichnet die Lohnhöhe, bei der der Arbeitnehmer indifferent gegenüber Beschäftigung und Nichtbeschäftigung ist. Aufgrund von Problemen eines vollständigen „monitoring“ dieser Aktivitäten ist es für das repräsentative Unternehmen schwierig, beispielsweise durch kooperationsabhängige Lohnkontrakte Anreize zur Vermeidung dieses Phänomens zu schaffen.

²² Vgl. *Lindbeck/Snowe* 1986a, 236, 1986, 3, und 1989, 370. Die „turnover costs“ umfassen auch die durch Diskriminierung der Outsider bedingten Insider-Outsider-Grenzproduktivitätsunterschiede.

und dem Investitionskalkül daher eine unendliche Lebensdauer zugrunde liegen²³.

Dies erfährt seine marktmäßige Umsetzung dadurch, daß einem Insider erst bei einem Reallohn gekündigt wird, der um eine durch die Sunk-Costs verursachte Spanne über dem Einstellungsreallohn des Outsiders liegt. Das gewinnmaximierende Unternehmen hat trotz eines höheren Reallohnsatzes für einen Insider innerhalb dieser Lohnbandbreite keine Veranlassung, auf die geringeren Lohnforderungen eines Outsiders einzugehen. Der Insider eignet sich somit nach Maßgabe seiner Verhandlungsstärke einen Teil der aus den nicht anfallenden „turnover costs“ auf den Produktmärkten entstehenden Rente an und hält den Outsider davon ab, im Rahmen des „wage-setting“ den Insiderlohn erfolgreich zu unterbieten²⁴. Voraussetzung dafür, daß sich eine Reallohndifferenz genau in Höhe der durch die Sunk-Cost bewirkten Kostendifferenz einstellt, ist spieltheoretisch gesehen eine dominierende Position der Insider im strategischen Spiel gegen die repräsentative Unternehmung. Gewerkschaften kommt unter diesen Voraussetzungen eine unterstützende Funktion zu, da sie unter anderem eine bessere Koordination der „harassment“-Aktivitäten zulassen und somit die Rentenaneignung der individuellen Mitglieder erleichtert. Darüber hinaus stellen sie ihren Mitgliedern neue „rent-creating tools“ (*Lindbeck/Snowe* 1986, 5) wie z.B. Streiks und Dienst-nach-Vorschrift zur Verfügung. Der Organisationsgrad der Arbeitnehmerschaft ist folglich für das Ausmaß der Berücksichtigung der „turnover costs“ in der Insider-Outsider-Reallohndifferenz entscheidend. Gewerkschaften stellen jedoch keine notwendige Voraussetzung für den beschriebenen Mechanismus dar, so daß D_t in jedem Fall größer null ist (*Lindbeck/Snowe* 1986a, 238, und 1989, 370).

Der Vergleich des gegenwärtigen Barwertes der Gewinne für die beiden Entscheidungsalternativen (Nichtbeschäftigung und Beschäftigung) unter Berücksichtigung der Sunk-Costs und des Gegenwartswertes der zukünftigen marginalen Gewinne erfolgt anhand der Gegenüberstellung der zwei möglichen Fälle: Die Erwerbspersonen sind vorher arbeitslos (d.h. im Arbeitslosenpool) oder beschäftigt (d.h. außerhalb des Arbeitslosenpools)²⁵. Vereinfachend wird von einer

²³ Möglich wäre auch eine Betrachtung unter der Annahme eines sich im Wert verringenden Humankapitalbestands. Es wären dann neben den einmaligen Neubeschäftigungskosten in jeder Aktivitäts-Periode z.B. „Fortbildungs“-Kosten aufzuwenden.

²⁴ Vgl. *Lindbeck/Snowe* 1986, 4f. Der durch Diskriminierung am Arbeitsplatz gestiegene Outsider-Anspruchslohn erhöht den Insider-Lohnspielraum, da die Alternative, Outsider einzustellen, ceteris paribus teurer wird und ein Unterbieten gar nicht erst zustandekommt.

²⁵ In diesem Betrag wird die sog. „Stille Reserve“ nicht explizit erfaßt. Betrachtet wird hier nur die Zuordnung der Erwerbspersonen in die Gruppe der Arbeitslosen und die der Beschäftigten.

Rentenrechnung mit einem unendlichen Planungshorizont ausgegangen²⁶.

(A.1) Erwerbsperson in der Vorperiode nicht beschäftigt – im Arbeitslosenpool

Die Entscheidung, ob eine Neubeschäftigung („Exit aus dem Arbeitslosenpool“) in t erfolgen soll, ist zu treffen. Bei Fortführung der Arbeitslosigkeit ergibt sich der Barwert der Nichtbeschäftigung aus Sicht der Unternehmung als:

$$(3.2) \quad R_{j,t}(w_t) + \delta \cdot G_{a,j,t+1} = 0 + \delta \cdot G_{a,j,t+1}$$

Bei Neubeschäftigung (d.h. „Exit aus dem Arbeitslosenpool“) fallen allerdings neben marginalen Gewinnen die Sunk-Costs in voller Höhe (von D_t) an. Der Barwert der Beschäftigung ergibt sich in diesem Fall mit:

$$(3.3) \quad R_{j,t}(w_t) - D_{j,t} + \delta \cdot G_{b,j,t+1} = x'_{A,j,t} - w_t - D_{j,t} + \delta \cdot G_{b,j,t+1}$$

Der Exit-Reallohn bzw. der Einstellungslohn β_j für eine Erwerbsperson ist für den Fall der Indifferenz zwischen Exit und Nicht-Exit zu ermitteln über:

$$(3.4) \quad x'_{A,j,t} - \beta_j - D_{j,t} + \delta \cdot G_{b,j,t+1} = 0 + \delta \cdot G_{a,j,t+1}$$

Wird der aktuelle Reallohn mit Sicherheit als zukünftiger Reallohn erwartet, so ergibt sich der Barwert der zukünftigen marginalen Gewinne im Beschäftigungs-Fall als unendliche Rente und als null für den Nicht-Beschäftigungs-Fall, da keine Wiederbeschäftigung erwartet wird, und somit die erwarteten Erlöse auch in zukünftigen Perioden null sein werden. Daß bei der Berechnung des Barwertes der zukünftigen erwarteten marginalen Gewinne die Sunk-Costs unberücksichtigt bleiben, kann wie folgt begründet werden: Nachdem eine neubeschäftigte Erwerbsperson

²⁶ Die Zahlungen für die Einstellungsinvestition und die ersten Erträge fließen in der Einstellungsperiode. Es wird nicht zwischen Investitionsperiode ($t = 0$) und erster Ertragsperiode unterschieden. Daher ist keine Umrechnung des Ertrags der ersten Periode auf $t = 0$ über den Diskontierungsfaktor erforderlich. Die nächste Zahlung erfolgt eine Periode später und ist folglich nur einmal über δ zu diskontieren. Es liegt somit eine Rentenrechnung mit *vorschüssigen* Zahlungen vor. Für eine unendliche Rente gilt dann: $\text{Rentenbarwert} = (1 + i) \cdot \frac{\text{Rente}}{i} = \frac{\text{Rente}}{1 - \delta}$. Der Barwert wird auf die Kündigungs- bzw. Einstellungsperiode bezogen bestimmt. Hierbei ist $(1 - \delta) = \delta \cdot i$. Die erste Zinszahlung für die Einstellungsinvestition fällt in der Periode nach der Einstellung an; daher kann $(1 - \delta)$ als Zinskostensatz des auf die Einstellungsperiode diskontierten Zinsbetrages interpretiert werden. Im übrigen ist das hier vorgestellte Beispiel analog zu dem Optimalitätskalkül, welches Göcke 1992 und 1993 im Rahmen der Entscheidung eines Exporteurs über den Eintritt in einen Auslandsmarkt vorstellt. Vgl. z.B. Göcke 1993, 17ff.

die Einstellungsperiode absolviert hat, unterscheidet sie sich als Kostenträger nicht mehr von den übrigen Beschäftigten und wird mithin zum Insider. Es folgt daher aus (3.4) mit:

$$(3.5) \quad G_{a,j,t+1} = 0 \quad \text{und} \quad G_{b,j,t+1} = \frac{x'_{A,j,t} - \beta_j}{1 - \delta}$$

$$(3.6) \quad x'_{A,j,t} - \beta_j - D_{j,t} + \delta \cdot \frac{x'_{A,j,t} - \beta_j}{1 - \delta} = 0$$

Als Exit-Reallohn bzw. Einstellungsreallohn für den Erwerbstätigen ergibt sich folglich nach einigen Umformungen:

$$(3.7) \quad \beta_j = x'_{A,j,t} - (1 - \delta) \cdot D_{j,t} \quad \text{mit: Einstellung für } w_t < \beta_j$$

Demzufolge orientiert sich das Unternehmen bei der Neueinstellungsentscheidung für einen gegebenen Reallohn nicht nur an der Grenzproduktivität der Arbeit. Der um $(1 - \delta) \cdot D_{j,t}$ unter der Grenzproduktivität liegende Einstellungsreallohn stellt demnach die Deckung der Verzinsung der Sunk-Costs sicher.

(A.2) Erwerbsperson in der Vorperiode beschäftigt – nicht im Arbeitslosenpool

Das Unternehmen muß entscheiden, ob es die betrachtete Erwerbsperson weiterbeschäftigen soll. Beschäftigt das Unternehmen diese Erwerbsperson nicht, erwirtschaftet es (in t und in der Zukunft) keine marginalen Erlöse; bei einer Weiterbeschäftigung in t fallen allerdings (im Gegensatz zu (A.1)) die einmaligen Kosten für die Neueinstellung nicht an. Der Kündigungs- oder Entry-Reallohn α_j ergibt sich für den Fall der Indifferenz, d.h. bei gleicher Höhe der verglichenen Barwerte der beiden Handlungsalternativen:

$$(3.8) \quad G_{b,j,t} = \frac{x'_{A,j,t} - \beta_j}{1 - \delta} \quad \text{und} \quad G_{a,j,t} = 0 ;$$

für α_j folgt mit $G_{o,j,t} = G_{i,t}$:

$$x'_{A,j,t} - \alpha_j + \delta \cdot \frac{x'_{A,j,t} - \beta_j}{1 - \delta} = 0 \Rightarrow \alpha_j = x'_{A,j,t}$$

Der Entry-Reallohn (Entry in die Arbeitslosigkeit) bzw. Kündigungslohn folgt als:

$$(3.9) \quad \alpha_j = x'_{A,j,t} \quad \text{mit: Kündigung für } w_t > \alpha_j$$

Es gilt dementsprechend für den Vergleich des Kündigungs- und des Einstellungsreallohnes für eine Erwerbsperson²⁷:

$$(3.10) \quad \alpha_j \geq \beta_j$$

In dem Ansatz mit unendlich langem Planungshorizont (und Sicherheit) wird die Differenz zwischen Kündigungslohn α_j und Einstellungslohn β_j durch die reine Verzinsung der Sunk-Costs in Höhe von $(1 - \delta) \cdot D_{j,t}$ bestimmt. In einem Einperiodenansatz würde sich eine Differenz zwischen Kündigungs- und Einstellungslohn in voller Höhe $D_{j,t}$ ergeben, da hier in der einen betrachteten Periode die Sunk-Costs in voller Höhe gedeckt werden müßten. Für eine realistische Länge des Planungshorizonts zwischen den beiden geschilderten Situationen würde sich eine Differenz ergeben, die in ihrer Höhe zwischen den beiden Realisationen liegt. Je kürzer hierbei der Planungshorizont ist, desto höher wird die Differenz zwischen α_j und β_j sein. Dies bedeutet für Erwerbspersonen, deren zukünftig zu erwartende Erwerbsdauer relativ kurz ist (z.B. ältere Personen oder auch Frauen), daß der Einstellungslohn relativ weit unter dem Kündigungslohn und somit auch ihrer Grenzproduktivität liegt²⁸.

Man kann aus der hergeleiteten Differenz folgern, daß der Erwerbsstatus einer Erwerbsperson in Periode t von ihrem Erwerbsstatus der Vorperioden abhängt und mithin nicht allein durch aktuelle strukturelle Determinanten bestimmt, sondern *zeitpfadabhängig* ist. Denn für gegebenen Reallohn und gegebene Produktivität sinken bei Berücksichtigung von Sunk-Costs die Beschäftigungschancen einer vorher arbeitslosen im Vergleich zu einer vorher beschäftigten Erwerbsperson. Die „ α “-Reallöhne sind für die Veränderung des Erwerbstätigkeitsstatus einzelner Erwerbspersonen bei *steigendem Reallohn* relevant. Daher kennzeichnet

²⁷ Diese Größenrelation ergab sich vor dem Hintergrund der Annahme sicherer Erwartungen. Würde diese Annahme aus Gründen der Realitätsnähe nicht getroffen, müßten weitere Effekte berücksichtigt werden: So ist bei der Aufgabe der Sicherheitsannahme die Bedeutung der heutigen, wegen eines zu hohen aktuellen Reallohns nicht lohnenden Beschäftigung als ein Preis für das Nicht-Neuanfallen der Einstellungskosten einzubeziehen, und zwar selbst bei einem (unsicheren) Erwartungswert des Reallohnes in heutiger Höhe, da der Reallohn in Zukunft möglicherweise wieder niedriger und damit günstiger liegen kann. Die aktuelle Beschäftigung ist deshalb als Vorteil für die nächste Periode zu sehen, weil es für ein Unternehmen billiger sein kann, zeitweise (mit Verlust) weiter zu beschäftigen, statt später neu einzustellen. Vgl. Dixit 1992 sowie 1989, 621 ff. Würde Unsicherheit über die zukünftige Reallohnentwicklung bestehen, so würde wegen der abwartenden Haltung der Unternehmer, der Kündigungslohn noch höher und der Einstellungslohn noch niedriger liegen. Die Differenz zwischen α - und β -Lohn würde sich für diesen Fall mithin sogar noch vergrößern. *Folglich wird die Hysteresis-Eigenschaft durch die Unsicherheit verstärkt.*

²⁸ Wenn zudem die Mindestlöhne altersabhängig steigen, wird die erhöhte Langzeitarbeitslosigkeitswahrscheinlichkeit dieser Gruppe erklärlich. Vgl. hierfür auch Graafland/Huizinga 1990.

α den Eintrittsreallohn der Erwerbspersonen in den Arbeitslosenpool. Analog hierzu sind die „ β “-Reallohne für die Veränderung des Erwerbstätigkeitsstatus bei *fallendem Reallohn* relevant: β_t als Austrittsreallohn aus der Arbeitslosigkeit. Die Lage der α - und β -Reallohne ist insbesondere durch zwei Einflußgrößen bestimmt: die Höhe der Grenzproduktivität sowie die Höhe der Sunk-Costs. Je höher die Grenzproduktivität, desto eher liegen beide Reallohne so, daß eine Beschäftigung wahrscheinlich ist. Je höher die Kosten für die Neueinstellung (und je höher der Kalkulationszinsfuß), desto größer ist der Abstand zwischen den beiden Schwellenwerten. Gerade die Asymmetrie zwischen Exit- und Entry-Reallohn ist konstituierend für die Hystereseis auf Arbeitsmärkten. Der Bereich zwischen den voneinander verschiedenen Ein- und Austrittsreallohnen wird daher auch als Hystereseis-Band bezeichnet (z.B. *Baldwin/Lyons* 1989, 11). Dies wird durch die Darstellung der bisherigen Ergebnisse in Abb. 3.1 und 3.2 deutlich²⁹.

Im Unterschied zur Situation mit Sunk-Costs ergibt sich für den Fall ohne Sunk-Costs keine Rechteck-Schleife, sondern nur eine einfache Sprungstelle in der Arbeitsnachfragefunktion bezüglich der Erwerbsperson j , deren Lage sich nur nach der Höhe der Grenzproduktivität der betrachteten Erwerbsperson richtet. Dementsprechend tritt keine Hystereseis auf.

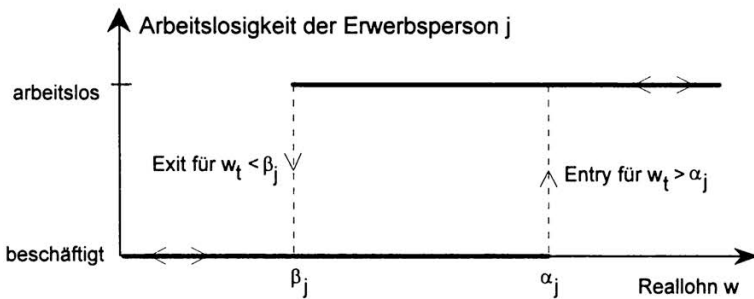


Abb. 3.1: Beschäftigungsstatus einer Erwerbsperson in Abhängigkeit vom Reallohn³⁰

²⁹ Ein bimodales Verhalten mit voneinander verschiedenen Sprungstellen liegt auch im Blickfeld der Katastrophen-Theorie. Vgl. *Zeeman* 1976 sowie *Schuster* 1992, 39 ff.

³⁰ Vgl. hierzu auch die entsprechende allgemeine Darstellung in *Mayergoz* 1986, 604, sowie die Darstellung zur Außenhandels-Hystereseis in *Göcke* 1993, Abb. 3.1, 25. Für eine Übertragung auf den Arbeitsmarkt vgl. auch *Fuhrmann* 1993, 13 f.

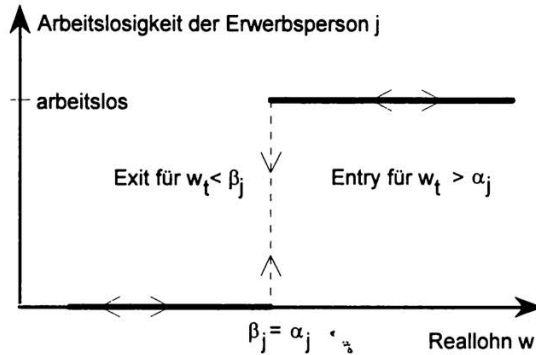


Abb. 3.2: Beschäftigungsstatus in Abhängigkeit vom Reallohn bei Abwesenheit von Neubeschäftigungs-Sunk-Costs

Wie zu erkennen ist, zeichnet sich der Beschäftigungsstatus der Erwerbsperson j durch genau die formale Struktur aus, die bei der Magnetisierung des Eiseneinkristalls über einen einzigen großen Barkhausen-Sprung erzeugt wurde. Schon hier fallen die Analogien sofort ins Auge: der Reallohn als verursachende Größe steht für die Stärke des äußeren Feldes; die Kündigung und die Wiedereinstellung ist analog zu den Barkhausen-Sprüngen zu sehen; die Höhe der Beschäftigungslosigkeit als Magnetisierung; den durch Fremdatome erzeugten Spannungen entsprechen die Beschäftigungs-Sunk-Costs; die Grenzproduktivität ist analog zur Ausrichtung der Weiss-Bezirke in der Ausgangslage vor der Magnetisierung; die Weiss-Bezirke bzw. Kristalle entsprechen den einzelnen Erwerbspersonen. Vor dem Hintergrund der Isomorphie der betrachteten Phänomene auf der Mikroebene scheint die Verwendung eines auf der Basis der magnetischen Hysterese entwickelten Aggregationsverfahrens zur Ermittlung der makroskopischen Arbeitslosigkeits-Hysterese gerechtfertigt.

Die durch eine Schleife mit nur zwei „Ästen“ beschreibbare elementare Hysterese-Form als einfachste Form der Multibranch-Nichtlinearität beinhaltet noch nicht alle Kennzeichen, die die makroskopische Hysterese aufweist und wird daher von *Amable et al.* (1991, 2 und 9f.) als „schwache“ Hysterese bezeichnet. Die schwache Hysterese ist dadurch gekennzeichnet, daß erst durch das Überschreiten bestimmter Schwellenwerte (hier die α/β -Reallöhne) persistierende Effekte einer nur temporären Ursache auftreten.

In der bisherigen Darstellung wurde die Bedeutung der Sunk-Costs als Hintergrund für ein hysteretisches Verlaufsmuster des Erwerbstätigkeitsstatus betont. Ein derartiger hysteretischer Verlauf kann aber auch

andere ökonomische Hintergründe, die ebenfalls zu einer Differenz zwischen Einstellungs- und Kündigungsreallohn führen, haben. Beispielsweise läßt sich anhand von Effekten der Langzeitarbeitslosigkeit auf das Humankapital der Outsider die Notwendigkeit einer Berücksichtigung von Abschreibungen auf den im Rahmen des Beschäftigungsverhältnisses erworbenen „Humankapitalbestand“ ableiten. Eine wesentliche Rolle spielen dabei die erwarteten Verringerungen des Humankapitals und der Grenzproduktivität der Outsider während der Arbeitslosigkeitsperiode (Möller 1990, 94)³¹. Diese Abschreibungen bewirken, daß sich der Einstellungslohn von Arbeitslosen verringert, so daß sich, soweit von einer bestimmten Arbeitslosigkeitsdauer s ausgegangen wird, eine steigende Differenz zwischen Kündigungslohn und späterem Einstellungslohn ausbildet³². Die Hysterese-Bedingung ist somit auch hier erfüllt:

$$(3.11) \quad \alpha_{j,t} > \beta_{j,t+s}.$$

3.3 Die Aggregation

Es wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem eine Aggregation der Erwerbstätigkeit einzelner Personen, deren Erwerbstätigkeitsstatus (arbeitslos oder beschäftigt) durch eine Mikro-Hysterese-Schleife beschrieben wurde, zu einer kontinuierlichen Makro-Schleife der gesamtwirtschaftlichen Arbeitslosigkeit möglich ist³³.

Jede einzelne Erwerbsperson j läßt sich (unabhängig vom aktuellen Beschäftigungsstand) über die für sie repräsentative α_j/β_j -Kombination mit dem Kündigungslohn α_j (Eintritt in die Arbeitslosigkeit) und dem Einstellungslohn β_j (Austritt aus der Arbeitslosigkeit) als Punkt in einem

³¹ Hierbei ist es für die „Investitionsentscheidung“ des Unternehmens irrelevant, ob es sich um tatsächliche oder nur erwartete Produktivitätsverluste handelt. Ein tatsächlicher Produktivitätsverlust resultiert oft aus mangelndem „training-on-the-job“ und „learning-by-doing“ und nachlassender „Arbeitsethik“ während Perioden längerer Arbeitslosigkeit. Zu einem nur erwarteten, aber entscheidungsrelevanten Produktivitätsverlust kommt es, wenn die Arbeitslosigkeitsdauer im Suchprozeß nach Arbeitskräften als „screening device“ benutzt wird. Für den hieraus entstehenden dualen Arbeitsmarkt vgl. *Belke/Göcke* 1993, 18 ff., *Coe* 1988, 288, *Kösters/Belke* 1992, 19 ff., sowie die jeweils zitierte Literatur.

³² *Licht/Steiner* 1992, 259 ff., weisen nach, daß in der Bundesrepublik Erwerbsunterbrechungen mit persistenten Einkommenseinbußen nach Wiederaufnahme der Beschäftigung verbunden sind. Sie bezeichnen dies (auf 262) mit „Hysterese in der individuellen Einkommensdynamik“.

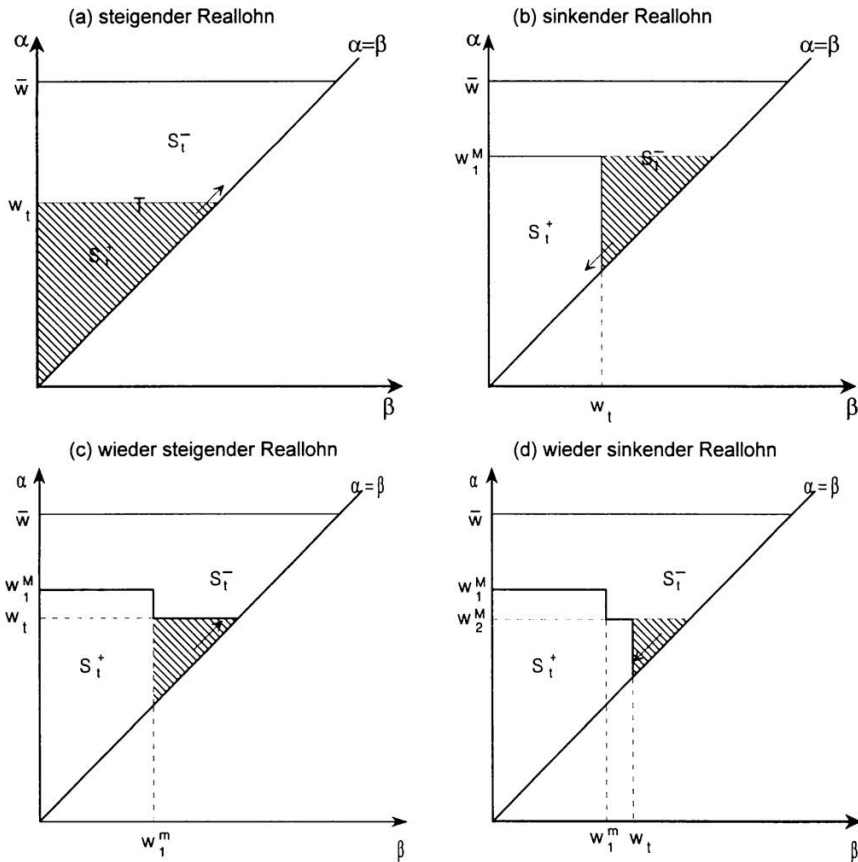
³³ Das hier vorgestellte Verfahren zur Aggregation der Mikro- zur Makro-Hysterese beruht auf dem Ansatz von *Göcke* 1992. Folglich sind die Ausführungen in diesem Abschnitt, die sich auf die Technik der Aggregation (sowohl grafisch wie formal) beziehen, völlig analog zu den dortigen Ausführungen. Auf ein jeweiliges explizites Zitieren wird daher verzichtet. Vgl. hierzu *Göcke* 1992, Abschnitt 4.2, sowie 1993, 42 ff.

α/β -Diagramm darstellen. Da für alle Erwerbspersonen ($j = 1, \dots, n$) die Größenrelation $\alpha_j \geq \beta_j$ erfüllt ist, liegen diese α/β -Punkte im Bereich auf und oberhalb der ($\alpha = \beta$)-45°-Linie, soweit die Kündigungs-löhne α auf der Ordinate und die Einstellungs-löhne β auf der Abszisse abgetragen werden. Punkte genau auf der Linie markieren die Erwerbspersonen, für die ein mikroskopisch-hysteretisches Arbeitslosigkeitsverhalten nicht zutrifft. Für Punkte oberhalb der 45°-Linie ist die Hysteresis-Bedingung erfüllt.

Folgende vereinfachende Annahme soll getroffen werden. Es soll ein höchstmöglicher Reallohn \bar{w} existieren, zu dem alle Erwerbspersonen arbeitslos würden. Die Fläche, die im α/β -Diagramm alle Erwerbspersonen kennzeichnet, ist daher durch einen Kündigungslohn von \bar{w} begrenzt. Folglich befinden sich die α/β -Punkte für alle Erwerbspersonen in einem dreieckigen Bereich T , der oberhalb der ($\alpha = \beta$)-45°-Linie liegt, und der durch den Reallohn \bar{w} nach oben hin begrenzt ist.

Da (als Hysteresis-Merkmal) eine Abhängigkeit der gegenwärtigen Arbeitslosigkeit (bzw. Beschäftigung) von der vergangenen Entwicklung des Reallohns vorliegt, soll in der Ausgangssituation ein Reallohn von $w = 0$ gelten; andernfalls müßten umfangreiche Annahmen zur vorhergegangenen Reallohnentwicklung getroffen werden. Somit sind in der Ausgangssituation alle Erwerbspersonen beschäftigt; die Arbeitslosenquote ist in dieser Situation gleich null. Die Situation ist analog zur negativen magnetischen Sättigung (im Punkt D in Abb. 2.1). Der Reallohn soll nun ausgehend von $w = 0$ steigen. Zunächst werden die Erwerbspersonen mit der niedrigsten (Grenz-)Produktivität, d.h. diejenigen mit dem niedrigsten Kündigungslohn α_j , arbeitslos. Die Arbeitslosenquote erhöht sich³⁴. Diese Entwicklung ist in Abb. 3.3(a) dargestellt. Die Erwerbspersonen, deren Beschäftigungsstand sich im Rahmen der Reallohnentwicklung ändert, werden durch die α/β -Koordinaten im schraffierten Bereich repräsentiert. Bei von null aus steigendem Reallohn w_t vergrößert sich der Flächenanteil S_t^+ des gesamten Dreiecks T , welcher die arbeitslosen Erwerbspersonen erfaßt, während sich der Anteil S_t^- , der die Beschäftigten kennzeichnet, verkleinert. Diese Vergrößerung bzw. Verkleinerung (schraffierter Bereich) erfolgt bei steigendem Reallohn in „ α -Ausrichtung“, d.h. durch Verschiebung der *waagerechten* Grenzlinie nach oben.

³⁴ Die Erhöhung der Arbeitslosigkeit erfolgt analog zur Magnetisierung entlang der Linie DEFA in Abb. 2.1. Dieser untere Teil der äußeren Hysteresis-Schleife wird „limiting ascending branch“ genannt. Vgl. *Amable et al.* 1991, 11, sowie *Mayergoyz* 1986, 605.



Quelle: In Anlehnung an Göcke (1993), Abb. 3.5, 44 sowie an Amable et al. (1991), Figure 3 u. 4.

Abb. 3.3: Arbeitslosigkeit und Beschäftigung bei schwankendem Reallohn

Sinkt später der Reallohn w_t wieder, ausgehend vom bisher höchsten erreichten Wert w_1^M , werden einige der zuvor arbeitslos gewordenen Personen, soweit ihr Einstellungslohn β_j unterschritten wird, wieder aus der Arbeitslosigkeit aus- bzw. wieder in die Beschäftigung eintreten: S_t^+ (d.h. die Arbeitslosigkeit) verkleinert sich, während S_t^- (die Beschäftigung) sich vergrößert. Bei fallendem Reallohn erfolgen die Flächenänderungen (schraffiert) allerdings in „ β -Ausrichtung“, d.h. über Verschiebung einer vertikalen Teilgrenzlinie nach links (in Abb. 3.3 (b) dargestellt).

Steigt der Reallohn w_t , ausgehend vom bisher (abgesehen vom Ausgangsniveau $w_0^m = 0$) niedrigsten erreichten Wert w_1^m , wieder an, vergrößert sich S_t^+ wieder, S_t^- verkleinert sich (in Abb. 3.3 (c) dargestellt). Die

Flächenanteilsverschiebung erfolgt hier wieder in waagerechter oder „ α “-Ausrichtung, d.h. über die Verschiebung des rechten waagerechten Teils der Grenzlinie zwischen S_t^+ und S_t^- nach oben. Es ergibt sich eine „Stufen“-Gestalt der Grenzlinie zwischen den beiden Teilflächen von T . Soweit das nun erreichte Maximum kleiner ist als das bisher größte erreichte Maximum w_1^M , bleibt die über die ($\alpha = w_1^M/\beta = w_1^m$)-Koordinaten gegebene Stufe in der Grenzlinie erhalten (dies ist dargestellt worden). Würde der Reallohn aber über das bisher höchste erreichte Niveau w_1^M hinaus steigen, so würde die „ w_1^M “-Stufe in ihrer α -Koordinate „gelöscht“ (Mayergoyz 1986, 605). Mit dem neuen Maximum würde dann das höchste bisher erreichte Niveau gegeben sein, es würde nun als („neues“) w_1^M bezeichnet werden. Wird hingegen davon ausgegangen, daß (wie dargestellt) das „alte“ w_1^M nicht gelöscht wird, stellt das hiermit auftretende Maximum das zweitgrößte bisher ungelöschte Maximum dar und wird entsprechend mit w_2^M bezeichnet.

Die Situation für einen anschließend wieder fallenden Reallohn wird in Teil (d) der Abb. 3.3 erläutert. Die Grenzlinie verändert sich in der Lage des unteren vertikalen Teils. Sinkt der Reallohn nicht unter das bisher (abgesehen von w_0^m) tiefste erreichte Niveau w_1^m , so ist mit dem resultierenden Minimum das zweitniedrigste bisher nicht durch die weitere Reallohnentwicklung wieder gelöschte lokale Minimum gegeben; es würde entsprechend mit w_2^m bezeichnet. Würde der Reallohn weiter als bis zum „alten“ bisher niedrigsten Minimalniveau sinken, würde hier analog die β -Koordinate der entsprechenden Stufe gelöscht und das neue Minimum als w_1^m bezeichnet³⁵.

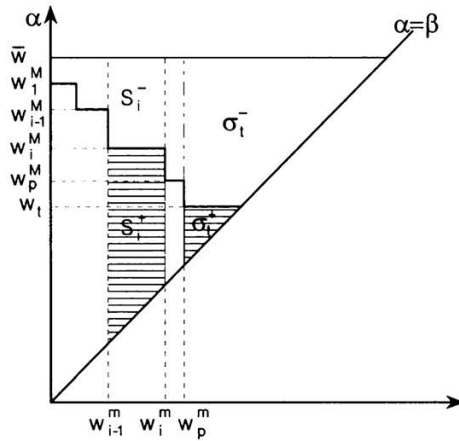
Erreichen die zeitlich nachgelagerten lokalen Maxima und Minima nicht das Maximal- bzw. Minimal-Niveau zeitlich vorgelagerter Maxima bzw. Minima, bildet sich jeweils eine neue „Ecke“ oder Stufe in der Grenzlinie. Die nachgelagerten lokalen Maxima löschen die Ecken der vorgelagerten lokalen Maxima, deren α -Koordinaten niedriger liegen; die späteren lokalen Minima löschen die Ecken der vorgelagerten Minima, deren β -Koordinaten höher liegen (Amable et al. 1991, 11 ff.).

Werden für eine bestimmte vergangene Reallohnentwicklung die nicht-gelöschten lokalen Maxima in der Reallohnentwicklung absteigend der Größe nach geordnet, und die nicht-gelöschten Minima aufsteigend geordnet, so erhält man eine Folge von lokalen Maxima w_i^M und Minima w_i^m ($i = 1, \dots, p$)³⁶. Die α/β -Koordinaten der äußeren Ecken der Trep-

³⁵ Das Ausgehen vom Reallohn $w = 0$ führt entsprechend zur Löschung aller Stufen und damit zur Löschung des gesamten Vergangenheitseinflusses.

³⁶ Somit ist das größte Maximum mit w_1^M zu bezeichnen, das zweitgrößte mit w_2^M usw.; das kleinste bisher ungelöschte Maximum wird schließlich mit w_p^M gekennzeichnet. Bei den Minima verhält es sich umgekehrt: Das kleinste Minimum ist mit w_1^m beschrieben, das zweitkleinste mit w_2^m usw.

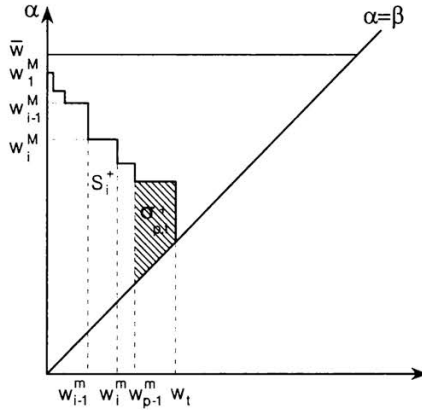
pen-Grenzlinie zwischen S_t^+ und S_t^- sind dann durch die Paare ($\alpha = w_i^M$ und $\beta = w_i^m$) gegeben (Amable et al. 1991, 13f.). Daher sind die äußeren Ecken der Treppen-Grenzlinie den Extremwerten mit jeweils gleichem Index zugeordnet: Die am weitesten oben-links liegende Ecke den Extremwerten mit dem Index $i = 1$, die zweite Ecke von oben links den Extrema mit $i = 2$, die am weitesten rechts unten liegende äußere Ecke (bei steigendem Reallohn) schließlich dem Index $i = p$. Die Treppen-Grenzlinien sind für steigenden Reallohn in Abb. 3.4 und für fallenden Lohn in Abb. 3.5 dargestellt.



Quelle: In Anlehnung an Göcke (1993), Abb. 3.6, 46, sowie an Amable et al. (1991), Figure 5 u. 8.

Abb. 3.4: Arbeitslosigkeit und Beschäftigung bei steigendem Reallohn

Bei steigendem Reallohn läßt sich die Fläche S_t^+ (der Arbeitslosen) in zwei Teilflächen ($\sum_i^p S_i^+$ und σ_t^+) aufteilen. Hiervon ist nur die zweite Teilfläche σ_t^+ direkt vom aktuellen Reallohn abhängig (in der Lage der oberen waagerechten Begrenzungslinie), während die Fläche des ersten Teils $\sum_i^p S_i^+$ durch die Höhe der nicht-gelöschten vergangenen Extrema bestimmt ist (in Abb. 3.4 ist ein einzelner Summand S_i^+ schraffiert hervorgehoben worden). Nur wenn der aktuelle Reallohn höher steigt als das kleinste bisher nicht-gelöschte Maximum w_p^M und die entsprechende Stufe dadurch löscht (die Ordnung p wird dann um 1 verringert), verändert sich $\sum_i^p S_i^+$ mit dem aktuellen Reallohn. Die Vergangenheitsabhängigkeit wird durch den Einfluß der ungelöschten vergangenen Input-Extremwerte auf die Fläche der Arbeitslosen erfaßt. Da die Teilfläche der Beschäftigten (S_t^-) durch die gleiche Begrenzungslinie gegeben ist, gilt dies ebenfalls für sie.



Quelle: In Anlehnung an Göcke (1993), Abb. 3.7, 47, sowie Mayergoyz (1986), Fig. 4, 604.

Abb. 3.5: Erwerbstätigkeit bei fallendem Reallohn

Bei fallendem Reallohn erfolgt die Veränderung der S_t^+ -Fläche über die Verschiebung des rechten unteren vertikalen Teils der Begrenzungslinie nach links. Soweit die den bisher höchsten ungelöschten lokalen Minima entsprechenden Stufen nicht gelöscht werden, hat man wieder einen von den vergangenen lokalen Extremwerten der Inputentwicklung abhängigen Teil ($\sum_i^{p-1} S_i^+$) und einen direkt von der aktuellen Reallohnentwicklung beeinflussten Teil ($\sigma_{p,t}^+$). $\sigma_{p,t}^+$ verkleinert sich mit sinkendem Reallohn immer weiter, bis es schließlich zur Löschung der w_{p-1}^m entsprechenden Stufe kommt und sich die Ordnung des ersten Teils ($p - 1$) um 1 weiter verringert. Dies gilt wegen gleicher Treppelinie analog für S_t^- .

3.4 Formal-mathematische Beschreibung der Aggregation

Zur mathematischen Beschreibung der bisher grafisch eingeleiteten Aggregation wird auf folgende allgemeine mathematisch-systemtheoretische Formel zur Aggregation der Mikro- zur Makro-Hysterese zurückgegriffen (Mayergoyz 1986, 604):

$$(3.12) \quad f(t) = \hat{\Gamma} u(t) = \int_{\alpha \geq \beta} \int \mu(\alpha, \beta) \hat{\gamma}_{\alpha\beta} u(t) d\alpha d\beta$$

Hierbei ist $\hat{\Gamma}$ der sog. „Makro-Operator“, der die Durchführung der Aggregation über alle Elementar-Elemente ausdrückt. $\mu(\alpha, \beta)$ stellt eine Funktion für die Gewichtung dar. $\hat{\gamma}_{\alpha\beta}$ ist die formale Darstellung eines sog. „Hysterisis-Operators“, der den aktuell gültigen „Ast“ der Multi-

branch-Nichtlinearität eines *einzelnen* Hysterese-Elementes (d.i. ein Eiseinkristall oder eine einzelne Erwerbsperson) beschreibt. $u(t)$ ist die verursachende Größe bzw. der Input (die Anwendung des Hysterese-Operators auf den aktuellen Input ergibt den aktuellen Output für das Elementar-Element). Die formale Beschreibung der (makroskopischen) Arbeitslosigkeit ist, bei Rückgriff auf die vorhin vorgestellte Charakterisierung der Erwerbspersonen nach der Zugehörigkeit zur jeweils gültigen Fläche der Arbeitslosen (S_t^+), durch folgenden Ausdruck ersetzbar (Mayergoyz 1986, 604):

$$(3.13) \quad f(t) = \iint_{S_t^+} \mu(\alpha, \beta) u(t) \, d\alpha \, d\beta = T - \iint_{S_t^-} \mu(\alpha, \beta) u(t) \, d\alpha \, d\beta$$

Entscheidend für das genaue formale Ergebnis der Analyse (wenn auch nicht für die entscheidenden qualitativen Eigenschaften) ist die Präzisierung der Gewichtungsfunktion $\mu(\alpha, \beta)$. Die Gewichtung wird bestimmt durch die räumliche Verteilung der die Erwerbspersonen charakterisierenden Punkte. Zur Ermittlung eines analytischen Ergebnisses muß die räumliche Verteilung der α/β -Koordinaten der Erwerbspersonen über eine zweidimensionale Verteilungsfunktion angegeben werden. Die Angabe einer möglichst wirklichkeitstgetreuen Verteilungsfunktion würde zu formal sehr umfangreichen Ausdrücken führen. Daher soll hier eine möglichst einfache und anschauliche Verteilungsannahme getroffen werden: Die die einzelnen Erwerbspersonen kennzeichnenden Punkte seien absolut gleichmäßig in der Dreiecksfläche T verteilt. Diese gleichmäßige Verteilung ermöglicht über eine Eins-zu-eins-Korrespondenz zwischen den Punkten in der T -Fläche und den Erwerbspersonen die geometrische Interpretation mittels der (ungewichteten) Flächengröße der Anteile S_t^+ bzw. S_t^- . Die Annahme zur Gewichtungsfunktion lautet hier demnach: $\mu(\alpha, \beta) = 1$.

Mit $T = \frac{1}{2} \cdot \bar{w}^2$ als Dreiecksfläche zur Darstellung der gesamten Erwerbspersonen stellt der Anteil S_t^+ die arbeitslosen Erwerbspersonen und S_t^- die beschäftigten Erwerbspersonen dar. Die Arbeitslosenquote ALQ (definiert als Anteil der Arbeitslosen an den gesamten Erwerbspersonen) kann daher als der *Flächenanteil* der Arbeitslosen an der Gesamtfläche T bestimmt werden.

$$(3.14) \quad ALQ_t = \frac{1}{T} \cdot \left\{ \iint_{S_t^+} (1) \, d\alpha \, d\beta \right\}$$

Eine direkte Interpretation über die Fläche S_t^+ ist möglich. Die Arbeitslosenquote bei steigendem Reallohn ergibt sich daher als³⁷:

$$\begin{aligned}
 (3.15) \quad ALQ_t \uparrow &= \frac{S_t^+}{T} = \frac{1}{\frac{1}{2}\bar{w}^2} \cdot \left\{ \sum_i^p S_i^+ + \sigma_t^+ \right\} \\
 &= \frac{1}{\frac{1}{2}\bar{w}^2} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^p \iint_{S_t^+} (1) d\alpha d\beta + \iint_{\sigma_t^+} (1) d\alpha d\beta \right\}
 \end{aligned}$$

Hieraus folgt bei sukzessiver Integration:

$$(3.16) \quad ALQ_t \uparrow = \frac{1}{\frac{1}{2}\bar{w}^2} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^p \int_{\beta=w_{i-1}^m}^{w_i^m} \left(\int_{\alpha=\beta}^{w_i^M} (1) d\alpha \right) d\beta + \int_{\beta=w_p^m}^{w_t} \left(\int_{\alpha=\beta}^{w_t} (1) d\alpha \right) d\beta \right\}$$

Die Arbeitslosenquote bei steigendem Reallohn ist somit:

$$\begin{aligned}
 (3.17) \quad ALQ_t \uparrow &= \frac{1}{\frac{1}{2}\bar{w}^2} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^p \left[w_i^M \cdot (w_i^m - w_{i-1}^m) + \frac{1}{2} w_{i-1}^{m2} - \frac{1}{2} w_i^{m2} \right] \right. \\
 &\quad \left. + \left(\frac{1}{2} w_t^2 + \frac{1}{2} w_p^{m2} - w_t \cdot w_p^m \right) \right\}
 \end{aligned}$$

Bei fallendem Reallohn ergibt sich die Arbeitslosenquote über:

$$\begin{aligned}
 (3.20) \quad ALQ_t \downarrow &= \frac{1}{T} \cdot \left(\sum_i^{p-1} S_i^+ + \sigma_{p,t}^+ \right) \\
 &= \frac{1}{\frac{1}{2}\bar{w}^2} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^{p-1} \iint_{S_t^+} (1) d\alpha d\beta + \iint_{\sigma_{p,t}^+} (1) d\alpha d\beta \right\} \\
 (3.21) \quad ALQ_t \downarrow &= \frac{1}{\frac{1}{2}\bar{w}^2} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^{p-1} \int_{\beta=w_{i-1}^m}^{w_i^m} \left(\int_{\alpha=\beta}^{w_i^M} (1) d\alpha \right) d\beta + \int_{\beta=w_{p-1}^m}^{w_t} \left(\int_{\alpha=\beta}^{w_p^M} (1) d\alpha \right) d\beta \right\}
 \end{aligned}$$

³⁷ Die Ergebnisse erhält man aufgrund der speziellen Gewichtungsannahmen auch direkt über eine rein geometrische Ermittlung der Flächeninhalte der einzelnen Teilflächen. Für analoge Ergebnisse für den Fall des hysteretischen Außenhandels vgl. Göcke (1993), 50f.

$$(3.22) \quad ALQ_t \downarrow = \frac{1}{\frac{1}{2}w^2} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^{p-1} \left[w_i^M \cdot (w_i^m - w_{i-1}^m) + \frac{1}{2}w_{i-1}^{m2} - \frac{1}{2}w_i^{m2} \right] + \left[w_p^M \cdot (w_t - w_{p-1}^m) + \frac{1}{2}w_{p-1}^{m2} - \frac{1}{2}w_t^2 \right] \right\}$$

Die Zahl der Arbeitslosen AL läßt sich definitionsgemäß aus der Arbeitslosenquote und der Gesamtzahl der Erwerbspersonen n errechnen:

$$(3.23) \quad AL_t = n \cdot ALQ_t$$

Da der Flächenanteil von T , der die beschäftigten Erwerbspersonen kennzeichnet, sich als Restfläche $S_t^- = T - S_t^+$ ergibt, läßt sich die Zahl der Beschäftigten B direkt mit Hilfe der Ergebnisse für die Zahl der Arbeitslosen angeben:

$$(3.24) \quad B_t = n \cdot (1 - ALQ_t) = n \cdot \frac{S_t^-}{T} = n \cdot \left(1 - \frac{S_t^+}{T}\right)$$

Die formale Grundstruktur aller aufgeführten Einzelergebnisse für Arbeitslosigkeit bzw. Beschäftigung, bei fallendem und bei steigendem Reallohn, ist gleich: Einem bedeutenden konstanten Term, dessen Größe sich über die vergangene Entwicklung der verursachenden Größe bestimmt, steht ein Term, dessen Gewicht durch die aktuelle Reallohnentwicklung determiniert wird, zur Seite. Die Größe der „Konstanten“ ergibt sich über die vergangenen lokalen Extremwerte des Inputs, soweit sie „extremer“ liegen als der aktuelle Reallohn w_t (d.h. bei fallendem Reallohn niedriger, bei steigendem Reallohn höher), denn sonst werden sie aus der „Erinnerung“ des Systems „gelöscht“. In diesem Term kommt demnach die Vergangenheitsabhängigkeit der aktuellen Beziehung zwischen Reallohn und Arbeitslosigkeit (bzw. Beschäftigung) zum Ausdruck. Die Funktionen unterscheiden sich hierbei für Phasen mit (vom letzten lokalen Minimum aus) steigenden und Phasen mit (vom letzten lokalen Maximum aus) fallenden Reallohnen. Daher haben Änderungen der Reallohnentwicklungsrichtung immer einen Strukturbruch in den Arbeitslosigkeits-Reallohn- bzw. Beschäftigungs-Reallohn-Beziehungen zur Folge.

Entscheidend ist der *qualitative Unterschied* zwischen der sich in der Formel für die Arbeitslosenquote bzw. für die Arbeitslosen- oder die Beschäftigtenzahl ausdrückenden, makroskopischen und der durch Sprungstellen zwischen den einzelnen (zwei) „Ästen“ charakterisierten, der Aggregation zugrundeliegenden, mikroskopischen, schwachen Elementarform der Hysterese, wie sie im Erwerbstätigkeitsstatus der ein-

zelenen Erwerbsperson zum Tragen kommt. Die makroskopische Hysteresis weist eine fast unendliche Vielzahl möglicher Äste auf, und der Übergang von einem zum anderen Ast erfolgt nicht über Sprungstellen, sondern (fast) kontinuierlich³⁸. Der aktuelle Reallohn hinterläßt bei einer Änderung der Entwicklungsrichtung, d. h. dort wo der Zeitpfad der Reallohnentwicklung einen lokalen Extremwert aufweist, einen Einfluß auf die weitere Beziehung. Der Einfluß bleibt solange bestehen, bis dieser Extremwert durch die folgende Reallohnentwicklung wieder aus der „Erinnerung“ des Systems gelöscht wird. Folglich können schon „kleine“ Reallohnschwankungen persistierende Wirkungen auf die Beschäftigung ausüben. Das Überschreiten bestimmter Schwellenwerte durch „große“ Reallohnänderungen als Bedingung für fortdauernde Wirkungen ist nicht nötig.

Das Verhalten von Reallohn und Arbeitslosigkeit ist analog zur Makro-Hysteresis-Schleife der Magnetisierung über eine ähnliche Abbildung darstellbar (Abb. 3.6).

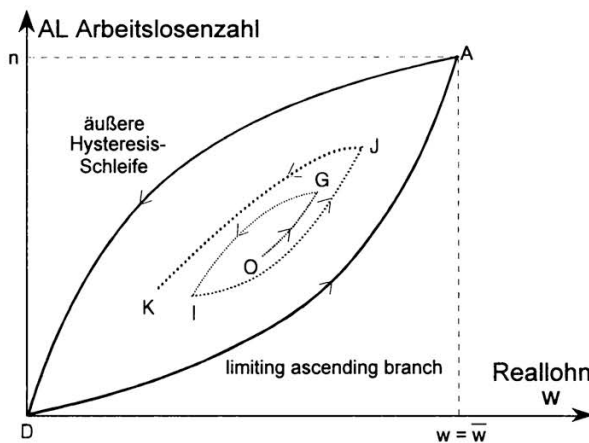


Abb. 3.6: Die makroökonomische Reallohn-Arbeitslosigkeits-Hysteresis-Schleife

Zusammenfassend ist festzuhalten: Die charakteristischen Merkmale eines hysteretischen Makro-Systems sind auch für den Fall der Arbeitslosigkeit vorzufinden. Es besteht eine Vergangenheitsabhängigkeit in der Form, daß der Zeitpfad der verursachenden Größe in seiner vergangenen Entwicklung einen Einfluß auf die Beziehung zwischen aktuellem Reallohn w_t und Arbeitslosigkeit (bzw. Beschäftigung) ausübt, der sich bei

³⁸ Diese qualitative Unterschied steht bei *Amable et al. 1991* im Mittelpunkt.

Betrachtung nur der gegenwärtigen Ausprägungen der verursachenden Variablen als Indeterminiertheit der Beziehung ausdrückt. Wird eine Reallohnentwicklung entsprechend des Pfades *OGIJK* (in Abb. 3.6) betrachtet, werden die Auswirkungen der Hysterese-Eigenschaft des Systems deutlich: Mit jedem Erreichen eines lokalen Extremums in der Input-Entwicklung ändert sich die Beziehung, da jeweils ein „Ast-zu-Ast“-Sprung auftritt. *Amable et al.* (1991) sprechen in solchen Fällen von „starker“ (bzw. „strong“) Hysterese. Für jede Phase unterschiedlicher Entwicklungsrichtung des Reallohnes sind folglich unterschiedliche Lohn-Beschäftigungsfunktionen zugrunde zu legen. Daher ist die Ermittlung eines „gleichgewichtigen“ Reallohnes, für den sich ein ausgeglichener Arbeitsmarkt ergibt, nicht mehr eindeutig möglich.

4. Schlußbemerkung

Der vorliegende Beitrag untersucht die Hysterese auf Arbeitsmärkten unter dem besonderen Aspekt der Differenzierung von mikroökonomischer und aggregierter makroökonomischer Betrachtung. Es wurde insbesondere das Ziel verfolgt, die Arbeitslosigkeits-Hysterese in ihrem Aufbau und in ihrer formalen Struktur genau zu analysieren. Im Gegensatz zu bisherigen Untersuchungen steht die Veränderlichkeit der Reallohn-Beschäftigungs-Beziehung im Vordergrund; hierbei wurde auf die Asymmetrie der Arbeitslosigkeitsentwicklung im Hinblick auf die Reallohndynamik abgestellt. Auf der Basis eines systemtheoretischen Aggregationsverfahrens wurde erstmals für den Arbeitsmarkt aus der Mikroform der Hysterese, als „schwache“ Hysterese bezeichnet, die als „starke“ Hysterese betitelte Makroform hergeleitet.

Der hier nur theoretisch untersuchte Zusammenhang gewinnt im Lichte der tarifvertraglichen West-Ost-Lohnangleichung in der Bundesrepublik besondere Bedeutung. Die in den neuen Bundesländern seit der Wiedervereinigung in Relation zur Produktivität unverhältnismäßig stark angestiegenen Reallohne führen aktuell zu einer Erhöhung der Arbeitslosigkeit. Die hier dargestellten Zusammenhänge lassen eine Persistierung dieser Unterbeschäftigung prognostizieren. Selbst eine erhebliche Steigerung der (Insider-)Produktivität der noch Beschäftigten wird ohne eine regionale, sektorale und individuelle Reallohndifferenzierung wegen der hier beschriebenen Einstellungshemmnisse kaum zu einer Wiedereinstellung führen. Eine Wiedereinstellung der Outsider würde nur bei entsprechend niedrigeren Reallohnen erfolgen. Eine Reallohnsenkung zur Förderung der Wiedereinstellung von Arbeitslosen ist aber unter den gegebenen tarifrechtlichen Umständen utopisch: Selbst ein Einfrieren der Löhne auf bestehendem Niveau (zur Verhinderung weite-

rer Arbeitslosigkeit) ist angesichts der Interessenlage der tariflich verantwortlichen Arbeitgeberverbände und Gewerkschaften unrealistisch. Bei dieser Konstellation ist mit einem Abbau der Arbeitslosigkeit in Zukunft kaum zu rechnen.

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag zeigt eine umfassende Übertragung des Hysterese-Konzeptes auf den Bereich des Arbeitsmarktes auf. Ein systemtheoretischer Ansatz, der vor dem Hintergrund der magnetischen Hysterese zur Erfassung hysteretischer Phänomene entwickelt wurde und der in der Ökonomie bisher nur zur Beschreibung hysteretischer Effekte im Außenhandel herangezogen wurde, wird auf den Arbeitsmarkt angewendet. Statt einer reinen Beschreibung der Arbeitslosigkeitspersistenz, wie sie bisher über lineare Differenzgleichungen vollzogen wurde, steht hier die Betrachtung der Vergangenheitsabhängigkeit der (neoklassischen) Reallohn-Beschäftigungs-Beziehung im Vordergrund. Die Veränderung in dem qualitativen Charakter der Hysterese beim aggregierenden Übergang von mikroskopischer zu makroskopischer Betrachtung wird betont: Während auf Mikroebene bestimmte Schwellenwerte (Reallöhne) überschritten werden müssen, um dauerhafte Wirkungen nur temporärer Störungen zu erreichen, können auf Makroebene schon kleine Schwankungen der Input-Werte permanente Effekte zurücklassen.

Summary

Strong Hysteresis in Labour Markets

This paper applies a system-theoretic model of hysteresis to the labour market. Our model shares a closer affinity to the original concept of magnetic hysteresis than conventional techniques to describe persistence effects via linear difference equations. The path dependence in the relation between real wages and employment is emphasised. Relatedly, we pay special attention to the question of aggregation: at the micro level, certain threshold values of the input variable have to be exceeded to produce shifts in the relation between wages and (un)employment; at the macro level, however, only small changes in the wage can yield long-lasting effects.

Literaturverzeichnis

- Adams, C. (1988), Hysteresis Effects and Unemployment, in: R. Cross (Hrsg.), Unemployment, Hysteresis and the Natural Rate Hypothesis. Oxford/New York, 392 - 396.
- Amable, B./Henry, J./Lordon, F./Topol, R. (1991), Strong Hysteresis: An Application to Foreign Trade. OFCE Working Paper/Document de travail no. 9103, Observatoire Français des Conjonctures Economiques. Paris.
- /—/—/— (1992), Hysteresis: what it is and what it is not. OFCE Working Paper/Document de travail no. 9216, Observatoire Français des Conjonctures Economiques Paris.

- Baldwin, R. (1989), Sunk-Cost Hysterese. NBER Working Paper No. 2911, National Bureau of Economic Research. Cambridge/MA.
- /Krugman, P. (1989), Persistent Trade Effects of Large Exchange Rate Shocks. *Quarterly Journal of Economics* 104, 635 - 654.
- /Lyons, R. (1989), Exchange Rate Hysterese: The Real Effects of Large vs. Small Policy Misalignments. NBER Working Paper No. 2828, National Bureau of Economic Research. Cambridge/MA.
- Belke, A./Göcke, M. (1993), Mikro- und Makro-Hysterese auf dem Arbeitsmarkt – ein neues Konzept. *Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster*, Nr. 178.
- Blanchard, O. J./Summers, L. H. (1986), Hysterese and the European Unemployment Problem. *NBER Macroeconomics Annual* 1, 15 - 78.
- /— (1986a), Hysterese in Unemployment. NBER Working Paper Series, National Bureau of Economic Research, No. 2035. Cambridge/MA.
- Bruno, M. (1986), Aggregate Supply and Demand Factors in OECD Unemployment: An Update. *Economica*, Supplement, 53, 35 - 52.
- /Sachs, J. D. (1985), *Economics of Worldwide Stagflation*. Oxford.
- Coe, D. T. (1985), Nominal Wages, the NAIRU and Wage Flexibility. *OECD Economic Studies*, No. 5, 87 - 126.
- (1988), Hysterese Effects in Aggregate Wage Equations, in: R. Cross (Hrsg.), *Unemployment, Hysterese and the Natural Rate Hypothesis*. Oxford/New York, 284 - 305.
- Cross, R. (1987), Hysterese and Instability in the Natural Rate of Unemployment. *Scandinavian Journal of Economics* 89, 71 - 89.
- /Allan, A. (1988), On the History of Hysterese, in: R. Cross (Hrsg.), *Unemployment, Hysterese and the Natural Rate Hypothesis*. Oxford/New York, 26 - 38.
- Dixit, A. (1989), Entry and Exit Decisions under Uncertainty. *Journal of Political Economy* 97, 620 - 638.
- (1992), Investment and Hysterese. *Journal of Economic Perspectives* 6, No. 1/1992, 107 - 132.
- Dobrinski, P./Krakau, G./Vogel, A. (1988), *Physik für Ingenieure*, 7. Aufl. Stuttgart.
- Ewing, J. A. (1881), On the production of transient electric currents in iron and steel conductors by twisting them when magnetised or by magnetising them when twisted. *Proceedings of the Royal Society of London* 33, 21 - 23.
- Franz, W. (1989), Das Hysterese Phänomen. *WiSt – Wirtschaftswissenschaftliches Studium* 18, 77 - 80.
- (1990), Hysterese in Economic Relationships: An Overview, in: Franz, W. (Hrsg.), *Hysterese Effects in Economic Models*. Heidelberg, 1 - 17 (zuerst veröffentlicht in: *Empirical Economics*, 15 (1990), 109 - 125).
- Fuhrmann, W. (1993), Zu Arbeitsmarktunvollkommenheiten in der Theorie, *International Economics – Working Papers* No. 9305, Universität – GH – Paderborn, Paderborn.

- Gerthsen, C./Kneser, H. O./Vogel, H.* (1989), Physik: Ein Lehrbuch zum Gebrauch neben Vorlesungen, 16. Aufl. Berlin u.a.
- Göcke, M.* (1992), Der Außenhandel als Hysteresis-System. Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Nr. 148.
- (1993), Starke Hysteresis im Außenhandel, Diss., Heidelberg.
- Gordon, R. J.* (1988), Wage Gaps versus Output Gaps: Is There a Common Story for All of Europe?, in: Giersch, H. (Hrsg.), Macro and Micro Policies for More Growth and Employment – Symposium 1987. Tübingen, 97 - 151.
- Graafland, J. J./Huizinga, F.* (1990), Age-Related Minimum Wages and Hysteresis in Unemployment. *Economics Letters* 32, 289 - 294.
- Jahrreiß, H.* (1981), Einführung in die Physik für Studenten der Medizin und der Naturwissenschaften, 3. Aufl. Köln-Lövenich.
- Jaworski, B. M./Detlaf, A. A.* (1986), Physik-Handbuch für Studium und Beruf. Frankfurt/Main.
- Klodt, H.* (1986), Lohnquote und Beschäftigung – Die Lohnlücke. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 201/5, 480 - 497.
- Kneller, E.* (1962), Ferromagnetismus, Berlin u.a.
- Kohlrausch, F.* (1985), Praktische Physik: Zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik, 23. Aufl. Stuttgart.
- Kösters, W./Belke, A.* (1990), Arbeitslosigkeit als Hysteresis-Phänomen. *WISU – Das Wirtschaftsstudium* 5/90, 277 - 279.
- /— (1992), Arbeitslosigkeit in Westeuropa – Ein Hysteresis-Phänomen?, in: Kantzenbach, E., Mayer, O. G. (Hrsg.), Beschäftigungsentwicklung und Arbeitsmarktpolitik, Schriften des Vereins für Socialpolitik, Bd. 219 N.F. Berlin, 9 - 50.
- Krasnosel'skii, M. A./Pokrovskii, A. V.* (1989), Systems with Hysteresis, Berlin u.a.
- Krugman, P.* (1986), Pricing to Market When the Exchange Rate Changes. NBER Working Paper No. 1926, National Bureau of Economic Research. Cambridge/MA.
- (1986a), Is the Japan Problem Over? NBER Working Paper No. 1962, National Bureau of Economic Research Cambridge/MA.
- Landmann, O.* (1989), Verteilungskonflikte, Kapitalbildung und Arbeitslosigkeit, in: H. J. Ramser, H. Riese (Hrsg.): Beiträge zur angewandten Wirtschaftsforschung – Gottfried Bombach zum 70. Geburtstag. Berlin u.a., 59 - 85.
- Lindbeck, A./Snower, D. J.* (1986), Union Activity and Economic Resilience, Discussion Paper Series, Centre for Economic Policy Research, No. 114. London.
- /— (1986a), Wage Setting, Unemployment and Insider-Outsider Relations. *American Economic Review, Papers and Proceedings* 76, 235 - 239.
- /— (1988a), Cooperation, Harassment, and Involuntary Unemployment: An Insider-Outsider Approach. *American Economic Review* 78, 167 - 188.
- /— (1989), Macroeconomic Policy and Insider Power. *American Economic Review, Papers and Proceedings* 79, 370 - 376.

- Mayergoyz, I. D. (1986), Mathematical Models of Hysteresis. *IEEE Transactions on Magnetism* 22, 603 - 608.
- Möller, J. (1990), Unemployment and Deterioration of Human Capital: A Labour Market Model with Hysteresis Implications, in: Franz, W. (Hrsg.), *Hysteresis Effects in Economic Models*. Heidelberg, 91 - 108.
- Nickell, S. J. (1987), Why is Wage Inflation in Britain So High? *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 49, 103 - 128.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development* (1989), *Economies in Transition – Structural Adjustment in OECD Countries*. Paris.
- Paqué, K. H. (1989), Lord Keynes in neuen Kleidern. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, Nr. 6 vom 7. 1. 1989, 15.
- (1989a), Wage Gaps, Hysteresis and Structural Unemployment – The West German Labour Market in the Seventies and Eighties. *Kieler Arbeitspapiere*, Institut für Weltwirtschaft, Nr. 358. Kiel.
- (1989b), Micro-Macro Links in West Germany's Unemployment. *Kieler Arbeitspapiere*, Institut für Weltwirtschaft, Nr. 378. Kiel.
- (1991), Hysteresis, Structural Change, and Long-Term Unemployment: The West German Labour Market in the 1980's, in: C. de Neubourg (Hrsg.): *The Art of Full Employment*. Amsterdam.
- (1993), Ein Test für die Tarifautonomie. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, Nr. 25 vom 30. 1. 1993, 13.
- Sachs, J. D. (1986), High Unemployment in Europe: Diagnosis and Policy Implications. *NBER Working Paper Series*, National Bureau of Economic Research, No. 1830. Cambridge/MA.
- Schuster, R. T. (1992), *Hysterese auf Arbeitsmärkten – eine Untersuchung zur empirischen Relevanz der stochastischen Katastrophentheorie*. Köln.
- Zeeman, E. C. (1976), Catastrophe Theory. *Scientific American*, 234/4, 65 - 83.