

# Die Dynamik der Inflations- und Beschäftigungsentwicklung

## Eine theoretische und ökonometrische Analyse

Von Walter Assenmacher, Essen

### I.

Eines der zentralen Anliegen moderner Wirtschaftstheorie besteht in der gemeinsamen Erklärung von Inflation und Arbeitslosigkeit. Bis zum Ende der fünfziger Jahre herrschte die Auffassung vor, daß in einer Volkswirtschaft, die nicht das Vollbeschäftigungssozialprodukt<sup>1</sup> produziert, auch keine Preissteigerungen eintreten können: Alle Einkommensänderungen bestehen dann aus Mengenänderungen. Erst bei einem tatsächlichen Ausstoß, der das Produktionspotential übersteigt, nehmen die Preise zu. Bemerkenswert ist an diesem Erklärungsansatz, daß Preisstabilität und Vollbeschäftigungsoutput gleichzeitig erreichbar sind. Dieses Paradigma wurde durch die Untersuchungen von *Phillips*<sup>2</sup> schwer erschüttert. Aufgrund empirischer Studien für Großbritannien folgert Phillips einen trade-off zwischen der Veränderungsrate des Nominallohnsatzes und der Beschäftigung: Mit zunehmender (abnehmender) Beschäftigungsquote (Arbeitslosenrate) nehmen die Geldlohnsätze zu. Für diesen Zusammenhang liefert *Lipsey*<sup>3</sup> eine theoretische Begründung, der *Hansen*<sup>4</sup> eine mikroökonomische Fundierung verleiht. Mit dem von *Solow* und *Samuelson*<sup>5</sup> in die Diskussion eingeführten mark-up Preisverhalten gelingt die Übertragung der Phillips-Relation als Erklärungshypothese für Inflationerscheinungen. Nach dem jetzt gültigen Paradigma ist es nicht mehr möglich, zum selben Zeitpunkt sowohl Vollbeschäftigung als auch Preisstabilität zu realisieren. Vielmehr ist eine Inflationsrate von null immer mit einer bestimmten Arbeitslosenquote verbunden, die man als die natürliche Arbeitslosenrate bezeichnet. Während bei

---

<sup>1</sup> Der Output, den eine Volkswirtschaft bei Voll- bzw. Normalauslastung der Produktionsfaktoren Kapital und Arbeit, gegebener Technologie und unter Beachtung institutioneller Bedingungen maximal produzieren kann, heißt auch Produktionspotential.

<sup>2</sup> *Phillips* (1958).

<sup>3</sup> *Lipsey* (1960).

<sup>4</sup> *Hansen* (1970).

<sup>5</sup> *Samuelson* und *Solow* (1960).

den Theoretikern Einigkeit herrscht, daß für die kurze Frist ein Unterschreiten der natürlichen Arbeitslosenrate zu Lasten der Preisstabilität möglich ist, wird dies von den Monetaristen<sup>6</sup> für den langfristigen Fall verneint: Die von Phillips nicht berücksichtigte Variable Inflationserwartung verschiebt die kurzfristig gültige Phillips-Kurve in einem Maße, daß langfristig stets die natürliche Arbeitslosenrate vorherrschen muß. Für Neokeynesianer hingegen ist auch langfristig ein trade-off zwischen Arbeitslosenquote und Inflationsrate möglich, der aber schwächer als im kurzfristigen Fall ausgeprägt ist<sup>7</sup>.

Eine Klärung dieser wirtschaftspolitisch brisanten Streitfrage mittels ökonometrischer Verfahren ist bislang noch nicht gelungen. Blieb schon die empirische Stützung der *Phillips*-Kurve in ihrer einfachen Version weit hinter ihrer Bedeutung für die Wirtschaftstheorie zurück<sup>8</sup>, so treten bei ökonometrischen Schätzungen der modifizierten<sup>9</sup> *Phillips*-Kurve zusätzliche Schwierigkeiten auf, die teilweise aus der Verwendung eines nicht direkt beobachtbaren Regressors, der Inflationserwartung, resultieren. Unterstellt man den Wirtschaftssubjekten adaptives Verhalten bei ihrer Erwartungsbildung, kann die Inflationserwartung der laufenden Periode durch ein Lag-Polynom in Inflationsraten vergangener Perioden wiedergegeben werden. Die nunmehr in allen Variablen beobachtbare *Phillips*-Kurve enthält jetzt aber zusätzlich die *Cagan*-Hypothese für die Erwartungsbildung: Der empirische Befund läßt sich daher nicht mehr eindeutig den in der *Phillips*-Kurve enthaltenen Hypothesen zurechnen. Ökonometrisch befriedigende Schätzungen der *Phillips*-Kurve könnten allein aus adaptiven Erwartungsbildungen resultieren, „die im Prinzip (. . .) die in den meisten Zeitreihen vorhandene autoregressive Struktur ausbeuten“<sup>10</sup>. Hinzu kommt noch, daß zur Schätzung der natürlichen Arbeitslosenquote ausreichend viele Beob-

---

<sup>6</sup> Vgl. hierzu insbesondere *Friedman* (1968) und *Phelps* (1967, 1972).

<sup>7</sup> Vgl. hierzu *Tobin* (1972).

<sup>8</sup> Siehe hierzu *Leijonhufvud* (1968). Die Schätzschwierigkeiten resultieren hier daraus, daß sich bei anhaltend fallender Arbeitslosenquote (z. B. während eines Konjunkturaufschwungs) eine andere *Phillips*-Kurve einstellt als bei steigenden Arbeitslosenquoten. Für lange Zeitreihen – die zur ökonometrisch sinnvollen Schätzung benötigt werden – entsteht so der Eindruck einer geschlossenen Ellipse als makroökonomische *Phillips*-Relation. Die Beobachtungstupel für die Variablen Inflationsrate und Arbeitslosenquote bilden dann kreisförmig Streudiagramme. Ökonometrische Schätzungen auf einer solchen Datenbasis führen meistens zu einer Falsifikation der in der Regressionsgleichung enthaltenen ökonomischen Hypothese.

<sup>9</sup> Diese auf *Rothschild* (1971) zurückgehende Bezeichnung kennzeichnet Ansätze, in denen die nominellen Lohn- bzw. Preisänderungen nicht nur von der Arbeitslosenrate, sondern von weiteren Variablen, insbesondere der Inflationserwartung, abhängen.

<sup>10</sup> *König* (1978), S. 102. Der Leser findet hier auch empirische Ergebnisse.

achtungen<sup>11</sup> aus Bereichen geringer oder gar negativer Geldlohnsatzänderungen vorliegen müßten. Bereits dieser Datenmangel reduziert die Validität empirisch ermittelter natürlicher Arbeitslosenraten<sup>12</sup>, ganz abgesehen davon, daß noch theoretisch geklärt werden müßte, ob die natürliche Arbeitslosenrate als zeitinvariant anzusehen ist oder nicht.

Obwohl sich durch Hinzunahme der Variablen Inflationserwartung ein besserer Fit der kurzfristigen *Phillips*-Kurve an das vorhandene Datenmaterial erzielen läßt und gleichzeitig die Verschiebung der *Phillips*-Relation durch Änderung der Inflationserwartung theoretisch begründbar wird, lassen neuere empirische Ergebnisse an der Bedeutung der Inflationserwartung als Ursache für die Verschiebung der *Phillips*-Kurve Zweifel aufkommen. So kommt König mit der dreistufigen Methode der kleinsten Quadrate zu dem Ergebnis, daß „eine 90prozentige Anpassung eine Berücksichtigung der Inflationsraten von 46 Quartalen erfordert“<sup>13</sup>. Dies bedeutet eine stationäre Preiserwartung<sup>14</sup>; die erwartete Inflationsrate würde nach diesem empirischen Befund praktisch als Shift-Variable ausfallen<sup>15</sup>. Mit der zweistufigen Methode der kleinsten Quadrate, die jedoch bei Modellschätzungen der dreistufigen Methode theoretisch unterlegen ist, sind immer noch 10 Quartale für eine 90prozentige Anpassung notwendig. Mit Recht interpretiert König dieses abweichende Ergebnis dahingehend, daß „entscheidend für die Erwartungsbildung (. . .) das Schätzverfahren (wird)“<sup>16</sup>.

Die zahlreichen empirischen Befunde zur *Phillips*-Kurven-Diskussion<sup>17</sup> haben viele Autoren zu dem Schluß kommen lassen, daß „sich die ursprüngliche Hoffnung auf eine verlässliche und eindeutige Beziehung in einem wichtigen Gebiet der Ökonomie nicht erfüllt hat“<sup>18</sup>. Dies muß aber nicht heißen, die Forschung über die *Phillips*-Kurve als beendet anzusehen, sondern vielmehr, sie in einen neuen Zusammenhang zu stellen. Erste Hinweise

<sup>11</sup> Auf das Adäquationsproblem bei wirtschaftsstatistischen Daten und auf die politische Komponente bei der Messung der Arbeitslosigkeit soll hier nicht eingegangen werden.

<sup>12</sup> Als Hinweis für diese Unsicherheit sei angeführt, daß empirische Untersuchungen die natürliche Arbeitslosenhypothese sowohl bestätigen als auch falsifizieren. Vgl. hierzu Rousseas (1969) und Franz (1978, 1984).

<sup>13</sup> König (1978), S. 99.

<sup>14</sup> König (1978), S. 99.

<sup>15</sup> Dieses Ergebnis wird auch in einer neueren ökonometrischen Untersuchung von Franz (1984, S. 618 ff.) gestützt, wonach die Verlangsamung des Produktivitätsfortschritts die Verschiebung der *Phillips*-Kurve in besonderem Maße erklärt.

<sup>16</sup> König (1978), S. 99.

<sup>17</sup> Eine Zusammenstellung geben Woll, Faulwasser und Ramb (1977).

<sup>18</sup> Rothschild (1971); hier zitiert nach Nowotny (1974), S. 56. Noch entschiedener folgert Brinner (1977) aus seinen empirischen Ergebnissen den „Tod der *Phillips*-Kurve“.



auf mögliche Weiterentwicklungen liefern gerade die empirischen Überprüfungen, nach denen der Variablen Inflationserwartung in der ökonomischen Realität eine geringere Bedeutung als in der theoretischen Literatur zukommt. Dies liegt zum Teil daran, daß eine beobachtbare Spezifikation der Erwartungshypothese fast ausschließlich zu autoregressiver Erwartungsbildung führt. In der ökonometrischen Schätzgleichung sind somit immer verzögert endogene Variablen als Regressoren enthalten. Die Regressionskoeffizientenschätzungen weisen dann aber bestenfalls (bei Freiheit von Autokorrelation der Störvariablen) asymptotische statistische Eigenschaften auf. Um diese grundsätzliche Schwierigkeit bei der ökonometrischen Überprüfung zu umgehen, lassen sich zwei Forschungsstrategien verfolgen. Entweder wird eine Neuformulierung der Erwartungshypothese in Abhängigkeit von exogenen Variablen versucht oder ein Modell konzipiert, das keine Erwartungsvariablen enthält. Den ersten Weg verfolgt *Kromphardt*<sup>19</sup>, indem er als Erwartungshypothese das Konzept der informierten Erwartungsbildung vorschlägt. Danach bestimmen die (exogenen) Variablen Arbeitslosenquote und Geldmenge die Inflationserwartung. Der zweite Weg wird in der vorliegenden Arbeit eingeschlagen. Durch den Verzicht auf Erwartungsvariablen sind bei der in Abschnitt V durchgeführten ökonometrischen Analyse all diejenigen Fehlerquellen ausgeschaltet, die aus einer notwendigen Operationalisierung der Erwartungshypothese resultieren können. Der so erzielte Vorteil bei einer empirischen Überprüfung rechtfertigt sich aber nur dann, wenn damit kein Erklärungsdefizit verbunden ist: Die erwartete Inflationsrate muß daher sachadäquat ersetzt werden. Da die erwartete Inflationsrate im Grunde aber die Dynamik des trade-offs zwischen Inflationsrate und Beschäftigung wiedergeben soll<sup>20</sup>, liegt die Entwicklung eines Modells nahe, das nicht nur den Einfluß der Arbeitslosenquote auf die Inflationsrate, sondern auch die Rückwirkung der Inflationsrate auf die Arbeitslosenquote erfaßt<sup>21</sup>. Aus dieser Interdependenz müssen dann über die vorliegenden Ansätze hinausgehend sowohl der beobachtbare schleifenförmige Verlauf der Inflationsrate in Abhängigkeit von der Arbeitslosenrate (Beschäftigungsquote) als auch die über mehrere Perioden anhaltende, gleichzeitige Zunahme von Inflationsrate und Arbeitslosenquote endogen ableitbar sein. Gerade das letztgenannte empirische Phänomen ist weder mit der modifizierten Phillips-Relation noch mit der *Friedmanschen* Version hinreichend erklärbar<sup>22</sup>.

---

<sup>19</sup> *Kromphardt* (1984).

<sup>20</sup> Vgl. hierzu auch *Franz* (1984), S. 618.

<sup>21</sup> Auf diese Interdependenz ist schon häufig hingewiesen worden, so z.B. von *Neumann* (1982), S. 569 und *Kromphardt* (1984), S. 634.

<sup>22</sup> Vgl. hierzu auch *Ramb* (1983), S. 420.



## II.

Im folgenden Modell sind alle Variablen stetige Funktionen der Zeit; es besteht aus einer makroökonomischen Preisentwicklungsgleichung und einer Funktion, die den Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Inflation erfaßt.

Die Herleitung einer ökonometrisch überprüfbaren Preisentwicklungsgleichung muß bei den Determinanten der Preisbestimmungsgleichung ansetzen, deren Existenz monopolistisches oder quasi-monopolistisches Verhalten seitens der Unternehmer impliziert, sofern diese sich nicht im Konkurrenzgleichgewicht befinden. Die Zielsetzung der Unternehmen sei als Maximierung des Gegenwartswertes aller zukünftigen Gewinne mit dem Absatzpreis als strategischer Variablen spezifiziert. Aus dieser Verhaltenshypothese resultieren je nach Formulierung der Nachfrage- und Produktionsfunktion unterschiedliche Determinanten für eine optimale Preisbestimmung<sup>23</sup>. Trotz differierender Annahmen zeigen diese Untersuchungen, daß die Güterpreise im wesentlichen von Variablen, die die Kostenseite erfassen, Preis- und Mengenerwartungen widerspiegeln sowie die Überschußnachfrage messen, determiniert sind. Eine Preisbestimmungsgleichung jedoch, die alle mikroökonomisch-analytisch gefundenen Ursachen als erklärende Variablen enthalten würde, dürfte wegen der notwendigerweise sehr aufwendigen Vorgehensweise und der hohen Informationskosten kaum die tatsächliche Preiskalkulation der Unternehmen widerspiegeln. Es erscheint daher vertretbar, nicht zuletzt auch für die angestrebte aggregative Analyse, die optimale Preisbestimmung und deren Entwicklung durch solche Hypothesen zu approximieren, die eine kleine Anzahl an Determinanten implizieren, mit den theoretischen Einsichten jedoch kompatibel sind. Gerade bei der Preisentwicklung läßt sich diese Vorgehensweise noch dadurch rechtfertigen, daß Variablen, die das Preisniveau erklären, nicht notwendigerweise auch im gleichen Maße für die Preisbewegung relevant sind. Die Preisentwicklung soll daher auf ihre theoretisch begründbare Hauptdeterminante zurückgeführt werden. Dabei kann es sich jedoch nur um eine Variable handeln, die Informationen über mehrere, die Preishöhe determinierende Ursachen liefert. Eine solche Variable ist der Reallohnsatz  $w$ , weil er zwei ökonomische Signale übermittelt: Zum einen ist er Indikator für die Kostenentwicklung, zum anderen gibt er Aufschlüsse über die (gegenwärtige und zukünftige) Nachfrage. Diese Doppelfunktion des Reallohnsatzes läßt sich unter Bezug auf die marginale Arbeitsproduktivität für die Erklärung der Preisentwicklung nutzbar machen. Bezeichnet  $a$  die phy-

<sup>23</sup> Siehe hierzu z.B. Barro (1972), Nordhaus (1972) sowie Phelps und Winter (1970).

sische, marginale Produktivität des in Stunden gemessenen Faktors Arbeit, wirkt sich der Reallohnsatz  $w_r$  (oder seine Wachstumsrate) wegen der unterstellten Verhaltenshypothese der Unternehmer neutral auf die Preisentwicklung (Inflationsrate)  $\pi$  aus, solange er mit der marginalen Arbeitsproduktivität (oder deren Wachstumsrate) übereinstimmt. Erst aus einer Differenz ( $w_r - a$ ) erwachsen für die Preisentwicklung wirksame Kostenimpulse. Gleichzeitig gibt ( $w_r - a$ ) an, wieviele Produktionseinheiten bei  $w_r > a$  über das Produktionsergebnis der letzten Arbeitsstunde hinaus nachgefragt werden könnten; analoges gilt für den Fall  $w_r < a$ . Die Differenz ( $w_r - a$ ) ist somit auch ein Maß für die Überschußnachfrage. Es erscheint daher plausibel anzunehmen, daß die an der Maximierung des Gegenwartswertes zukünftiger Gewinne interessierten Unternehmen ihre Preise proportional zur prozentualen Differenz zwischen Reallohnsatz und marginaler Arbeitsproduktivität, bezogen auf die marginale Arbeitsproduktivität, variieren, so daß für die Inflationsrate  $\pi$  gilt:

$$(1) \quad \pi = \chi \frac{w_r - a}{a} \quad \text{mit} \quad \frac{\delta \pi}{\delta (w_r - a)} > 0, \quad \frac{\delta \pi}{\delta a} < 0$$

$0 < \chi \leq 1$ : Proportionalitätsfaktor

Differentiation der logarithmierten Gleichung (1) nach der Zeit ergibt<sup>24</sup>:

$$(2) \quad \frac{\dot{\pi}}{\pi} = \frac{(\dot{w}_r - \dot{a})}{(w_r - a)} - \frac{\dot{a}}{a}, \quad (') := \frac{d(\cdot)}{dt}$$

Damit Gleichung (2) ökonomisch interpretierbar bleibt, unterliegen die Variablen  $w_r$  und  $a$  der Einschränkung  $w_r > a$ . Wäre die marginale Arbeitsproduktivität größer als der Reallohnsatz und gälte für ihre zeitlichen Veränderungen  $\dot{a} > \dot{w}_r$ , so folgt aus Gleichung (2) unter Vernachlässigung der Wachstumsrate der marginalen Arbeitsproduktivität eine sich beschleunigende Inflationsrate. Diesen theoretisch unhaltbaren Effekt schließt die Annahme aus, daß über dem gesamten Zeitraum, für den Gleichung (2) Gültigkeit beansprucht, der Reallohnsatz stets größer als die marginale Arbeitsproduktivität ist, unabhängig davon, ob  $\dot{w}_r \geq \dot{a}$  gilt. Unter Beachtung aller Komponenten läßt Gleichung (2) trotz dieser Einschränkung auch sinkende Inflationsraten zu.

<sup>24</sup> Auf die Bedeutung der Veränderungsrate der Inflationsrate und ihre Abhängigkeit von der Überschußnachfrage weist *Laidler* (1976) in einem anderen als dem hier analysierten Zusammenhang hin.

In Anlehnung an die einfache *Phillips*-Relation kann argumentiert werden, daß die Variable  $\frac{\dot{w}_r - \dot{a}}{w_r - a}$  eine Funktion der Beschäftigungsquote  $v$  ist, mit negativen Werten bei niedriger Beschäftigung und hohen positiven Werten in der Nähe der Vollbeschäftigung ( $v = 1$ ). Abbildung 1 gibt den Graph dieser Funktion wieder:

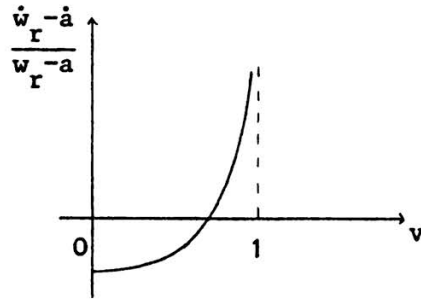


Abb. 1

Ihr Verlauf läßt sich durch eine Linearapproximation gut erfassen:

$$\frac{\dot{w}_r - \dot{a}}{w_r - a} = -z_0 + \alpha_1 v, \quad z_0, \alpha_1 > 0$$

Setzt man diese Beziehung in Gleichung (2) ein und unterstellt man eine konstante Wachstumsrate der marginalen Arbeitsproduktivität, führt dies zu:

$$\frac{\dot{\pi}}{\pi} = -z_0 - \frac{\dot{a}}{a} + \alpha_1 v$$

oder, nach Zusammenfassen der konstanten Terme:

$$(3) \quad \frac{\dot{\pi}}{\pi} = -\alpha_0 + \alpha_1 v, \quad \alpha_0 := z_0 + \frac{\dot{a}}{a}$$

Gleichung (3) bringt zum Ausdruck, daß die Inflationsrate bereits vor Erreichen der Vollbeschäftigung akzeleriert<sup>25</sup>.

<sup>25</sup> Dieses Zeitmuster der Inflationsentwicklung stuft *Laidler* (1976), S. 80 als sehr wahrscheinlich ein.



Die Beziehung zwischen der Inflationsrate und der Beschäftigung ist nur einseitig erfaßt, wenn der Einfluß des Preisniveaus auf das gesamtwirtschaftliche Angebot und damit die Auswirkung auf die Beschäftigungsquote vernachlässigt werden. Unterstellt man eine linearhomogene, substitutionale Produktionsfunktion und eine Faktornachfrage gemäß der Grenzproduktivitätstheorie, läßt sich eine Funktion zwischen der Veränderungsrate der Beschäftigungsquote und der Inflationsrate explizit aufstellen. Die neoklassische Produktionsfunktion mit den variablen Produktionsfaktoren Arbeit ( $A$ ) und Kapital ( $K$ ) sei vom *Cobb-Douglas*-Typ:

$$(4) \quad Y = \phi A^\alpha K^\beta, \quad 0 < \alpha, \beta < 1, \quad \alpha + \beta = 1$$

$$\text{mit: } Y_A := \frac{\delta Y}{\delta A} > 0, \quad Y_{AA} := \frac{\delta^2 Y}{\delta A^2} < 0 \quad \text{und}$$

$$Y_K := \frac{\delta Y}{\delta K} > 0, \quad Y_{KK} := \frac{\delta^2 Y}{\delta K^2} < 0$$

$Y$ : reales Sozialprodukt

$\phi$ : Effizienzparameter

$\alpha, \beta$ : konstante Produktionselastizitäten

Dividiert man Gleichung (4) durch die (konstante) Bevölkerung  $B$  der Volkswirtschaft, wird das Sozialprodukt pro Kopf ( $Y/B$ ) bei konstantem Kapitalstock eine Funktion der Beschäftigungsquote  $v := A/B$ :

$$y = \phi v^\alpha \left( \frac{K}{B} \right)^\beta, \quad y := \frac{Y}{B}$$

Die Zusammenfassung aller konstanten Terme zu einem neuen Parameter  $c$  vereinfacht diese Funktion:

$$(5) \quad y = c v^\alpha, \quad c := \phi \left( \frac{K}{B} \right)^\beta$$

Der Faktor Arbeit wird bei der Produktion in einem Umfang eingesetzt, daß der Wert seines physischen Grenzproduktes dem gegebenen Nominallohn  $w$  entspricht. Aus Gleichung (5) folgt daher:

$$y_v = \alpha c v^{\alpha-1}, \quad y_v := \frac{dy}{dv} = \frac{dY}{dA}$$

oder

$$\alpha c v^{\alpha-1} = \frac{w}{p}$$

Nach der Beschäftigungsquote  $v$  aufgelöst ergibt:

$$(6) \quad v = \left( \frac{w}{\alpha c p} \right)^{\frac{1}{\alpha-1}}$$

Wegen der angenommenen Linearhomogenität der Produktionsfunktion (4) gilt für den Nenner des Exponenten in Gleichung (6):  $(\alpha - 1) = -\beta$  und daher  $\alpha - 1 < 0$ , weil  $\beta > 0$ . Dies erlaubt Gleichung (6) zu schreiben als:

$$(7) \quad v = \gamma \left( \frac{p}{w} \right)^{\gamma_1}$$

mit:  $\gamma := (\alpha c)^{\frac{1}{1-\alpha}}$  und  $\gamma_1 := \frac{1}{1-\alpha} = \frac{1}{\beta} > 0$

Differentiation von Gleichung (7) nach der Zeit  $t$  ergibt:

$$\dot{v} = \gamma_1 \gamma \left( \frac{p}{w} \right)^{\gamma_1-1} \frac{d}{dt} \left( \frac{p}{w} \right)$$

oder, da  $\gamma \left( \frac{p}{w} \right)^{\gamma_1} = v$  und  $\left( \frac{p}{w} \right)^{-1} \frac{d}{dt} \left( \frac{p}{w} \right) = \pi - \frac{\dot{w}}{w}$ :

$$\dot{v} = \gamma_1 v \left( \pi - \frac{\dot{w}}{w} \right) \Big|_{K = \text{const.}}$$

Interpretieren die Unternehmer Preisänderungen im vollen Umfang als Änderungen ihrer relativen Preise, determiniert allein die Inflationsrate  $\pi$  den Beschäftigungseffekt  $\dot{v}$ ; dieser Effekt fällt um so schwächer aus, je genauer die Unternehmer Geldlohnentwicklungen antizipieren. Die Veränderung der Beschäftigungsquote kann daher vereinfachend als Funktion in  $\pi$  aufgefaßt werden, in der ein Koeffizient  $\theta_1$  als Maß für die Berücksichtigung der Geldlohnentwicklung dient:

$$(8) \quad \dot{v} = \theta_1 \gamma_1 \pi v, \quad 0 \leq \theta_1 \leq 1$$

Erwarten die Unternehmer keine Verbesserung ihrer relativen Preise, ist  $\theta_1 = 0$ ; schätzen sie die Inflationsrate neutral auf die Geldlohnentwicklung

ein, folgt  $\theta_1 = 1$ . Gleichung (8) zeigt die Veränderung der Beschäftigungsquote bei konstantem Kapitalstock wegen  $\theta_1 \gamma_1 > 0$  als positive Funktion der Inflationsrate. Sie schließt die für die Entwicklung der Beschäftigungsquote relevanten Einflußgrößen „variabler Kapitalstock“ und „technischer Fortschritt“ jedoch noch aus. Auf gleiche Weise wie bei der Beschäftigungsquote läßt sich zeigen, daß auch die Änderungsrate des Kapitalstocks pro Kopf<sup>26</sup> mit der Inflationsrate steigt:

$$(9) \quad \dot{k} = \theta_2 \gamma_2 \pi k, \quad k := \frac{K}{B}, \quad \gamma_2 := \frac{1}{\alpha}, \quad 0 \leq \theta_2 \leq 1$$

$\theta_2$ : Koeffizient für die Berücksichtigung der Kapitalkostenentwicklung

Wegen der in Gleichung (9) aufgezeigten Abhängigkeit des Kapitalstocks von der Inflationsrate wird in der Realität der inflationsinduzierte Beschäftigungseffekt nicht durch Gleichung (8) allein beschrieben. Vielmehr erscheint es – zumal bei preisabhängiger Gesamtnachfrage – realistisch zu sein, daß eine simultane Variation der Produktionsfaktoren Kapital und Arbeit die Zunahme der Beschäftigungsquote, wie sie in Gleichung (8) beschrieben ist, reduziert; dies um so eher, je größer  $\theta_2$  im Verhältnis zu  $\theta_1$  ist. Die Wachstumsrate der Beschäftigungsquote, die sich bei einem konstanten Kapitalstock eingestellt hätte, nimmt daher in Abhängigkeit von der Wachstumsrate des Kapitalstocks ab; der Ausdruck  $-a \frac{\dot{k}}{k}$  gibt wegen  $B = \text{const.}$  diesen Einfluß wieder. Dieser dämpfende Effekt wird bei Existenz eines kapitalgebundenen, arbeitssparenden technischen Fortschritts noch erheblich verstärkt. Hängt der kapitalgebundene technische Fortschritt von der Wachstumsrate des Kapitalstocks pro Kopf ab, läßt sich dieser Einfluß darstellen als  $-b \frac{\dot{k}}{k}$ . Beide Effekte reduzieren somit die Wachstumsrate der Beschäftigungsquote bei konstantem Kapitalstock jetzt um  $-(a+b) \frac{\dot{k}}{k}$ . Da wegen Gleichung (9)  $\frac{\dot{k}}{k}$  eine Funktion in  $\pi$  ist, läßt sich der Gesamteffekt eines variablen Kapitalstocks auf die Wachstumsrate der Beschäftigungsquote zusammenfassen als:

$$\frac{\dot{v}}{v} = -(a+b) \theta_2 \gamma_2 \pi \quad \text{oder} \quad \dot{v} = -\gamma_3 \pi v, \quad \gamma_3 := (a+b) \theta_2 \gamma_2$$

Darüber hinaus erscheint es noch realistisch anzunehmen, daß in demokratisch regierten Volkswirtschaften immer Tendenzen bestehen, einen

<sup>26</sup> Der so bezeichnete Quotient  $K/B$  ist von der Kapitalintensität zu unterscheiden, die als Verhältnis aus Kapitalstock zu eingesetzter Menge Arbeit definiert ist.

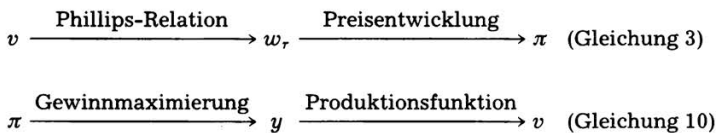


Rückgang der Beschäftigungsquote unabhängig von der jeweils vorherrschenden Inflationsrate zu vermeiden<sup>27</sup>. Diese – in erster Linie institutionell bedingten – Einflußgrößen sollen bei sonst unveränderten Bedingungen ein im Zeitablauf konstantes Wachstum der Beschäftigungsquote bewirken; die Größe  $\xi_0 v$  spiegelt den gesamten Einfluß dieser Variablen wider. Die tatsächliche Veränderung der Beschäftigungsquote ergibt sich jetzt unter Beachtung aller Determinanten als:

$$\begin{aligned} \dot{v} &= \xi_0 v + \theta_1 \gamma_1 \pi v - \gamma_3 \pi v \quad \text{oder} \\ (10) \quad \frac{\dot{v}}{v} &= \xi_0 - \xi_1 \pi \quad \text{mit } \xi_1 := (\gamma_3 - \theta_1 \gamma_1) \end{aligned}$$

Theoretische Erwägungen lassen einen Koeffizienten  $\xi_1$  größer als null plausibel erscheinen: In den durch die Inflationsrate induzierten Auswirkungen auf die Beschäftigungslage dominieren die negativen die positiven Einflüsse. Eine empirische Stützung dieser getroffenen a priori Restriktion kann nur eine ökonometrische Analyse bringen, die in Abschnitt V erfolgt.

Mit Gleichung (10) ist die Ergänzung zu Gleichung (3) gefunden. Die in den beiden simultan geltenden Differentialgleichungen (3) und (10) enthaltene Interdependenz zwischen den Variablen Inflationsrate  $\pi$ , gesamtwirtschaftliches Angebot  $y$ , Reallohnsatz  $w_r$  und Beschäftigungsquote  $v$  verdeutlicht das folgende Pfeilschema:



Während die Veränderungsrate der Inflationsrate von der Beschäftigungsquote abhängt, determiniert die Inflationsrate ihrerseits die Veränderungsrate der Beschäftigungsquote.

### III.

Um die Dynamik, mit der sich Inflationsrate und Beschäftigungsquote im Zeitablauf entwickeln, aufzuzeigen, muß das aus den Gleichungen (3) und

<sup>27</sup> Dies kann erklärtes Ziel der Wirtschaftspolitik und/oder gewerkschaftlicher Strategien sein, wie in letzter Zeit z. B. die Diskussion über die Arbeitszeitverkürzung oder Bemühungen um verbesserten Kündigungsschutz zeigen. Die Beschäftigungsquote erhöht sich aber auch dadurch, daß der Übergang von Nichterwerbspersonen zu Erwerbspersonen erleichtert bzw. gefördert wird.

(10) bestehende simultane, nichtlineare Differentialgleichungssystem erster Ordnung<sup>28</sup> gelöst werden. Die Lösung besteht in der Angabe von Integralkurven (Trajektorien), die Werte für  $\pi$  und  $v$  zum selben Zeitpunkt festlegen; setzt man diese Werte in die beiden Ableitungen  $\dot{v}$  und  $\dot{\pi}$  ein, geben deren Vorzeichen die Entwicklungsrichtung von  $v$  und  $\pi$  an.

Die beiden Differentialgleichungen (3) und (10) lassen sich für ihre weitere mathematische Behandlung in eine geeignetere Form bringen, die hier als Gleichungssystem (11) aufgeführt ist:

$$(11) \quad \begin{aligned} \dot{\pi} &= -(\alpha_0 - \alpha_1 v) \pi \\ \dot{v} &= (\xi_0 - \xi_1 \pi) v \end{aligned}$$

Wegen der getroffenen ökonomischen Annahmen und Definitionen unterliegen die Variablen und die Koeffizienten dieses Systems den Restriktionen:

$$\pi \geq 0, \quad v \geq 0, \quad \alpha_0 > 0, \quad \alpha_1 > 0, \quad \xi_0 > 0 \quad \text{und} \quad \xi_1 > 0.$$

Dadurch entspricht es den *Lotka-Volterra-Gleichungen*<sup>29</sup>, deren Integralkurven nach Elimination von  $dt$  relativ leicht zu ermitteln sind. Nach Division der ersten durch die zweite Gleichung erhält man eine Differentialgleichung in den Variablen  $\pi$  und  $v$ , in der keine Ableitung nach der Zeit mehr enthalten ist:

$$(12) \quad \frac{d\pi}{dv} = - \frac{(\alpha_0 - \alpha_1 v) \pi}{(\xi_0 - \xi_1 \pi) v}$$

Kreuzmultiplikation und Division durch  $\pi v$  bringen Gleichung (12) in eine Form, in der die Variablen  $\pi$  und  $v$  getrennt sind; sie kann daher nach der Methode „Trennung der Variablen“ integriert werden. Als Ergebnis erhält man:

$$(13) \quad \xi_0 \ln \pi - \xi_1 \pi = -\alpha_0 \ln v + \alpha_1 v + \varrho$$

$\varrho$ : Integrationskonstante

$\ln$ : natürlicher Logarithmus

<sup>28</sup> Zur Einteilung von Differenzen- und Differentialgleichungssystemen vgl. *Assenmacher* (1986), Kapitel III.

<sup>29</sup> *Lotka* (1956) und *Volterra* (1959). Zur Entstehungsgeschichte dieser beiden Gleichungen siehe *Vosgerau* (1983), S. 316.

Gleichung (13) erlaubt Integralkurven explizit zu entwickeln. Hierzu faßt man beide Seiten als Exponenten zur Basis  $e$  auf. Aus

$$\exp(\xi_0 \ln \pi - \xi_1 \pi) = \exp(-\alpha_0 \ln v + \alpha_1 v + \varrho)$$

folgt dann:

$$\pi^{\xi_0} \exp(-\xi_1 \pi) = a v^{-\alpha_0} \exp(\alpha_1 v) \quad \text{mit } a = e^\varrho,$$

oder:

$$(14) \quad \Pi = a V \quad \text{mit}$$

$$(15) \quad \Pi := \pi^{\xi_0} \exp(-\xi_1 \pi) \quad \text{und}$$

$$(16) \quad V := v^{-\alpha_0} \exp(\alpha_1 v)$$

Gleichung (14) gibt die Integralkurvenschar des Gleichungssystems (11) wieder. Für jeden Wert der Konstanten  $a$  folgt genau eine Trajektorie, deren Charakteristika von den Funktionen (15) und (16) abhängen. Sind Anfangsbedingungen  $\pi_0$  und  $v_0$  bekannt, können über die beiden Funktionen (15) und (16) die Werte  $\Pi_0 = \Pi(\pi = \pi_0)$  und  $V_0 = V(v = v_0)$  berechnet werden: Die Konstante  $a$  ist dann als das Verhältnis  $\Pi_0/V_0$  ebenfalls numerisch bestimmt. Durch Differentiation von  $\Pi$  nach  $\pi$  und  $V$  nach  $v$  läßt sich zeigen, daß  $\Pi$  an der Stelle  $\pi^* = \xi_0/\xi_1$  ein Maximum und  $V$  an der Stelle  $v^* = \alpha_0/\alpha_1$  ein Minimum besitzen.

Mit den Funktionen (14), (15) und (16) ist nach einem Verfahren von *Andronov*<sup>30</sup> eine grafische Ermittlung der Integralkurven möglich. Danach ergeben sich für jeden beliebigen Wert der Konstanten  $a$  geschlossene Kurven, die alle im ersten Quadranten eines kartesischen Koordinatensystems liegen, sich nicht schneiden und die den Punkt  $E = \left( \frac{\alpha_0}{\alpha_1}, \frac{\xi_0}{\xi_1} \right)$  als Mittelpunkt (Zentrum) haben (vgl. Abbildung 2).

Anhand der Abbildung 2 lassen sich die ökonomischen Implikationen des Modells aufzeigen. Nehmen  $\pi$  und  $v$  die Werte  $\pi^*$  bzw.  $v^*$  an, folgt für ihre Veränderung aus dem Gleichungssystem (11):  $\dot{v} = \dot{\pi} = 0$ . Der Punkt  $E$  charakterisiert somit in Abhängigkeit der Strukturparameter eine Situation, in der die Beschäftigungsquote und die Inflationsrate im Zeitablauf konstant bleiben. Die Berücksichtigung der Interdependenz zwischen  $\pi$  und  $v$  legt daher nahe, die natürliche Arbeitslosenrate  $u^* = 1 - v^*$  bzw. die natürliche

<sup>30</sup> *Andronov, Vitt und Kaikin* (1966).



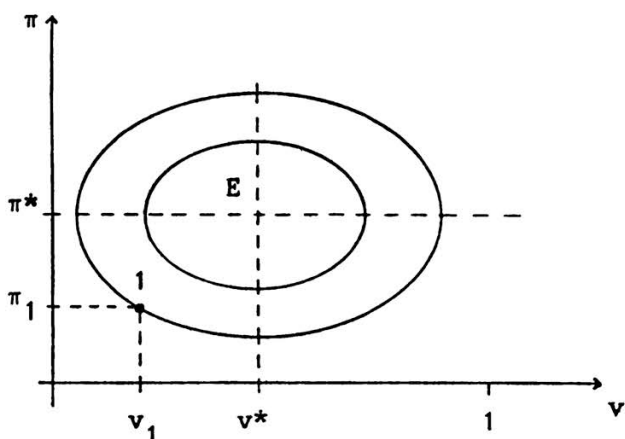


Abb. 2

Beschäftigungsquote  $v^*$  bei der konstanten Inflationsrate  $\pi^* > 0$  zu definieren und nicht in einer Situation  $\pi = 0$  (konstantes Preisniveau), die nach der vorliegenden Analyse nur als ökonomisch unrealistischer Trivialfall  $\pi = v = 0$  eintreten kann. Schon recht früh haben *Cagan*<sup>31</sup> und *Fellner*<sup>32</sup> darauf hingewiesen, die natürliche Arbeitslosigkeit so zu definieren. Nicht zuletzt zwingen die in den meisten Fällen völlig unrealistischen und wirtschaftspolitisch nicht akzeptablen hohen Werte der aus der *Phillipskurve* für  $\pi = 0$  ermittelten natürlichen Arbeitslosenraten zu dieser neuen Betrachtungsweise. Mit dem vorliegenden Modell kann die zu einer konstanten Inflationsrate führende Arbeitslosenquote theoretisch hergeleitet und nach ökonometrischer Schätzung des Differentialgleichungssystems (11) auch empirisch quantifiziert werden (siehe Abschnitt V). Die Inflationsrate  $\pi^*$ , die bei gleichzeitiger Realisation der natürlichen Arbeitslosenquote über die Zeit konstant bleibt<sup>33</sup>, solange  $v = v^*$ , heißt entsprechend „natürliche“ Inflationsrate; sie hängt nur von den Strukturparametern  $\xi_0$  und  $\xi_1$  der Angebotsseite des Modells ab.

Realisiert eine Volkswirtschaft in einer Periode nicht die natürliche Inflationsrate und die natürliche Beschäftigungsquote, entwickeln sich  $\pi$  und  $v$  simultan gemäß der Integralkurven in Abbildung 2. Die Bewegungsrichtung

<sup>31</sup> *Cagan* (1977) und (1978).

<sup>32</sup> *Fellner* (1978).

<sup>33</sup> Trotz der großen Übereinstimmung ist die so definierte natürliche Arbeitslosenquote von der inflationsstabilen zu unterscheiden: Während die inflationsstabile Arbeitslosenquote eine hinreichende Bedingung für eine konstante Inflationsrate darstellt, ist die natürliche Arbeitslosenquote hierfür noch nicht einmal notwendig.

ist dabei gegen den Uhrzeigersinn. Dies folgt unmittelbar aus den Vorzeichen der beiden Ableitungen  $\dot{\pi}$  und  $\dot{v}$ . Im Punkt 1 der Abbildung 2 gilt  $v_1 < v^*$ . Die Klammer in der ersten Gleichung des Systems (11) ist daher positiv; die Berücksichtigung ihres negativen Vorzeichens führt zu  $\dot{\pi}_1 < 0$ . Analog hierzu wird die Klammer der zweiten Gleichung des Systems (11) wegen  $\pi_1 < \pi^*$  ebenfalls positiv; daraus resultiert dann  $\dot{v}_1 > 0$ .

Diese Bewegungsrichtung legt eine Neuinterpretation des trade-offs zwischen Arbeitslosenquote und Inflationsrate nahe. Um die Modifikationen zu verdeutlichen, werden die Integralkurven der Abbildung 2 in ein Koordinatensystem mit der Arbeitslosenquote  $u$  an der Abszisse und der Inflationsrate an der Ordinate übertragen. Wegen der definitorischen Beziehung  $u = 1 - v$  kehren sich im neuen Koordinatensystem die Bewegungsrichtung und der Phasenverlauf um. Abbildung 3a gibt eine Trajektorie der Integralkurvenschare aus Abbildung 2 wieder, in der vier Phasen unterschieden werden. Abbildung 3b zeigt die gleiche Integralkurve, jetzt jedoch mit der Variablen Arbeitslosenquote an der Abszisse.

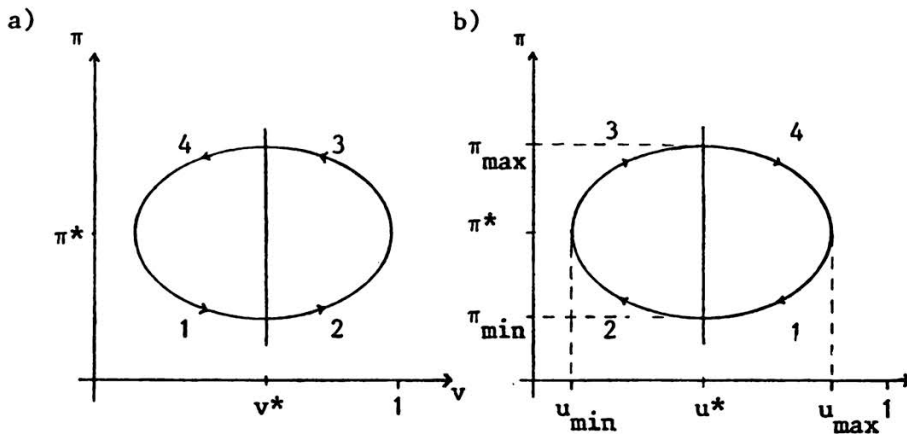


Abb. 3

Nach dem aufgestellten Modell entwickeln sich Arbeitslosenquote und Inflationsrate im Regelfall<sup>34</sup> auf Integralkurven im Uhrzeigersinn. Dieses deduzierte Bewegungsmuster wird durch die Realität gestützt: Die in ein  $(u, \pi)$ -Koordinatensystem eingetragenen Beobachtungstupel ergeben Streudiagramme, in denen deutlich schleifenförmige Punkteanordnungen hervor-

<sup>34</sup> Die Ausnahme ergibt sich dadurch, daß  $\pi$  und  $u$  die Koordinatenwerte des Zentrums annehmen.

treten. Aus der einfachen *Phillips*kurventheorie und ihrer Weiterentwicklung durch *Lipsey* ist gerade dieses Bewegungsmuster nicht ohne weiteres ableitbar; hierzu müssen die entsprechenden Ansätze durch geeignete ad-hoc-Annahmen erweitert werden<sup>35</sup>.

Bei ihrer Entwicklung gemäß einer Integralkurve durchläuft eine Volkswirtschaft vier verschiedene Stadien. In der Phase 1 (siehe Abbildung 3b) nehmen Inflationsrate und Arbeitslosenquote ab. Die Inflationsrate erreicht hier bei der natürlichen Arbeitslosenquote  $u^*$  ihr Minimum  $\pi_{\min}$ . Eine weitere Senkung der Arbeitslosenquote unter ihre natürliche Rate führt zu einer Zunahme der Inflationsrate bis zu ihrem natürlichen Wert  $\pi^*$  (Phase 2). Die Arbeitslosenquote erreicht dabei ihr Minimum  $u_{\min}$ . Die Inflationsrate  $\pi^*$  ist aber bei diesem hohen Beschäftigungsniveau zu gering, um dem Lohndruck und der Überschußnachfrage zu entsprechen. Die in Abschnitt II aufgezeigte Interdependenz zwischen Inflationsrate und Beschäftigungsquote bewirkt jetzt einen weiteren Anstieg der Inflationsrate mit zu Beginn langsam wachsender Arbeitslosenquote. Die als Phase 3 gekennzeichnete Situation läßt sich als Stagflation charakterisieren. In diesem Zustand nimmt die Inflationsrate solange zu, bis die Arbeitslosenquote wieder an ihren natürlichen Wert herangeführt ist. Die Inflationsrate erreicht dabei ihr Maximum  $\pi_{\max}$ . Eine steigende Arbeitslosigkeit bis zu ihrem maximalen Wert  $u_{\max}$  zwingt in Phase 4 die Inflationsrate wieder auf ihre natürliche Höhe zurück, die sie wegen einer zu großen Arbeitslosigkeit durchläuft: Mit Phase 1 schließt sich ein neuer Ablauf an.

Dem klassischen Inflations- und Beschäftigungs-trade-off ähneln nur die Phasen 2 und 4. Abbildung 3b zeigt, daß dieser trade-off im Gegensatz zum heutigen Stand der Diskussion als irreversibel anzusehen ist. Während nach dem *Phillips*-Ansatz dieselbe Kurve für zu- und abnehmende Arbeitslosenquoten Gültigkeit hat<sup>36</sup>, ist dies hier nicht mehr der Fall: Phase 2 beschreibt den Zusammenhang für abnehmende, Phase 4 für zunehmende Arbeitslosenquoten. Bei allen Phasen ist zudem noch die Bewegungsrichtung der Veränderung zu beachten. Die Inflationsrate kann nur dann durch einen Anstieg der Arbeitslosenquote gesenkt werden, solange Inflationsrate und Arbeitslosenquote über ihren natürlichen Werten liegen (Phase 4): Lohndruck und Überschußnachfrage sind zur Aufrechterhaltung der hohen

<sup>35</sup> Es fällt auf, daß diese ad-hoc-Annahmen stets eine dynamische Komponente enthalten. So erklären *Lipsey* (1960) und *Phillips* (1958) die Schleifen in den Beobachtungen durch die exogen vorgegebene konjunkturelle Entwicklung der Arbeitslosenquote. *Risch* (1981) hingegen gelingt es, die Bewegung der Arbeitslosenquote und damit die *Phillips*-Schleifen zu endogenisieren.

<sup>36</sup> Dies gilt auch für die Weiterentwicklungen, bei denen jedoch Inflationserwartungen zu einer Verschiebung der *Phillips*-Kurve führen.



Inflationsraten zu gering. In dieser Phase verhindert die systemimmanente Dynamik einen entgegengerichteten trade-off, der nach dem vorliegenden Modell jedoch in Phase 2 gegeben ist. Hier kann die Arbeitslosenquote zu Lasten der Inflationsrate gesenkt werden, vorausgesetzt, beide Variablen sind kleiner als ihre natürlichen Werte: Die aus relativ hohen Reallohnsätzen resultierende Überschußnachfrage führt zu einem weiteren Rückgang der Arbeitslosenquote bei steigender Inflationsrate.

Über den *Phillips*-Ansatz hinausgehend folgen aus dem Modell auch diejenigen Entwicklungen, die – in der Realität beobachtbar – gleichwohl aber nur schwer mit dem Phillips-Paradigma kompatibel sind. Es handelt sich hierbei um die Stagflation und um Stadien, in denen Inflationsrate und Arbeitslosenquote simultan sinken; Zustände, die in Abbildung 3 b als Phasen 3 und 1 wiedergegeben sind.

#### IV.

In der bisherigen Analyse wurde von einer Konstanz der Parameter  $\alpha_0$ ,  $\alpha_1$ ,  $\xi_0$  und  $\xi_1$  des hochaggregierten Modells ausgegangen. Diese Koeffizienten repräsentieren aber ganz bestimmte ökonomische Komponenten, die Einflüsse der Produktionsstruktur, des technischen Fortschritts, der Beschaffenheit des Arbeitsmarktes, der Entwicklung der Arbeitsproduktivität und über diese Faktoren auch indirekt wirtschaftspolitische Maßnahmen zusammenfassen und daher auf Variationen dieser Größen reagieren. Eine Parameterveränderung führt aber zu einer Verlagerung des Zentrums  $E$  und damit der gesamten Integralkurvenschär.

Um diese Einflüsse den einzelnen Parametern zuordnen zu können, ist eine umfassende Analyse, die über die Intention des vorliegenden Ansatzes hinausgehen würde, notwendig. Dennoch kann ein erster Aufschluß über die Reaktion des Systems auf Parameteränderungen bereits auf der Basis einer ersten Zuordnung aufgezeigt werden. Aus der Entwicklung des Differentialgleichungssystems (11) folgt, daß sich Marktmachtpositionen der Tarifpartner und Änderungen der Arbeitsproduktivität in den Parametern  $\alpha_0$  und  $\alpha_1$  niederschlagen, während  $\xi_0$  und  $\xi_1$  vornehmlich durch produktionstheoretische Zusammenhänge, einschließlich der Wirkung des technischen Fortschritts, geprägt sind.

Es sei angenommen, daß in einem bestimmten Zeitpunkt die Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität einmalig<sup>37</sup> zunimmt und dann auf dem neuen

<sup>37</sup> Die Einschränkung auf eine einmalige Zunahme dient nur der Klarheit der Argumentation und der grafischen Wiedergabe dieser Variation. Die abgeleiteten Ergebnisse bleiben auch bei kontinuierlichen Änderungen von  $\alpha_0$  gültig.

Niveau konstant bleibt. Dadurch steigt der Wert des Parameters  $\alpha_0$ . Anstelle des Zentrums  $E_0$  herrscht nun das Zentrum  $E_1$  (siehe Abbildung 4):

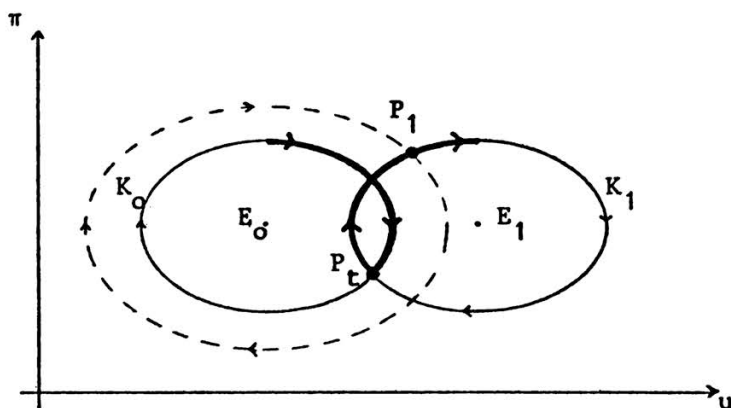


Abb. 4

Vor der Parameteränderung folgen Inflationsrate und Arbeitslosenquote einer Entwicklung entlang der Integralkurve  $K_0$ . Zum Zeitpunkt  $t$  der Parameteränderung befindet sich die Volkswirtschaft in der Position  $P_t$ . Für das neue Integralkurvensystem, festgelegt durch das Zentrum  $E_1$ , bedeutet der Punkt  $P_t$  eine Anfangsbedingung, die aus der jetzt gültigen Integralkurvenschar die Integralkurve  $K_1$  festlegt, gemäß der sich die weitere Entwicklung von Inflationsrate und Arbeitslosenquote vollzieht. In Abbildung 4 gibt die dick ausgezeichnete Linie den qualitativen Verlauf der Variablen  $\pi$  und  $u$  wieder; die Pfeile kennzeichnen die Bewegungsrichtung. Solange keine neuen Parameteränderungen eintreten, prädisponiert die Integralkurve  $K_1$  die weitere Entwicklung von  $\pi$  und  $u$ .

Aufgrund des entwickelten Modells lassen sich mögliche wirtschaftspolitische Maßnahmen theoretisch<sup>38</sup> in drei Kategorien unterteilen. Die erste Kategorie enthält Steuerungsmaßnahmen, die eine Beeinflussung von Inflations- und Arbeitslosenrate entlang einer vorgegebenen Trajektorie ermöglichen. Die Wirtschaftspolitik kann dabei beschleunigend oder verzögernd wirken, jedoch kaum eine Umkehr der systeminhärenten Bewegungsrichtung erzwingen. Die zweite Kategorie umfaßt alle Eingriffe, die einer Ände-

<sup>38</sup> Diese Aufteilung soll unter ganz allgemeinen Gesichtspunkten erfolgen. Es ist keineswegs beabsichtigt, den drei Kategorien einzelne, konkrete Politikmaßnahmen zuzuordnen. Dies ist in vielen Fällen wegen Wirkungsvielfalt und -verzögerungen keine einfache Aufgabe und sollte daher durch eine quantitative Analyse abgesichert sein.

rung der Anfangsbedingungen entsprechen, jedoch das Zentrum unbeeinflusst lassen. Diese Strategien erlauben Trajektorien zu realisieren, die näher am Zentrum liegen. Dadurch nehmen die Schwankungen von Inflations- und Arbeitslosenrate ab. Eine solche Politik ist jedoch abzulehnen, wenn in der Ausgangssituation das Zentrum bereits sehr hohe Werte für die natürliche Inflations- und Arbeitslosenrate determiniert. Jetzt sind Politikmaßnahmen der Kategorie drei anzuwenden, die eine Verschiebung des Zentrums und damit eine Verringerung der natürlichen Inflations- und/oder Arbeitslosenrate auslösen (zum Beispiel in Abbildung 4 die Verschiebung des Zentrums  $E_1$  in die neue Position  $E_0$ ). Mit diesen Maßnahmen muß aber in der kurzen Frist keine spürbare Auswirkung auf die tatsächlich zu durchlaufenden  $(u, \pi)$ -Kombinationen einhergehen, da der letzte Zustand im System  $E_1$  (z.B. der Punkt  $P_1$  in Abbildung 4) immer Anfangsbedingung für die konkrete Integralkurve mit dem Zentrum  $E_0$  ist (gestrichelte Trajektorie in Abbildung 4). Jedoch setzen sich mittelfristig die mit dieser Politik angestrebten Wirkungen durch, wenn sich die Volkswirtschaft in den Phasen 1 und 2 (siehe Abbildung 3b) befindet.

## V.

Der empirische Gehalt einer ökonomischen Theorie zeigt sich nicht in der Allgemeingültigkeit oder Plausibilität ihrer Annahmen, sondern darin, daß ihre Implikationen mit dem realen Geschehen in hinreichend hohem Maße<sup>39</sup> übereinstimmen. Die empirische Überprüfung einer dynamischen Theorie kann sich in einer ersten Stufe darauf erstrecken, ob die aus dem Modell deduzierten Entwicklungen bestimmter, beobachtbarer Variablen auch in den tatsächlich eingetretenen Zeitreihen vorliegen: Die Übereinstimmung der Grundmuster des theoretischen und des empirischen Bewegungsablaufs stellt einen wichtigen Hinweis für den empirischen Gehalt der betreffenden Theorie dar. Eine gesichertere Überprüfung läßt sich durch die ökonometrische Schätzung der Koeffizienten formalisierter Implikationen erzielen. Diese Vorgehensweise erlaubt nicht nur die Quantifizierung der unbekannten Modellparameter, sondern auch die Durchführung statistischer Tests zur Beurteilung der Signifikanz der Schätzungen. Gerade in dieser Möglichkeit liegen die Vorzüge des ökonometrischen Ansatzes im Vergleich mit dem erstgenannten Überprüfungsverfahren: Erweisen sich die Parameterschät-

<sup>39</sup> Mit dieser Formulierung soll bewußt der Eindruck vermieden werden, als ließe sich in den Sozialwissenschaften dieselbe Exaktheit wie in den Naturwissenschaften erreichen. Menschliches Handeln stellt sich stets als inhärent stochastisch, jedoch nicht regellos, dar. Die ökonomische Theorie versucht gerade den auf das Wirtschaften gerichteten Teil systematischen Handelns zu ergründen.



zungen als nur zufällig von null verschieden, kann dies prinzipiell als Falsifikation der in der Implikation enthaltenen ökonomischen Hypothese gedeutet werden<sup>40</sup>.

Die beiden angesprochenen Überprüfungsmöglichkeiten sollen bei dem vorliegenden Modell zur Anwendung kommen. Als Relevanzzeitraum dienen die Jahre 1971 bis 1983, weil hier sehr ausgeprägte Inflationsentwicklungen vorliegen. Die Datenbasis<sup>41</sup> besteht aus Quartalerhebungen für die saisonbereinigte Arbeitslosen- bzw. Beschäftigungsquote und für die Inflationsrate, berechnet aus den Vorjahresänderungen des Preisniveaus der Verwendung des Sozialprodukts für den privaten Verbrauch mit dem Basisjahr 1976. Um das Zeitmuster dieser empirischen Reihen zu erkennen, werden die für jedes Quartal vorliegenden Beobachtungstupel als Punkte in ein kartesisches Koordinatensystem übertragen, an dessen Abszisse die Arbeitslosenquote und an der Ordinate die Inflationsrate abgetragen sind (siehe Abbildung 5).

Die jeden Punkt kennzeichnende Ziffer gibt den Zeitbezug an, beginnend mit 1 = 1. Quartal 1971. Die Verbindung aller Punkte in Reihenfolge der natürlichen Zahlen liefert das Entwicklungsmuster der Inflationsrate und Beschäftigungsquote, dessen systematischer Teil nach Ausschluß stochastischer Störeinflüsse durch die „glatte“ Linie repräsentiert wird. Es treten hier deutlich zwei Schleifen hervor: Die erste beginnt mit dem Punkt 1 und endet im Punkt 32, der gleichzeitig den Anfang der zweiten Schleife markiert, deren letzte Beobachtung mit dem Punkt 52 gegeben ist. Wie in Abschnitt IV gezeigt (vgl. Abbildung 4), ist ein solcher Bewegungsablauf aus dem hier entwickelten Modell ableitbar; der empirische Befund muß somit als eine erste Stützung der aufgestellten Theorie gewertet werden.

Die ökonometrische Überprüfung einer ökonomischen Theorie gelingt nur dann, wenn ein ökonometrisches Modell aufgestellt ist, das die Theorie oder ihre Implikationen als formalisierte Hypothesen enthält. Es ist im vorliegenden Fall daher naheliegend, das nichtlineare Differentialgleichungssystem (11) als Ausgangspunkt zu wählen. Dieses System ist jedoch für die ökonometrische Analyse noch ungeeignet, da es weder linear in allen Variablen<sup>42</sup> noch stochastisch ist. Der erstgenannte Mangel läßt sich leicht durch eine geeignete Variablentransformation beseitigen. Dividiert man in System (11) die erste Gleichung durch  $\pi$  und die zweite durch  $v$ , ergibt dies:

---

<sup>40</sup> Es seien hier andere Instanzen einer Falsifikation, wie z. B. Fehlspezifikation des konkreten ökonomischen und/oder des statistischen Modells ausgeschlossen.

<sup>41</sup> Die Daten stellte freundlicherweise das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung Essen zur Verfügung.

<sup>42</sup> Zur Bedeutung der Linearität in den Variablen siehe Assenmacher (1984), S. 28.

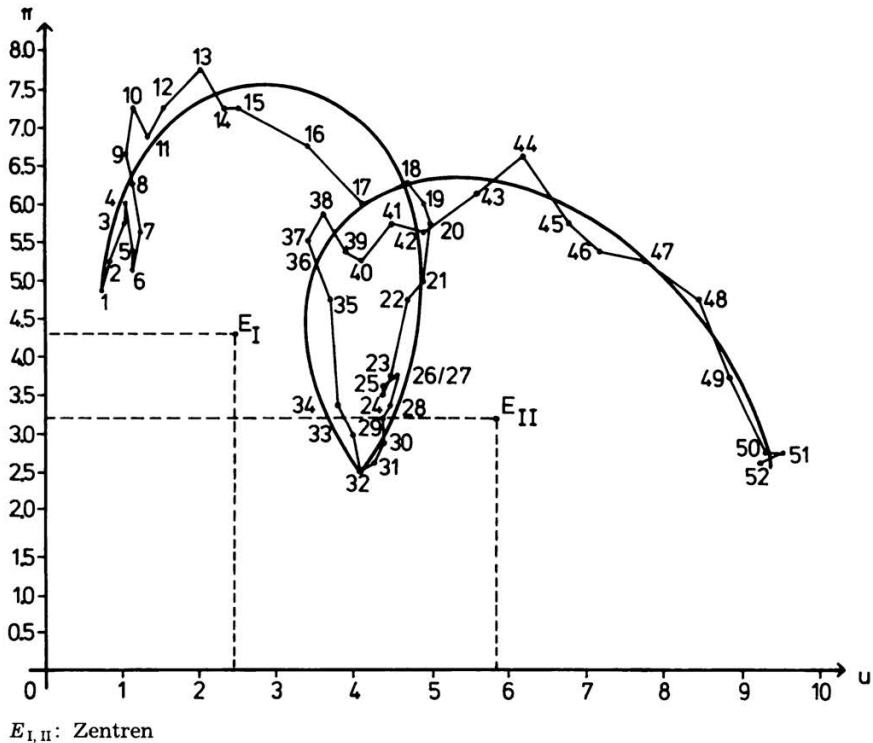


Abb. 5

$$(17) \quad \frac{\dot{\pi}}{\pi} = -\alpha_0 + \alpha_1 v$$

$$\frac{\dot{v}}{v} = \xi_0 - \xi_1 \pi$$

Die Transformationsgleichungen  $w_\pi = \dot{\pi}/\pi$  und  $w_v = \dot{v}/v$  linearisieren diese beiden Gleichungen. Die Stochastisierung des Systems (17) bereitet ziemliche Schwierigkeiten, da es mit stetigem Zeitparameter formuliert ist<sup>43</sup>. Selbst wenn dieses Problem zufriedenstellend gelöst werden könnte, bleibt noch die Frage nach dem geeigneten Schätzverfahren offen. In der ökonometrischen Literatur gibt es nur wenige Ansätze, die sich mit der Schätzproblematik bei stochastischen Differentialgleichungssystemen befassen. Die erzielten Resultate sind jedoch in keinem Fall sehr ermutigend: Entweder gelten die Schätzverfahren nur für Modelle ohne exogene

<sup>43</sup> Vgl. hierzu Schmid (1977), S. 11 ff.

Regressoren, oder die Schätzungen sind verzerrt<sup>44</sup>. Allen Schätzungen liegt zudem ein erheblicher formaler Aufwand zugrunde und sie bereiten Schwierigkeiten bei ihrer numerischen Realisation. Aus diesen Gründen soll das Gleichungssystem (17) durch eine Fassung mit diskretem Zeitparameter approximiert werden. Dies geschieht durch die diskreten Approximationsgleichungen:

$$w_{\pi,t} := \frac{\pi_t - \pi_{t-1}}{\pi_{t-1}}, \quad w_{v,t} := \frac{v_t - v_{t-1}}{v_{t-1}}, \quad v := v_t \quad \text{und} \quad \pi := \pi_t \\ t = 1, 2, 3, \dots$$

Die Einführung von Zufallseinflüssen kann jetzt additiv erfolgen, wobei die in der Ökonometrie üblichen Annahmen<sup>45</sup> das statistische Modell für diese Einflüsse konstituieren. Das einer empirischen Analyse zugängliche Modell hat nun die Form:

$$(18) \quad w_{\pi,t} = \phi_{11} + \phi_{12} v_t + \varepsilon_{1t}$$

$$(19) \quad w_{v,t} = \phi_{21} + \phi_{22} \pi_t + \varepsilon_{2t}$$

$$(20) \quad \Sigma_i = \sigma_i^2 I, \quad i = 1, 2; \quad t = 1, \dots, T: \text{Relevanzzeitraum}$$

$\Sigma_i$ :  $(T \times T)$ -Kovarianzmatrix der Störvariablen  $\varepsilon_i$

Die a priori Restriktionen für dieses Modell lauten:

$$\phi_{11} = -\alpha_0 < 0, \quad \phi_{12} = \alpha_1 > 0, \quad \phi_{21} = \xi_0 > 0 \quad \text{und} \quad \phi_{22} = -\xi_1 < 0$$

Da in beiden Gleichungen keine endogenen Variablen als Regressoren vorkommen<sup>46</sup>, kann das Modell auf der Datenbasis des oben angegebenen Rele-

<sup>44</sup> Schmid (1977), S. 67 ff. zeigt dies anhand einer Monte-Carlo-Simulation für die von Bergstrom (1966) und Wymer (1972) entwickelten Verfahren, bei denen das simultane Differentialgleichungssystem durch ein gewöhnliches Gleichungssystem mit diskretem Zeitparameter approximiert wird.

<sup>45</sup> Vgl. Assenmacher (1984), S. 32 ff.

<sup>46</sup> Diese Aussage ist bei der Verwendung von Wachstumsraten als endogene Variable meistens problematisch. So ist z.B. der Regressor  $v_t$  Bestandteil der endogenen Variablen  $w_{v,t}$  und  $\pi_t$  in  $w_{\pi,t}$  enthalten. Dadurch sind in beiden Regressionsgleichungen die entsprechenden Regressoren von den Störvariablen  $\varepsilon_i$ ,  $i = 1, 2$  nicht mehr stochastisch unabhängig. Anders als bei theoretischen ökonometrischen Analysen hat die stochastische Fundierung bei praktischen ökonometrischen Untersuchungen mit den substanzwissenschaftlichen Vorgaben kompatibel zu sein. Es wäre daher nicht richtig, die verzögerten Variablen in  $w_{v,t}$  und  $w_{\pi,t}$  als determiniert anzusehen. Die Störvariablen würden dann nur noch  $v_t$  bzw.  $\pi_t$  beeinflussen können. Dies ist aber ein



vanzzeitraums mit der Methode der kleinsten Quadrate (OLS) gleichungsweise geschätzt werden. Die beiden Schleifen in Abbildung 5 weisen auf einen Strukturbruch im 32. Quartal hin, der sich in einer Verschiebung des Zentrums der Integralkurvenschär niederschlägt. Aus diesem Grund werden für jede Gleichung zwei Schätzungen durchgeführt. Schätzung I erfolgt auf dem Stützzeitraum 1. Quartal 1971 bis 4. Quartal 1978; der Schätzung II liegt die Datenbasis 1. Quartal 1979 bis 4. Quartal 1983 zugrunde. Schätzung I liefert für die Gleichungen (18) und (19) die folgenden Ergebnisse. Dabei stellen die Zahlen in Klammern unter jedem geschätzten Koeffizienten seinen  $t$ -Wert dar. Das Symbol  $\hat{\cdot}$  über einer Variablen kennzeichnet ihre mit der Regressionsgleichung berechneten Werte; steht dieses Symbol über einem Parameter, bezeichnet es seine Schätzung.

$$(21) \quad \hat{w}_{\pi,t} = -244,249 + 2,505 v_t$$

$$(-3,1) \quad (3,08)$$

$$d = 1,538 \quad R^2 = 0,241$$

$$(22) \quad \hat{w}_{v,t} = 0,459 - 0,107 \pi_t$$

$$(3,4) \quad (-4,345)$$

$$d = 0,847 \quad R^2 = 0,386$$

$d$ : Durbin-Watson-Statistik  
 $R^2$ : Bestimmtheitsmaß (Determinationskoeffizient)

Die mit der Schätzung II erzielten Regressionsgleichungen lauten:

$$(23) \quad \hat{w}_{\pi,t} = -380,34 + 4,04 v_t$$

$$(-3,13) \quad (3,15)$$

$$d = 1,458 \quad R^2 = 0,367$$

$$(24) \quad \hat{w}_{v,t} = 0,542 - 0,172 \pi_t$$

$$(1,97) \quad (-3,15)$$

$$d = 0,691 \quad R^2 = 0,369$$

---

Widerspruch zu der den Gleichungen (18) und (19) zugrunde liegenden Theorie, wonach die Raten als Ganzes Plangrößen der Wirtschaftssubjekte sind. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint die Annahme, daß  $\text{cov}(v_t, \epsilon_{1t}) = \text{cov}(\pi_t, \epsilon_{2t}) = 0$  ist, zwar kühn, aber doch vertretbar. Vgl. hierzu auch den Hinweis von *Sargent* (1978), wonach ökonometrische und ökonomische Exogenität nicht immer übereinstimmen müssen.

In allen vier Regressionsgleichungen wurde das Vorzeichen der Regressionskoeffizienten in Übereinstimmung mit den a priori Restriktionen richtig geschätzt. Bei einem ungewöhnlich kleinen  $\alpha$ -Fehler von nur 0,5 v.H. weichen alle Koeffizientenschätzungen bis auf den Achsenabschnitt der Gleichung (24) signifikant von null ab<sup>47</sup>. Der Achsenabschnitt der Gleichung (24) ist jedoch bereits bei einem  $\alpha$ -Fehler von 5 v.H. wieder signifikant geschätzt.

Diese Befunde bedeuten eine außergewöhnlich gute empirische Stützung der in den Regressionsgleichungen enthaltenen ökonomischen Theorie; das kommt auch in der *Durbin-Watson*-Statistik  $d$  der Regressionsgleichungen (21) und (23) zum Ausdruck. In beiden Fällen nimmt  $d$  Werte an, die für die Störvariablen keine Autokorrelation anzeigen. Dies ist ein Hinweis dafür, daß die wesentlichen Determinanten für die Wachstumsrate der Inflationsrate in diesen Regressionsgleichungen enthalten sind. Bei den beiden übrigen Gleichungen autokorrelieren die Störvariablen. Autokorrelation der Störvariablen kann dahingehend gedeutet werden, daß die Entwicklung der Beschäftigungsquote und ihre Abhängigkeit von anderen ökonomischen Größen zu einfach modelliert ist; bei dem angestrebten hohen Aggregationsgrad des Modells ist dies jedoch nicht verwunderlich.

Im Gegensatz zu früheren empirischen Arbeiten hat der Determinationskoeffizient  $R^2$  viel von seiner ursprünglichen Faszination verloren. Dieses Maß kann in den meisten Fällen ohnehin nur deskriptiv gedeutet werden. Seine Aussagekraft ist tendenziell noch geringer, je flacher die Regressionsgerade verläuft. Vor diesem Hintergrund sind die hier berechneten niedrigen Werte für  $R^2$  noch zufriedenstellend.

Die ökonometrische Analyse weist dem Gleichungssystem (11) und der in ihm enthaltenen Theorie für beide Stützzeiträume I und II eine große empirische Relevanz zu. Die Entwicklung der Inflationsrate und Arbeitslosenquote erfolgt in den Jahren 1971 bis Ende 1978 entlang einer Trajektorie um ein Zentrum, dessen Koordinaten sich aus den Koeffizienten der Gleichungen (21) und (22) ergeben. Mit diesen Werten sind dann auch die Höhe der natürlichen Inflationsrate  $\hat{\pi}^*$  und der natürlichen Arbeitslosenquote  $\hat{u}^*$  für den Stützzeitraum I gefunden. Die natürliche Inflationsrate beträgt:

$$\hat{\pi}^* = \frac{\hat{\phi}_{21, I}}{\hat{\phi}_{22, I}} = \frac{0,459}{0,107} = 4,29 \text{ v.H.}$$

<sup>47</sup> Bei den meisten empirischen Arbeiten beträgt der  $\alpha$ -Fehler entweder 5 v.H. oder 1 v.H. Der Signifikanztest wird um so aussagekräftiger, je kleiner man den  $\alpha$ -Fehler wählt, weil damit die Wahrscheinlichkeit, eine richtige  $H_0$ -Hypothese abzulehnen, sinkt.

Für die natürliche Beschäftigungsquote folgt:

$$\hat{\vartheta}^* = \frac{\hat{\phi}_{11, I}}{\hat{\phi}_{12, I}} = 97,5 \text{ v.H.}$$

Dieses Ergebnis führt zu einer natürlichen Arbeitslosigkeit von  $\hat{u}^* = 2,5$  v.H. In den Jahren 1979 bis Ende 1983 (Stützzeitraum II) entwickeln sich Inflationsrate und Arbeitslosenquote auf einer Trajektorie, für die der Zustand im 32. Quartal (siehe Abbildung 5) Anfangsbedingung ist und deren Zentrum die Koeffizientenschätzungen der Gleichungen (23) und (24) festlegen. Hieraus folgen  $\hat{\pi}^*_{II}$  und  $\hat{u}^*_{II}$  als:

$$\hat{\pi}^*_{II} = \frac{\hat{\phi}_{21, II}}{\hat{\phi}_{22, II}} = \frac{0,542}{0,172} = 3,15 \text{ v.H.} \quad \text{und}$$

$$\hat{u}^*_{II} = 1 - \hat{\vartheta}^*_{II} = 1 - \frac{\hat{\phi}_{11, II}}{\hat{\phi}_{12, II}} = 1 - \frac{380,34}{4,04} = 5,86 \text{ v.H.}$$

Bei der Bewertung dieser Ergebnisse darf nicht übersehen werden, daß es sich um die Koordination der Zentren für beide Trajektorien handelt. In einer Volkswirtschaft stellt sich nicht von selbst die natürliche Inflationsrate ein, wenn die natürliche Arbeitslosenquote herrscht. Vielmehr müssen natürliche Inflationsrate und natürliche Arbeitslosenquote in derselben Periode realisiert werden, damit das Zentrum den Zustand einer Volkswirtschaft beschreibt. Die Verhaltensweisen der Wirtschaftssubjekte waren im Stützzeitraum I (II) so, daß die Volkswirtschaft nur bei gleichzeitiger Realisation einer Inflationsrate von 4,29 v.H. (3,15 v.H.) und einer Arbeitslosenquote von 2,5 v.H. (5,86 v.H.) in diesem Zustand geblieben wäre<sup>48</sup>. Die tatsächliche Entwicklung erfolgt aber auf Integralkurven um das Zentrum, wobei wegen Veränderung der allgemeinen Bedingungen im 32. Quartal des gesamten Stützbereichs keine volle Trajektorie durchlaufen wurde. Unter diesem Gesichtspunkt erscheinen die empirisch ermittelten Werte für  $\hat{u}^*$  und  $\hat{\vartheta}^*$  als recht realistisch.

<sup>48</sup> Um eine inflationsstabile Arbeitslosenquote bestimmen zu können, muß Franz in seiner Untersuchung eine tolerable, stabile Inflationsrate annehmen, die er auf 3 v.H. quantifiziert (Franz, 1984, S. 619). Daß diese plausible, jedoch willkürliche Festlegung mit den realen Gegebenheiten der letzten Jahre übereinstimmt, zeigt die ökonomische Schätzung unseres Modells auf der Datenbasis des Stützzeitraumes II: Danach beträgt die modellendogene, stabile Inflationsrate 3,15 v.H. Auch die von Franz für eine Inflationsrate von 3 v.H. ermittelte inflationsstabile Arbeitslosenrate für die Jahre 1975 bis einschließlich 1981 von 4,2 v.H. bzw. 4,7 v.H. ist mit einer natürlichen Arbeitslosenquote von 5,86 v.H. kompatibel, da die Aktualisierung der Datenbasis bei der vorliegenden Schätzung die Arbeitslosenquote erhöht.



## Literatur

- Andronov, A. A., Vitt, A. A., und Kaikin, S. E. (1966): Theory of Oscillators, London.
- Assenmacher, W. (1984): Einführung in die Ökonometrie, 2. Aufl.; München, Wien.
- Assenmacher, W. (1986): Lehrbuch der Konjunkturtheorie, 2. Aufl.; München, Wien.
- Barro, R. J. (1972): A Theory of Monopolistic Price Adjustment; Review of Economic Studies.
- Bergstrom, A. R. (1966): Nonrecursive Models as Discrete Approximations to Systems of Stochastic Differential Equations; *Econometrica*.
- Brinner, R. G. (1977): The Death of the Phillips Curve Reconsidered; *Quarterly Journal of Economics*.
- Cagan, Ph. (1977): The Reduction of Inflation and the Magnitude of Unemployment; in: Contemporary Economic Problems 1977, American Enterprise Institute for Public Policy Research.
- Cagan, Ph. (1978): The Reduction of Inflation by Slack Demand; in: Contemporary Economic Problems 1978, American Enterprise Institute for Public Policy Research.
- Eckstein, O. (ed.) (1972): The Econometrics of Price Determination; Washington.
- Enke, H., Köhler, W. und Schulz, W. (1983): Struktur und Dynamik der Wirtschaft; Freiburg i.Br.
- Fellner, W. (1978): The Core of the Controversy about Reducing Inflation: An Introductory Analysis; in: Contemporary Economic Problems 1978, American Enterprise Institute for Public Policy Research.
- Franz, W. (1978): Eine empirische Überprüfung des Konzepts der „natürlichen Arbeitslosenquote“ für die Bundesrepublik Deutschland; *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*.
- Franz, W. (1984): Wohin treibt die Phillipskurve? Theoretische und empirische Überlegungen zur inflationsstabilen Arbeitslosenquote in der Bundesrepublik Deutschland; *Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*.
- Friedman, M. (1968): The Role of Monetary Policy; *American Economic Review*.
- Frisch, H. (ed.) (1976): Inflation in Small Countries; Berlin, Heidelberg, New York.
- Hansen, B. (1970): Excess Demand, Unemployment, Vacancies and Wages; *Quarterly Journal of Economics*.
- König, H. (1978): Ein monetaristisches Modell zur Erklärung von Arbeitslosigkeit und Inflation: Modellprobleme und Implikationen für die BRD; *Zeitschrift für Nationalökonomie*.
- Kromphardt, J. (1984): Die Phillips-Kurve bei informierter Erwartungsbildung: Eine keynesianische Alternative zur Theorie der natürlichen Arbeitslosenquote; *Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*.
- Laidler, D. (1976): An Elementary Monetarist Model of Simultaneous Fluctuations in Price and Output; in: Frisch (1976).
- Leijonhufvud, A. (1968): Comment: Is There a Meaningful Trade-off between Inflation and Unemployment? *Journal of Political Economy*.
- Lipsey, R. G. (1960): The Relationship between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the UK 1862 - 1957: A further Analysis; *Economica*. Übersetzt in Nowotny (1974).
- Lotka, A. J. (1956): Elements of Mathematical Biology, New York.
- Neumann, M. J. M. (1982): Phillips-Illusionen: Ein Kommentar; *Kredit und Kapital*.
- Nordhaus, W. D. (1972): Recent Developments in Price Dynamics; in: Eckstein (1972).
- Nowotny, E. (Hrsg.) (1974): Löhne, Preise, Beschäftigung; Frankfurt/Main.
- Phelps, E. S. (1967): Phillips Curves, Expectations of Inflation, and Optimal Unemployment over Time; *Economica*.
- Phelps, E. S. (1972): Inflation Policy and Unemployment Theory: The Cost-Benefit Approach to Monetary Planning; London, Basingstoke.
- Phelps, E. S. et al. (1970): The Microeconomic Foundations of Employment and Inflation Theory; London, Basingstoke.
- Phelps, E. S., und Winter, S. G. (1970): Optimal Price Policy Under Atomistic Competition; in: Phelps et al. (1970).
- Phillips, A. W. (1958): The Relationship between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the UK 1862 - 1957; *Economica*.
- Ramb, B.-Th. (1983): Die horizontale Phillips-Kurve: Die



Quasineutralität der Arbeitslosenquote bezüglich der Inflationsrate, Zeitschrift für Wirtschafts- u. Sozialwissenschaften. – *Risch, B.* (1981): „Phillips-Loops“ und endogener Konjunkturzyklus; Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft. – *Rothschild, K. W.* (1971): The Phillips Curve and All That, Scottish Journal of Political Economy. Wieder abgedruckt in: Nowotny (Hrsg.) (1974). – *Rousseas, St.* (ed.) (1969): Proceedings of a Symposium on Inflation: Its Causes, Consequences and Control; Wilton, Connecticut. – *Samuelson, P. A.*, und *Solow, R. M.* (1960): The Problem of Achieving and Maintaining a Stable Price Level: Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy; American Economic Review. – *Sargent, T. J.* (1978): Rational Expectations, Econometric Exogeneity and Consumption; Journal of Political Economy. – *Schmid, F.* (1977): Zur ökonometrischen Behandlung dynamischer Modelle mit stetigem Zeitparameter; Göttingen. – *Tobin, J.* (1972): Inflation and Unemployment; American Economic Review. – *Volterra, V.* (1959): Theory of Functionals and of Integral and Integro-Differential Equations; New York. – *Vosgerau, H. J.* (1983): Goodwins Wachstumszyklus der Beschäftigung und Verteilung; in Enke, H. et al. (Hrsg.) (1983). – *Woll, A.*, *Faulwasser, B.*, und *Ramb, B.-Th.* (1977): Beschäftigung, Geld und Preisniveaustabilität: Empirische Untersuchungen zum Inflationsproblem; Opladen. – *Wymer, C. R.* (1972): Econometric Estimation of Stochastic Differential Equation Systems; Econometrica.

## Zusammenfassung

### Die Dynamik der Inflations- und Beschäftigungsentwicklung Eine theoretische und ökonometrische Analyse

Die in jüngerer Zeit beobachtbaren Entwicklungen von Inflationsrate und Arbeitslosenquote lassen sich mit dem *Phillips*-Kurven-Ansatz, in welcher Formulierung auch immer, nur unzureichend erklären. Dies liegt an den Erklärungshypothesen, die vorhandene Abhängigkeiten zwischen Beschäftigung und Inflation und damit die systemimmanente Dynamik beider Größen nur einseitig darstellen.

Um die Interdependenz zwischen Beschäftigung und Inflation zu erfassen, werden eine Preisentwicklungsgleichung und eine Arbeitsmarktreaktionsfunktion in Analogie zur einfachen *Phillips*-Relation aufgestellt, so daß nach entsprechender Substitution die Beschäftigungsquote die Entwicklung der Inflationsrate bestimmt.

Das gesamtwirtschaftliche Angebot ist in Abhängigkeit der Inflationsrate formuliert. Geeignete, realistische produktionstheoretische Annahmen erlauben es, eine inverse Beziehung zwischen der Veränderung der Beschäftigungsquote und der Inflationsrate aufzustellen. Damit erklärt die Inflationsrate die Veränderung der Beschäftigungsquote.

Die aufgestellten Wechselbeziehungen zwischen den Variablen Inflationsrate und Beschäftigungsquote führen zu einem nichtlinearen Differentialgleichungssystem erster Ordnung, dessen Trajektorien ihre Zeitpfade angeben. In diesem System gibt es neben der Trivallösung nur ein Wertepaar für Beschäftigungsquote und Inflationsrate, das zu einer Konstanz beider Größen über die Zeit führt: Diese Werte sollen daher die natürliche Beschäftigungs- bzw. Arbeitslosenquote und natürliche Inflationsrate heißen; beide sind größer als null. Nur bei gleichzeitiger Realisation der natürlichen Werte befindet sich eine Volkswirtschaft in einem Zustand mit konstan-

ter Inflationsrate und konstanter Arbeitslosenquote. Wegen ihrer Abhängigkeit von den Strukturparametern des Modells können die natürlichen Werte und damit die zugehörigen Integralkurven Veränderungen unterliegen. Solche Verschiebungen zeigen sich in der Empirie durch schleifenförmige Anordnungen der Beobachtungstupel. Die Übereinstimmung der aus dem vorgelegten Modell deduzierten Bewegungsabläufe mit der Realität deutet auf eine empirische Relevanz hin, die auch durch eine ökonometrische Analyse gefestigt wird.

## Summary

### **The Dynamism of Inflationary and Employment Trends A Theoretical and Econometric Analysis**

It is the aim of the present article to analyse some dynamic relations between inflation and employment. The analytical framework is based on the implications of the original *Phillips*-Curve and a hypothesis of dynamic price determination. Thus a function between the growth of the inflation rate and the employment rate is introduced. Additional assumptions concerning the sphere of production make it possible to formulate a further relation between the changes in the rates of employment and inflation. Both functions constitute a nonlinear first-order differential equations system which shows the interdependence as well as the dynamic structure of inflation and employment. The trajectories and the initial conditions of this system determine the time paths of the economic variables involved. In addition to the trivial solution there exists only one pair of values for the employment and inflation rate, at which both variables remain constant in the course of time. These values are defined as “natural employment or unemployment rate” and as “natural inflation rate”. They are both above zero. Only in case both natural values are realized simultaneously the economy enters a state of constant levels in inflation and employment. As the natural values depend on the structural parameters of the model, they are due to changes in the course of time and they may shift the centres of the trajectories. In that case the time paths of inflation and employment rates assume the form of a loop. Coincidence of such theoretically deduced movements with those observed in reality suggests empirical relevance of the model which is clearly supported by econometrical analysis.

## Résumé

### **Le dynamisme de l'évolution de l'inflation et de l'emploi Une analyse théorique et économétrique**

La théorie de la courbe de *Phillips*, peu importe comment on la formule, n'explique pas suffisamment les évolutions des taux d'inflation et de chômage observées ces derniers temps. En effet, les hypothèses y expliquant les dépendances qui existent entre l'emploi et l'inflation et, partant, le dynamisme immanent au système des deux grandeurs sont incomplètes.

Afin de saisir l'interdépendance entre l'emploi et l'inflation, l'auteur établit une équation d'évolution des prix et une fonction de réaction du marché du travail, en

analogie à la simple relation de Phillips. Ainsi, en faisant la substitution appropriée, le taux d'emploi détermine l'évolution du taux d'inflation.

L'offre économique globale est formulée en fonction du taux d'inflation. En posant des hypothèses théoriques de production, adéquates et réalistes, on peut établir une relation inverse entre la modification du taux d'emploi et du taux d'inflation. Celui-ci explique ainsi la modification du taux d'emploi.

Les relations réciproques établies entre les variables taux d'inflation et taux d'emploi conduisent à un système d'équation différentiel, non-linéaire, de premier ordre, dont les trajectoires indiquent leurs directions dans le temps. Outre la solution triviale, il existe dans ce système deux valeurs pour le taux d'emploi et d'inflation qui mènent à une constante des deux grandeurs dans le temps: ces valeurs sont donc le taux d'emploi ou de chômage naturel et le taux inflationniste naturel, toutes deux sont supérieures à zéro. Une économie n'a un taux d'inflation constant et un taux de chômage constant que si les valeurs naturelles sont réalisées en même temps. Comme elles dépendent des paramètres structuraux du modèle, les valeurs naturelles et, par conséquent, les courbes intégrales qui leur appartiennent peuvent se modifier. Empiriquement, de tels déplacements sont indiqués par la disposition en forme de courbe des points d'observation. Les mouvements déduits du modèle présenté ici coïncident avec la réalité, ce qui indique que ce modèle a une signification empirique. L'auteur l'affirme encore en faisant une analyse économétrique.