

Pack, Ludwig

**Working Paper**

## Reduktion der Arbeitsintensität - kostengünstige Alternative zu Kurzarbeit und Entlassung?

Diskussionsbeiträge - Serie I, No. 233

**Provided in Cooperation with:**

Department of Economics, University of Konstanz

*Suggested Citation:* Pack, Ludwig (1987) : Reduktion der Arbeitsintensität - kostengünstige Alternative zu Kurzarbeit und Entlassung?, Diskussionsbeiträge - Serie I, No. 233, Universität Konstanz, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik, Konstanz

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/75064>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

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

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

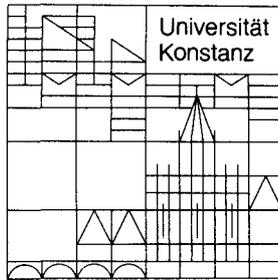
Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

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

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

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



**Fakultät für  
Wirtschaftswissenschaften  
und Statistik**

---

Ludwig Pack

**Reduktion der Arbeitsintensität —  
kostengünstige Alternative  
zu Kurzarbeit und Entlassung?**

Diskussionsbeiträge

---

Reduktion der Arbeitsintensität - kostengünstige  
Alternative zu Kurzarbeit und Entlassung?

Ludwig Pack  
✓

Serie I - Nr. 233

Juli 1987

A<sub>9</sub> 3301/87  
Wetwirtschaft  
Kiel

# Reduktion der Arbeitsintensität - kostengünstige Alternative zu Kurzarbeit und Entlassung?

## Disposition

- I. Zum Problem der Arbeitslosigkeit
  
- II. Arbeitsintensität sowie Kurzarbeit und Entlassung aus der Sicht der betriebswirtschaftlichen Kostentheorie
  
- III. Die Kosten, welche für die Wahl zwischen Kurzarbeit oder Entlassung einerseits sowie Reduzierung der Arbeitsintensität andererseits entscheidungsrelevant sind, dargestellt am Beispiel einer Drehbank
  1. Allgemeine Bestimmung der entscheidungsrelevanten Kosten in Abhängigkeit von der Arbeitsintensität
  2. Allgemeine Bestimmung der optimalen Arbeitsintensität
  3. Numerische Bestimmung der optimalen Arbeitsintensität
    - a) Vereinfachung der Kostenfunktion und des Optimierungskriteriums
    - b) Die numerischen Werte der einzelnen Parameter
    - c) Berechnung der optimalen Arbeitsintensität
      - ca) Die Situation bei Zeitlohn
      - cb) Die Situation bei Akkordlohn
  4. Die Entscheidung zwischen Kurzarbeit oder Reduzierung der Arbeitsintensität und die kostenmäßigen Konsequenzen
    - a) Darstellung an einem einfachen Zahlenbeispiel
    - b) Berechnung des prozentualen Kostenunterschiedes für alle relevanten Preiskombinationen
  
- IV. Verallgemeinerung der gefundenen Ergebnisse
  1. Das Modell, von dem ausgegangen wird
  2. Das Ausmaß, in dem die Kosten bei intensitätsmäßiger Anpassung höher sind als bei zeitlicher Anpassung
  
- V. Einige abschließende Bemerkungen

## I. Zum Problem der Arbeitslosigkeit

Wer als Wirtschaftswissenschaftler sein Fach ernst nimmt, kommt heute am Problem der Arbeitslosigkeit nicht vorbei. Man kann zwar zeigen, daß zumindest für die Bundesrepublik Deutschland die derzeitige Zahl von über 2 Millionen Arbeitslosen im wesentlichen aus der Altersstruktur der bundesdeutschen Bevölkerung erklärt werden kann<sup>1)</sup>. Aber mit solchen Erklärungen ist den Arbeitslosen wenig geholfen.

Im folgenden wird nicht allgemein der Frage nachgegangen, wie man bei einem Überangebot an menschlicher Arbeit versuchen kann, Arbeitslosigkeit zu verhindern; stattdessen geht es um die Beantwortung der Frage, wie ein Betrieb reagieren kann, der aufgrund sinkender Nachfrage und daraus resultierender Abnahme der Beschäftigung bei gegebener Anlagenausstattung und Fertigungstechnik versucht, sich möglichst kostengünstig den veränderten Umständen anzupassen. Im wesentlichen wird in unseren Betrieben heute in einer derartigen Situation durch die Einführung von Kurzarbeit bzw. durch Entlassung von Arbeitskräften<sup>2)</sup> reagiert. Die Rücknahme der Arbeitsintensität, d.h. der Produktionsgeschwindigkeit, wird in den Betrieben zwar teilweise praktiziert, insbesondere dort, wo eine Reduktion der Arbeitszeit nicht möglich ist, wie etwa bei Fertigung in einer Wärme. Als Weg zur Vermeidung von Kurzarbeit und Arbeitslosigkeit ist diese Vorgehensweise in der öffentlichen Diskussion bisher jedoch kaum erörtert worden.

---

<sup>1)</sup> Vgl. L. Pack, "Arbeitszeit, Arbeitsgeschwindigkeit und Faktorpreise - Einige kostenorientierte Überlegungen zum Beschäftigungsproblem", in: Betriebswirtschaftliche Entscheidungen bei Stagnation, Edmund Heinen zum 65. Geburtstag, herausgegeben von L. Pack und D. Börner, Wiesbaden 1984, S. 73-76

## II. Arbeitsintensität sowie Kurzarbeit und Entlassung aus der Sicht der betriebswirtschaftlichen Kostentheorie

Kurzarbeit ist grundsätzlich eine Folge dessen, was in der betriebswirtschaftlichen Kostentheorie als zeitliche Anpassung bezeichnet wird.<sup>1)</sup> Darunter verstehen wir eine Veränderung der Arbeitszeit bei gleichbleibender Arbeitsintensität (gleich Produktionsgeschwindigkeit) und bei gleichbleibender Zahl der eingesetzten Aggregate. Wenn die Kurzarbeit bzw. zeitliche Anpassung nicht mehr ausreicht, den Rückgang der Beschäftigung aufzufangen, wird ein Betrieb zu Entlassungen übergehen. Sowohl Kurzarbeit als auch Entlassungen führen dazu, daß Arbeitnehmer unfreiwillig unbeschäftigt, also arbeitslos, sind.

Die Reduktion der Arbeitsintensität entspricht dem, was in der betriebswirtschaftliche Kostentheorie als intensitätsmäßige Anpassung bezeichnet wird.<sup>2)</sup> Darunter verstehen wir die Veränderung der Produktionsgeschwindigkeit bei unveränderter Arbeitszeit und unveränderter Zahl der eingesetzten Aggregate. Eine Reduktion der Arbeitsintensität führt also im Unterschied zu Kurzarbeit und Entlassung nicht zu ungewolltem Unbeschäftigtsein, sie hat also keine Arbeitslosigkeit zur Folge.

Daß ungewollte Nichtbeschäftigung (gleich Arbeitslosigkeit) sowohl ein Brachliegen von Ressourcen darstellt als auch erhebliche menschliche Härten bringt und deshalb sowohl volkswirtschaftlich als auch sozial nachteilig und unerwünscht ist, bedarf keines Beweises. Infolgedessen stellen sich in diesem Zusammenhang zwei Fragen:

1. Wie hoch sind die Kostenunterschiede zwischen der Arbeitslosigkeit bringenden Kurzarbeit (gleich zeitliche Anpassung) einerseits und der Arbeitslosigkeit vermeidenden Reduktion der Arbeitsintensität (gleich intensitätsmäßige Anpassung) andererseits?

---

<sup>1)</sup> E. Gutenberg, Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 1. Band, Die Produktion, 22. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1976, S. 371ff.

<sup>2)</sup> ebenda, S. 361ff.

2. In welchem Verhältnis steht die Kostendifferenz zwischen zeitlicher und intensitätsmäßiger Anpassung zu den Kosten, welche durch Kurzarbeit oder Entlassungen verursacht werden? Löhnen sich vom Betrieb aus gesehen Kurzarbeit bzw. Entlassung auch dann noch, wenn man alle Kosten einbezieht, also auch z.B. das vom Betrieb zu zahlende Kurzarbeitergeld?

Eine generelle Beantwortung der beiden vorgenannten Fragen wird später gegeben werden. Zunächst werden beide Fragen auf Basis empirischer Daten für einen konkreten Fall beantwortet.

Bevor zur detaillierten Analyse übergegangen wird, soll jedoch der anstehende Sachverhalt nochmals anhand einer theoretischen Darstellung kurz präzisiert werden (vgl. Abb. 1).

Zeitliche Anpassung besteht bekanntermaßen darin, daß unter Beibehaltung der Produktionsgeschwindigkeit, welche zum Minimum der variablen Kosten pro Stück führt, die Arbeitszeit variiert wird. In diesem Fall ergibt sich eine Kostenkurve, welche für die Produktmenge Null in Höhe der fixen Kosten beginnt und dann in Abhängigkeit von der Arbeitszeit linear ansteigt. Da bei im Zeitverlauf konstanter Produktionsgeschwindigkeit zwischen Arbeitszeit und ausgebrachter Produktmenge Proportionalität besteht, gilt ein analoger Zusammenhang auch in bezug auf die erzeugte Produktmenge, wobei die Steigung dann gleich den minimalen variablen Stückkosten ist.

Der Kostenverlauf bei intensitätsmäßiger Anpassung beginnt für die Produktmenge Null ebenfalls bei den fixen Kosten, verläuft dann aber stets oberhalb der Kostenkurve für zeitliche Anpassung, nähert sich ihr jedoch und berührt sie für die Arbeitszeit  $t_n$ , welche man als normal bezeichnet (in Abb. 1 gilt  $t_n = 8$ ). Weil die Kosten bei intensitätsmäßiger Anpassung für  $t < t_n$  stets höher sind als bei zeitlicher Anpassung, wird ein Betrieb, der zwischen zeitlicher und intensi-

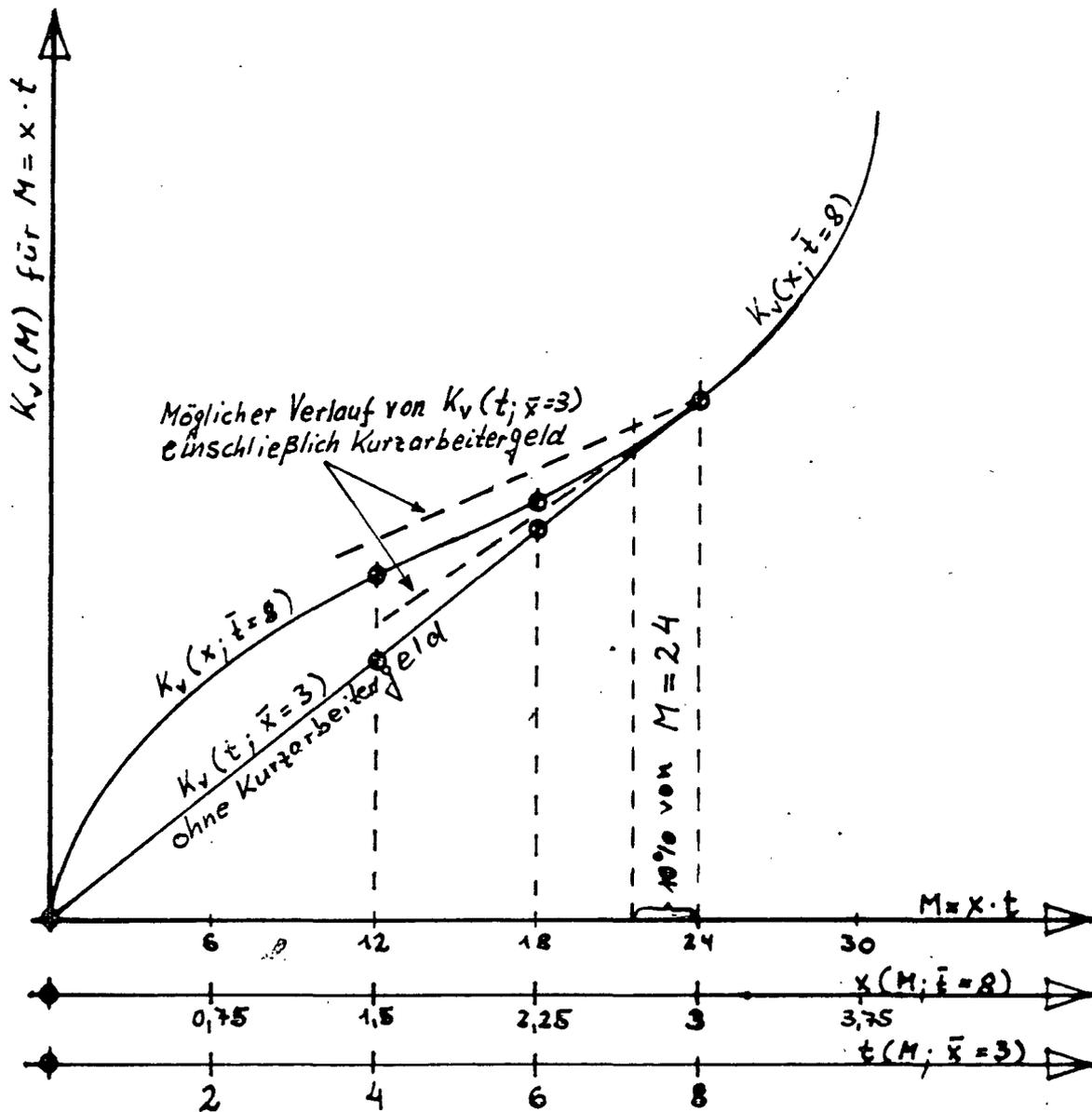


Abb.1: Zeitliche Anpassung mit bzw. ohne Kurzarbeitergeld einerseits (siehe  $K_v(t; \bar{x} = 3)$ ) und intensitätsmäßige Anpassung (siehe  $K_v(x; \bar{t} = 8)$ )

tätsmäßiger Anpassung wählen kann, sich grundsätzlich zeitlich anpassen. Diese Aussage gilt jedoch dann, wenn Kurzarbeitergeld den Kosten der zeitlichen Anpassung zugerechnet wird, nicht mehr notwendigerweise. Dies ist letztlich der Sachverhalt, den es im folgenden zu untersuchen gilt.

III. Die Kosten, welche für die Wahl zwischen Kurzarbeit oder Entlassung einerseits sowie Reduzierung der Arbeitsintensität andererseits entscheidungsrelevant sind, dargestellt am Beispiel einer Drehbank

Der spanabhebenden Fertigung kommt im Rahmen der industriellen Produktion große Bedeutung zu. An der Spitze steht dabei die Bearbeitung von Werkstücken auf Drehmaschinen bzw. Drehbänken, wofür in der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle heute Hartmetallwerkzeuge eingesetzt werden (vgl. Tab. 1). Im folgenden wird deshalb das Drehen mit Hartmetallwerkzeugen als Beispiel verwandt.<sup>1)</sup>

Werkzeugart	Anteil der Werkzeugart am Gesamtumsatz an Zerspanwerkzeugen von 1,11 Mrd. DM	Anteil des Schneidstoffes an der Gesamtzahl der Einsatzfälle		
		HSS	HM	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Drehwerkzeuge	25%	17%	81%	2%
Spiralbohrer	23%	96%	4%	-
Gewindewerkzeuge	20%	100%	-	-
Fräser und Messerköpfe	12%	60%	40%	-
Sonstige	20%			

Tab. 1: Verteilung spanender Werkzeuge in der Bundesrepublik Deutschland; nach IFW, Prof. A.K. Tönshoff, Stand 1979

Optimal ist jeweils die Produktionsgeschwindigkeit, für welche die variablen Kosten pro Einheit der Geschwindigkeit ein Minimum werden.<sup>2)</sup> Maßgröße der Produktionsgeschwindigkeit (gleich Arbeitsintensität) ist in dem hier betrachteten Beispiel die Schnittgeschwindigkeit der Drehbank (mit der Dimension "Meter pro Minute"). Deshalb kann im folgenden die Betrachtung auf diejenigen Kostenarten beschränkt werden, welche in bezug auf die Schnittgeschwindigkeit und/oder die Schnittzeit variabel und somit entscheidungsrelevant sind.

Im Vordergrund steht dabei die Frage, wie man eine bestimmte, vorgegebene Produktmenge an gedrehten Teilen mit minimalen

<sup>1)</sup> Der Firma Georg Fischer AG, Schaffhausen (CH) möchte der Verfasser für die bei der Beschaffung der Daten gewährte Unterstützung sehr herzlich danken.

<sup>2)</sup> Vgl. L. Pack, Zum Einfluß der Faktorpreise auf die optimale Fahrgeschwindigkeit von Kraftfahrzeugen, ZfB 1984, S. 847.

Kosten erzeugen kann. In der Regel wird es sich dabei um diejenige Produktmenge handeln, die man benötigt, weil sie sich in der zu planenden Zeit absetzen läßt. An die Stelle dieser Produktmenge kann auch die Schnittlänge (in m oder km) treten.

1. Allgemeine Bestimmung der entscheidungsrelevanten Kosten in Abhängigkeit von der Arbeitsintensität

Bezüglich der Kosten des Werkzeugverzehr ( $K_W$ ), kommt der Standzeit des Werkzeugs große Bedeutung zu. Die Standzeit gibt an, wie lange ein Werkzeug benutzt werden kann und ist im wesentlichen abhängig von der Art des verwandten Schneidstoffes (z.B. Hartmetall oder Metallkeramik) und von der Schnittgeschwindigkeit. Die Darstellung der Standzeit in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit ergibt in einem doppelt logarithmischen Koordinatensystem gerade Linien (vgl. die Abb. 2 auf der folgenden Seite). Dies ist gleichbedeutend damit, daß für die Standzeit  $T$  in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit  $x$  die Funktion gilt

$$(1) \quad T(x) = \frac{a_W}{b_W x} \left[ \frac{\min}{\text{Schneide}} \right] \quad (a_W \text{ und } b_W \text{ konstant})$$

Beträgt für einen bestimmten Schneidstoff der Einstandspreis pro Schneide

$$\pi_{WS} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{Schneide}} \right] = \frac{\text{Einstandspreis pro Schneidplatte}}{\text{Zahl der Schneiden pro Platte (i.d.R. drei)}}$$

und die Kosten für den Werkzeugwechsel  $\pi_{WW}$  [DM/Schneide], dann erhält man für die Kosten einer Schneide und des Wechsels einer Schneide (Werkzeugwechselkosten) zusammen

$$\pi_W = \pi_{WS} + \pi_{WW} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{Schneide}} \right].$$

Für die Werkzeugkosten pro Kilometer Schnittweg<sup>2)</sup>,  $K_W(x)$ , auch "spezifische" Werkzeugkosten genannt, gilt dann

<sup>2)</sup> Die Dimension DM/km statt DM/m wird gewählt, weil sonst die numerischen Werte der Parameter in der Definitionsgleichung von  $K_W$  sehr viele Nullen nach dem Komma aufweisen.

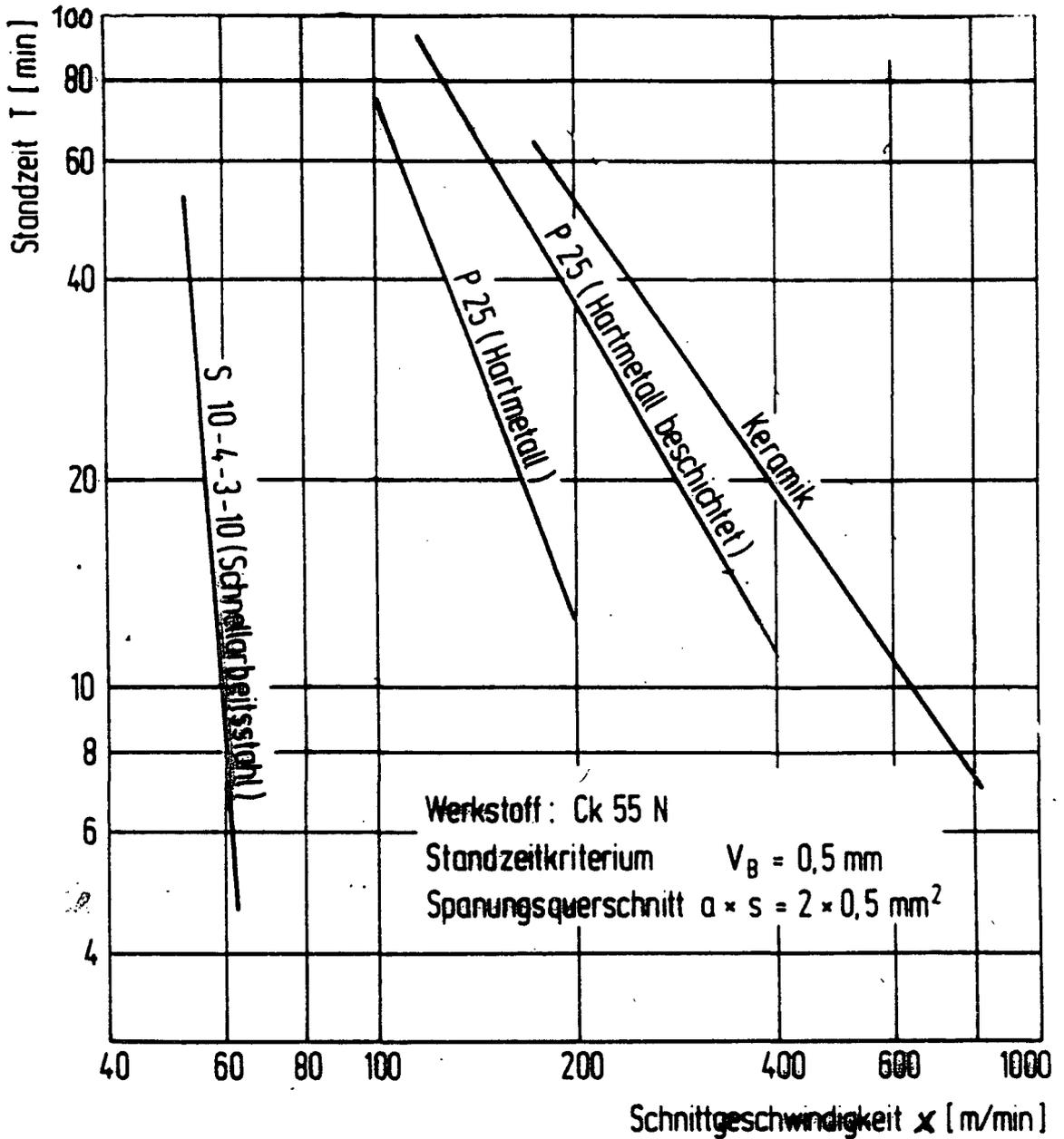


Abb. 2: Der Einfluß der Schnittgeschwindigkeit x auf die Standzeit T; nach INFOS, Prof. H.K. Tönshoff O741. Stand 1980 (inzwischen haben sich die Schnittgeschwindigkeiten weiter erhöht)

$$K_W(x) = \left[ \pi_W \left[ \frac{\text{DM}}{\text{Schneide}} \right] : \left\{ T(x) \left[ \frac{\text{min}}{\text{Schneide}} \right] \cdot x \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \right\} \right] \cdot 1000 \left[ \frac{\text{m}}{\text{km}} \right]$$

$$= \frac{1000 \pi_W}{T(x) \cdot x} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right].$$

Setzt man  $T(x)$  gemäß (1) ein, erhält man

$$(2) K_W(x) = \frac{1000 \pi_W \cdot x^{b_W}}{a_W \cdot x} = \frac{1000 \pi_W \cdot x^{b_W-1}}{a_W} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right]$$

Der die Drehbank bedienende Dreher arbeite im Zeitlohn und habe einen Stundenlohn von  $\pi_L$  [DM/Std], woraus für die benötigte Dimension DM/km folgen

$$\pi_L \left[ \frac{\text{DM}}{\text{Std}} \right] : 60 \frac{\text{min}}{\text{Std}} = \frac{\pi_L}{60} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{min}} \right] \text{ und}$$

$$\frac{\pi_L}{60} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{min}} \right] : x \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] = \frac{\pi_L}{60x} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{m}} \right] \cdot 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} = \frac{1000 \pi_L}{60x} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right].$$

Die Lohnkostenfunktion lautet also bei Zeitlohn

$$(3) K_L(x) = \frac{100 \pi_L}{6x} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right].$$

Entscheidungsrelevant sind schließlich auch noch die Kosten des von der Drehbank verbrauchten Stromes. Für den Stromverbrauch  $V_S$  einer Drehbank, der unter Beachtung des Wirkungsgrades des Antriebsmotors und des Wirkungsgrades der Drehbank selbst zu bestimmen ist, kann im relevanten Geschwindigkeitsbereich (d.h. für  $x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$ ) mit einer quadratischen Funktion der Form

$$V_S = a_S x^2 + b_S x + c_S \text{ [kW]}$$

gearbeitet werden (kW = Kilowatt). Bei einem Strompreis von  $\pi_S$   $\left[ \frac{\text{DM}}{\text{kWh}} \right]$  folgen daraus spezifische Stromkosten  $K_S$   $\left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right]$  von

$$K_S(x) = \pi_S \left[ \frac{\text{DM}}{\text{kWh}} \right] \cdot V_S \text{ [kW]} \cdot \frac{1}{60} \frac{\text{Std}}{\text{min}} : \left( x \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] : 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} \right)$$

bzw.

$$(4) K_S(x) = \frac{100}{6} \pi_S \cdot \left( a_S x + b_S + \frac{c_S}{x} \right) \left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right]$$

Auf die Berücksichtigung weiterer Kostenarten wird verzichtet. Dies erscheint gerechtfertigt, weil nur solche Kostenarten entscheidungsrelevant sind, welche in bezug auf die Schnittgeschwindigkeit und/oder die Schnittzeit des benötigten Schnittweges variieren. Bedenken hiergegen können allenfalls bezüglich der Reparatur- und Wartungskosten, bezüglich des Ölverbrauchs, der Nutzungsdauer (Abschreibungen) sowie bezüglich der Produktqualität (Ausschuß) und der Unfallhäufigkeit bestehen. Rückfragen bei Produzenten und Anwendern von Drehbänken haben jedoch ergeben, daß diese Einflußgrößen im Rahmen der hier betrachteten Schnittgeschwindigkeiten praktisch konstant sind. Der Ölverbrauch beträgt bei den heutigen Drehmaschinen z.B. nur "ein paar Tropfen pro Tag" (nach Auskunft der Firma Georg Fischer AG, Schaffhausen). Die Unfallgefahr steigt erst ab Drehzahlen, die über 5000 U/min liegen. Sollten weitere Kostenarten entscheidungsrelevant sein, können sie analog zu den zuvor beschriebenen drei Kostenarten behandelt werden.

Zur Ermittlung der gesamten entscheidungsrelevanten Kosten ( $K_V$ ) einer Drehbank in Abhängigkeit von der Schnittgeschwindigkeit  $x$  sind die einzelnen entscheidungsrelevanten Kostenarten zu addieren. Dies ergibt die Funktion:

$$(5) K_V(x) = \frac{1000\pi_W \cdot x^{b_W-1}}{a_W} + \frac{100\pi_L}{6x} + \frac{100\pi_S}{6} \cdot \left( a_S x + b_S + \frac{c_S}{x} \right) \left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right].$$

## 2. Allgemeine Bestimmung der optimalen Arbeitsintensität

Von Gleichung (5) ausgehend kann durch Differentiation nach der Schnittgeschwindigkeit  $x$  ein Ausdruck gewonnen werden, aus dem die optimale Schnittgeschwindigkeit (gleich Arbeitsintensität) bestimmt werden kann.

$$\frac{dK_V}{dx} = (b_W-1) \cdot \frac{1000\pi_W \cdot x^{b_W-2}}{a_W} - \frac{100\pi_L}{6x^2} + \frac{100\pi_S}{6} \left( a_S - \frac{c_S}{x^2} \right) = 0$$

Daraus folgt:

$$(6) (b_W - 1) \cdot \frac{60 \pi_W \cdot x^{b_W}}{a_W} + \pi_S a_S x^2 - \pi_L - \pi_S c_S = 0$$

Optimal ist diejenige Schnittgeschwindigkeit  $x$ , welche diese Gleichung erfüllt.

Würde ich nun zur großen Gruppe der Ökonomen gehören, die heute ihre Publikationen bzw. Vorträge mit der Formulierung "Gegeben seien ..." beginnen, dann würde ich meine Aufgabe im wesentlichen bereits als erfüllt ansehen. Ich würde vielleicht noch für die Koeffizienten, welche in der vorgenannten Gleichung (6) vorkommen, bestimmte Werte annehmen, mit diesen angenommenen Werten rechnen und feststellen, was herauskommt. Im Gegensatz hierzu möchte ich jedoch keinen Zweifel daran lassen, daß ein Ökonom, insbesondere ein Betriebswirt, der in dieser Weise arbeitet, m.E. die ihm als Betriebswirt gestellte Aufgabe nicht erfüllt; aus der Sicht eines angewandten Mathematiker mag dies vielleicht anders sein. Die Aufgabe des Betriebswirts schließt jedoch auch die numerische Bestimmung der Kostenfunktion (5) ein, weil ansonsten mit dem gefundenen Optimierungskriterium nicht in nutzbringender Weise gearbeitet werden kann. Wer daran zweifeln sollte, daß auch und gerade die Bestimmung der numerischen Werte von derartigen Kostenfunktionen zur Aufgabe des Ökonomen gehört, der frage sich einmal, ob es einen Bereich der Wissenschaft gibt, an den der Ökonom diese Aufgabe delegieren kann; ich kenne keinen. Im Gegensatz dazu können meine bisherigen Ausführungen zum größten Teil auch einem Ingenieur und einem angewandten Mathematiker überlassen werden. Mit anderen Worten: die betriebswirtschaftliche Behandlung des gestellten Themas ist mit der Ableitung der Gleichungen (5) und (6) in der vorliegenden Form keineswegs beendet; ganz im Gegenteil: der im echten Sinne ökonomische Teil der Aufgabenstellung, der unter dem Gesichtspunkt der wissenschaftlichen Zuständigkeit an keinen anderen Bereich der Wissenschaft delegiert werden kann, beginnt erst jetzt.

### 3. Numerische Bestimmung der optimalen Arbeitsintensität

#### a) Vereinfachung der Kostenfunktion und des Optimierungskriteriums

Im folgenden sind vor allem die Preise der entscheidungsrelevanten Faktoren, also  $\pi_W$ ,  $\pi_L$  und  $\pi_S$  als unabhängige Variable von Bedeutung. Ihre simultane Behandlung führt zu dreidimensionalen Darstellungen, die in der Regel wenig anschaulich sind. Deshalb liegt es nahe, Funktion (5) durch einen der Preise, im folgenden den Werkzeugpreis  $\pi_W$ , zu dividieren. Anstelle von Gleichung (5) erhält man dann

$$(5a) \quad \tilde{K}_V(x) = \frac{K_V}{\pi_W} = \frac{1000x^{b_W-1}}{a_W} + \frac{100 \cdot \pi_L}{6x \pi_W} + \frac{100 \cdot \pi_S}{6 \pi_W} \cdot \left( a_S x + b_S + \frac{c_S}{x} \right) \left[ \frac{DM}{km} \right]$$

Da  $\pi_W$  eine Konstante ist, müssen  $K_V(x)$  und  $\tilde{K}_V(x)$  für dasselbe  $x$  optimal werden. Der Vorteil der hier verwandten Schreibweise liegt darin, daß das Optimierungskriterium nun nur noch zwei (statt drei) Preisparameter enthält, nämlich  $\pi_L/\pi_W$  und  $\pi_S/\pi_W$ .<sup>3)</sup>

Aus Gleichung (5a) folgt anstelle von (6) das Optimierungskriterium (6a):

$$(6a) \quad (b_W-1) \cdot \frac{60x^{b_W}}{a_W} + a_S x^2 \cdot \frac{\pi_S}{\pi_W} - \frac{\pi_L}{\pi_W} - c_S \cdot \frac{\pi_S}{\pi_W} = 0$$

Gleichung (6a) liefert natürlich dieselben Optimalwerte wie Gleichung (6).

---

<sup>3)</sup>  $\pi_L/\pi_W$  gibt an, wieviel Werkzeugschneiden man für 1 Stundenlohn des Drehers kaufen kann,  $\pi_S/\pi_W$  ist gleich der Anzahl Werkzeugschneiden, die genauso viel kosten, wie eine Kilowattstunde elektrischer Strom (genauer: elektrische Arbeit).

b) Die numerischen Werte der einzelnen Parameter

Für den Werkzeugtyp P 25 (Hartmetall) gelten die Parameterwerte (vgl. Abb. 2 auf S. 7).

$$a_W = 9\,981\,256,9 \quad \text{und} \quad b_W = 2,562062.$$

Für einen bestimmten Drehbanktyp mit einem bestimmten Elektromotor als Antriebsaggregat betragen für den Stromverbrauch die Parameterwerte (wenn  $100 \leq x \leq 200$ )

$$a_S = 0,000\,7\bar{2}, \quad b_S = -0,069\bar{4} \quad \text{und} \quad c_S = 12,9\bar{3}.$$

c) Berechnung der optimalen Arbeitsintensität

ca) Die Situation bei Zeitlohn

Zusätzlich zu den zuvor genannten Parameterwerten soll ein Stundenlohn  $\pi_L$  von 20 DM/Std, Werkzeugkosten pro Schneide  $\pi_W$  in Höhe von 5 DM/Schneide und ein Strompreis  $\pi_S$  von 0,1 DM/kWh gelten. Dies führt zu  $\pi_L/\pi_W = 4$  und  $\pi_S/\pi_W = 0,02$ .

Setzt man diese Werte in das Optimierungskriterium (6a) ein, erhält man eine optimale Schnittgeschwindigkeit von

$$x_{opt} = 156,036 \text{ m/min.}$$

Analog erhält man für Werte von  $\pi_L/\pi_W$  zwischen 2 und 12 sowie Werte für  $\pi_S/\pi_W$  zwischen 0,01 und 0,1 die in der folgenden Tab. 2 wiedergegebenen optimalen Schnittgeschwindigkeiten.

Tab. 2: Die optimale Schnittgeschwindigkeit  $x_{opt} \left[ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$

$\pi_L/\pi_W \backslash \pi_S/\pi_W$	2	3	4	6	8	12
0,01	120,69	140,51	156,73	183,115	204,64 <sup>x)</sup>	239,53 <sup>x)</sup>
0,02	121,22	140,27	156,036	181,82	202,97 <sup>x)</sup>	237,36 <sup>x)</sup>
0,05	122,555	139,68	154,17	178,30	198,36	231,32 <sup>x)</sup>
0,1	124,226	138,90	151,63	173,42	191,86	222,64 <sup>x)</sup>

x) Wegen  $x \leq x_{max} = 200$  sind diese Schnittgeschwindigkeiten nicht realisierbar. An ihre Stelle tritt  $x_{max} = 200 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ .

Diese Tabelle zeigt:

- (1) Der Einfluß der Stromkosten auf die optimale Schnittgeschwindigkeit ist relativ gering; selbst dann, wenn der Strompreis auf das Zehnfache steigt, ergeben sich nur geringe Veränderungen der optimalen Schnittgeschwindigkeit.
- (2) Die optimale Schnittgeschwindigkeit ist hingegen in starkem Maße von der Lohnhöhe abhängig. Die Relation  $\pi_L/\pi_W$  kann als ein Indiz für die Reallohnhöhe gewertet werden und zeigt, daß steigende Reallöhne notwendigerweise einen Anstieg der optimalen Schnittgeschwindigkeit (und damit des Arbeitstempos) zur Folge haben. Das wiederum bedeutet: wer einen Anstieg der Reallöhne fordert und gleichzeitig das Arbeitstempo reduzieren will, befindet sich in einem echten Zielkonflikt.
- (3) Steigendes Arbeitstempo (gleich Produktionsgeschwindigkeit) führt bei gleichem Produktionsvolumen zwangsweise zu einem Rückgang der Arbeitszeit, also der Nachfrage nach Arbeit. Denn das Produktionsvolumen  $M$  ist das Produkt aus Produktionsgeschwindigkeit  $x$  und Arbeitszeit  $t$ :

$$M = x \left[ \frac{ME}{ZE} \right] \cdot t [ZE] = x \cdot t [ME].$$

Tabelle 2 zeigt, daß dieser Rückgang erheblich ist: Einer Erhöhung der Relation  $\pi_L/\pi_W$  von 2 auf 8, also auf das Vierfache, entspricht eine Zunahme der optimalen Produktionsgeschwindigkeit um etwa 60%, was bei gegebenem Produktionsvolumen eine Verringerung der Arbeitszeit um  $1 - \frac{1}{1,6} = 37,5$  Prozent zur Folge hat.

#### cb) Die Situation bei Akkordlohn

Wenn Akkordlohn gezahlt wird, entfällt im Optimierungskriterium (6) bzw. (6a) der Term, welcher  $\pi_L/\pi_W$  enthält. Wird z.B.

ein Stückakkord von  $\tilde{\pi}_L$  [DM/Stück] gezahlt, gilt in Funktion (5) für die Lohnkosten pro Kilometer Schnittlänge:

$$\tilde{\pi}_L \text{ [DM/Stück]} : s \text{ [km Schnittlänge/Stück]} = \frac{\tilde{\pi}_L}{s} \left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right] = \text{constant}$$

Die optimale Schnittgeschwindigkeit ist dann unabhängig von der Lohnhöhe und es gelten:

$$\begin{aligned} \text{Wenn } \pi_S/\pi_W &= 0,01, \text{ ist } x_{\text{opt}} = 39,794 \frac{\text{m}}{\text{min}} < x_{\text{min}} = 50 \frac{\text{m}}{\text{min}}, \\ \text{wenn } \pi_S/\pi_W &= 0,02, \text{ ist } x_{\text{opt}} = 50,879 \text{ " ,} \\ \text{wenn } \pi_S/\pi_W &= 0,05, \text{ ist } x_{\text{opt}} = 68,640 \text{ " ,} \\ \text{wenn } \pi_S/\pi_W &= 0,1, \text{ ist } x_{\text{opt}} = 83,568 \text{ " .} \end{aligned}$$

Aufgrund der aufgezeigten Zusammenhänge ergeben sich im Fall des Akkordlohns zwei Probleme, die m.E. bisher zuwenig beachtet worden sind:

1. Bei gegebenem Akkordlohn entsteht ein Interessenkonflikt zwischen Akkordarbeiter einerseits und Betrieb andererseits: der Akkordarbeiter muß zur Erhöhung seines Einkommens versuchen, seine Leistung (welche zur Schnittgeschwindigkeit proportional ist) zu steigern. Der Betrieb muß dagegen zur Minimierung seiner Kosten bestrebt sein, die Schnittgeschwindigkeit mit dem errechneten Optimalwert konstant zu halten.
2. Der Versuch, die Leistung der Akkordarbeiter über die Gewährung von Lohnerhöhungen zu steigern, ist für einen auf Kostenminimierung bedachten Betrieb aus dem gleichen Grund zielwidrig und deshalb widersinnig.

Für den Fall des Zeitakkords gelten dieselben Zusammenhänge. Es tritt dann nur das Produkt aus der Vorgabezeit  $t$  und dem Geldfaktor  $g$  an die Stelle des Stückakkords  $\tilde{\pi}_L$ :

$$t \left[ \frac{\text{min}}{\text{Stück}} \right] \cdot g \left[ \frac{\text{DM}}{\text{min}} \right] = \tilde{\pi}_L \left[ \frac{\text{DM}}{\text{Stück}} \right].$$

4. Kurzarbeit oder Reduzierung der Arbeitsintensität - die kostenmäßigen Konsequenzen

a) Darstellung an einem einfachen Zahlenbeispiel

Ein Betrieb verfüge über 10 gleiche Drehbänke. Er arbeite bisher auf allen Drehbänken mit der optimalen Schnittgeschwindigkeit von  $156,036 \frac{\text{m}}{\text{min}}$  und zwar während 8 Stunden pro Tag. Jede Drehbank werde von 1 Dreher bedient. Abweichend von der Realität wird zur Vereinfachung zunächst also angenommen, daß alle Dreher während der 8 Stunden ununterbrochen drehen; Rüst-, Verteil- und Verlustzeiten seien also zunächst ausgeklammert. Im übrigen gelten die unter 3.b) und ca) genannten Parameterwerte. Dann leistet der Betrieb pro Tag

$$156,036 \frac{\text{m}}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{Std}} \cdot 8 \frac{\text{Std}}{\text{Dreher}} \cdot 10 \frac{\text{Dreher}}{\text{Tag}} : 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} = 748,9728 \frac{\text{km}}{\text{Tag}}$$

Bei der optimalen Schnittgeschwindigkeit von  $156,036 \text{ m/min}$  betragen pro Tag die entscheidungsrelevanten Kosten für diese Drehleistung:

$$\begin{aligned} K_V(x = 156,036) & \left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right] \cdot 748,9728 \frac{\text{km}}{\text{Tag}} \\ & = 3,6823 \frac{\text{DM}}{\text{km}} \cdot 748,9728 \frac{\text{km}}{\text{Tag}} = 2\,757,943 \frac{\text{DM}}{\text{Tag}} \end{aligned}$$

Geht nun die Beschäftigung um 10% zurück, wird 10% Kurzarbeit eingeführt oder 1 Arbeitnehmer entlassen und die optimale Schnittgeschwindigkeit beibehalten, dann gehen die täglichen Kosten (soweit hier relevant) auf 90% des vorigen Betrages, also auf  $2\,757,943 \cdot 0,9 = 2\,482,148 \frac{\text{DM}}{\text{Tag}}$  zurück.

Wird statt der zuvor betrachteten zeitlichen Anpassung eine intensitätsmäßige Anpassung realisiert und die Schnittgeschwindigkeit auf 90% des Optimalwertes, also  $140,432 \text{ m/min}$  zurückgenommen, ergeben sich tägliche Kosten von

$$K_V(x = 140,432) \left[ \frac{\text{DM}}{\text{km}} \right] \cdot \frac{9}{10} \cdot 748,9728 \frac{\text{km}}{\text{Tag}}$$
$$= 3,7135 \frac{\text{DM}}{\text{km}} \cdot 674,076 \frac{\text{km}}{\text{Tag}} = 2\,503,179 \frac{\text{DM}}{\text{Tag}}$$

Bei intensitätsmäßiger Anpassung ohne Kurzarbeit und ohne Entlassungen sind die Kosten also um  $2\,503,179 - 2\,482,148 = 21,031$  DM/Tag oder um 0,847% höher als bei zeitlicher Anpassung mit Kurzarbeit oder Entlassungen.<sup>1)</sup> 21,031 DM/Tag sind gegenüber dem Tageslohn des 10. Arbeiters von 160 DM/Tag relativ wenig (rund 13,144%). In jedem Fall liegen sie weit unter dem evtl. zu zahlenden Kurzarbeitergeld bzw. der Arbeitslosenunterstützung. Außerdem entfallen die großen sozialen und menschlichen Probleme, welche mit dem "Ohne-Arbeit-Sein" verbunden sind.

Soll der Betrieb die Mehrkosten von 21,031 DM aus seinem Gewinn decken, ergibt sich folgendes:

Geht man von einer Umsatzrentabilität von 4% vor Steuern aus, dann entspricht den Kosten von 2 482,148 DM/Tag ein anteiliger Gewinn von 99,286 DM/Tag. Die Übernahme der Mehrkosten durch den Betrieb führt also zu einer Minderung des anteiligen Gewinns um  $\frac{21,031}{99,286} = 21,182\%$ . Dies ist sicher nicht gerade wenig. Aber: Nach einer Studie aus der Bauindustrie betragen für die Lohnklasse III/2 (einschließlich Vermögensbildung) "die nicht erstatteten Renten- und Krankenversicherungsbeiträge" allein "pro Stunde Kurzarbeit DM 1,58"; im vorliegenden Beispiel sind das 8 Std/Tag x 1,58 DM/Std = 12,64 DM/Tag, also mehr als die Hälfte der errechneten Kostendifferenz von 21,182 DM/Tag.

Tragen die Arbeitnehmer die Mehrkosten allein, bedeutet dies einen Lohnverzicht von  $\frac{21,031}{1600} = 1,314\%$ . Im betrachteten Fall genügt also ein Lohnverzicht von 1,3%, um die Reduzierung der Arbeitsintensität (intensitätsmäßige Anpassung) kostenmäßig

<sup>1)</sup> Bei intensitätsmäßiger Anpassung wird Arbeitsgeschwindigkeit (und als Folge davon Material, hier Werkzeug) durch Arbeitszeit ersetzt. Vgl. dazu auch G. Knolmayer, Der Einfluß von Anpassungsmöglichkeiten auf die Isoquanten in Gutenberg-Produktionsmodellen, ZfB 1983, S. 1122-1147 und die dort auf S. 1143-1146 genannte Literatur.

der Einführung von Kurzarbeit bzw. einer Entlassung von Arbeitskräften (zeitliche Anpassung) gleichzustellen und dadurch eine Arbeitslosigkeit von 10% in der Dreherei des Betriebes zu verhindern.<sup>1)</sup>

Teilen sich Arbeitnehmer und Betrieb die Übernahme der Mehrkosten und verteilen sie gleichmäßig auf Arbeitnehmer- und Unternehmenseinkommen (= anteiliger Gewinn), dann ergibt sich ein Prozentsatz von  $\frac{21,031}{1600+99,286} = 1,238\%$ .

Machen die Rüst-, Verteil- und Verlustzeiten 50% der Arbeitszeit eines Drehers aus, ergibt sich folgendes:

Wenn der Dreher selbst umrüstet und für Rüst-, Verteil- und Verlustzeiten denselben Stundenlohn erhält wie für die Drehzeit, dann ergibt sich gegenüber dem Fall ohne Rüst-, Verteil- und Verlustzeiten bezüglich  $\pi_L$  eine Verdoppelung von  $\pi_L = 20$  DM/Std auf  $\pi_L = 40$  DM/Std, denn Bezugsgröße ist hier nicht die Zeitstunde, sondern die "Drehstunde". Alles andere bleibt unverändert. Dasselbe gilt dann, wenn das Rüsten von einem speziellen "Einrichter" vorgenommen wird, sofern dieser denselben Stundenlohn wie der Dreher hat.

Im zuvor benutzten Zahlenbeispiel steigt dann gemäß der Tabelle<sup>2</sup> auf S. 12 die optimale Schnittgeschwindigkeit von 156,036 auf 202,97  $\frac{m}{min}$ . Daß dies ganz leicht über der höchsten Schnittgeschwindigkeit des verwandten Drehstahls von 200  $\frac{m}{min}$  liegt, sei im Moment vernachlässigt.

In diesem Fall erhält man

$$\frac{K_v(x = 0,9 \cdot 202,97)}{K_v(x = 202,97) \cdot 0,9} - 1 = 0,0084286 \approx 0,843\%.$$

Die Kosten bei intensitätsmäßiger Anpassung sind also um rund 0,843% höher als bei zeitlicher Anpassung. Ohne Rüst-, Verteil- und Verlustzeiten ergab sich bekanntlich ein Wert von

<sup>1)</sup> Durch einen Lohnverzicht sinkt natürlich  $\pi_L$  und infolgedessen auch  $x_{opt}$ . Die Verminderung von  $x_{opt}$  ist jedoch so gering, daß sie vernachlässigt werden kann; im zuvor<sup>opt</sup> benutzten Zahlenbeispiel sinkt  $x_{opt}$  bei einem Lohnverzicht von 1,3% lediglich von 156,036 auf 155,268  $\frac{m}{min}$ , also um nicht ganz 0,5%, was gegenüber dem angenommenen Beschäftigungsrückgang von 10% sehr wenig ist.

0,847%. Die Differenz zwischen beiden Werten ist so gering, daß man feststellen kann: Von den Rüst-, Verteil- und Verlustzeiten werden die gewonnenen Ergebnisse praktisch nicht beeinflusst.

b) Berechnung des prozentualen Kostenunterschiedes für alle relevanten Preiskombinationen

---

Die zuvor durchgeführte beispielhafte Rechnung kann vereinfacht und sodann für alle in Tab. 2 enthaltenen Preiskombinationen durchgeführt werden. Dazu definiert man zunächst:

$$\frac{K_V(x)}{\pi_W \cdot x} : = \tilde{k}_V(x) = \frac{\text{variable Kosten pro Stück}}{\pi_W}$$

Dann gilt

$$\frac{\tilde{k}_V(x)}{\tilde{k}_V(x_{\text{opt}})} = \frac{\frac{K_V(x)}{\pi_W \cdot x}}{\frac{K_V(x_{\text{opt}})}{\pi_W \cdot x_{\text{opt}}}} = \frac{K_V(x)}{K_V(x_{\text{opt}})} = \frac{k_V(x)}{k_V(x_{\text{opt}})}$$

Das Verhältnis<sup>2</sup> zwischen  $\tilde{k}_V(x)$  und  $\tilde{k}_V(x_{\text{opt}})$  ist genauso groß wie das Verhältnis zwischen  $K_V(x)$  und  $K_V(x_{\text{opt}})$  und kann deshalb zur Bestimmung des prozentualen Kostenunterschiedes verwendet werden.

Bezeichnen

- 100 $\alpha$ % den Prozentsatz, um den  $x$  kleiner ist als  $x_{\text{opt}}$  und
- 100 $p$ % den als Funktion von  $x$  definierten Prozentsatz, um den die Kosten der Menge  $x = (1-\alpha) \cdot x_{\text{opt}}$  bei intensitätsmäßiger Anpassung höher sind als bei zeitlicher Anpassung,

dann gilt:

$$p(x) = p[(1-\alpha) \cdot x_{\text{opt}}] = \frac{\tilde{k}_V[(1-\alpha) \cdot x_{\text{opt}}]}{\tilde{k}_V(x_{\text{opt}})} - 1$$

Die im Drehbankbeispiel für  $p$  sich ergebenden Werte (in %, also 100 $p$ %) sind in Tab. 3 wiedergegeben.

Tabelle 3:

Prozentsatz, um den die entscheidungsrelevanten Kosten bei intensitätsmäßiger Anpassung höher sind als bei zeitlicher Anpassung, wenn vom Betriebsoptimum ( $x_{opt} \cdot t_{normal}$ ) ausgehend die Beschäftigung um  $100\alpha\%$  zurückgeht

100 $\alpha\%$	$\frac{\pi_L}{\pi_W}$ $\frac{\pi_S}{\pi_W}$	2	3	4	6	8	12
10%	0,01	0,85685	0,85077	0,84994	0,84792	0,84734	0,84629
	0,02	0,85740	0,85211	0,84795	0,84485	0,84286	0,84144
	0,05	0,86153	0,85105	0,84429	0,83719	0,83325	0,82964
	0,1	0,86709	0,85077	0,84378	0,82891	0,82206	0,81418
15%	0,01	2,01969	2,00794	2,00531	2,00078	1,99915	0,199678
	0,02	2,02316	2,01050	2,00159	1,99409	1,98957	1,98590
	0,05	2,03567	2,01046	1,99469	1,97765	1,96821	1,95906
	0,1	2,05085	2,01253	1,99330	1,96021	1,94369	1,92491
20%	0,01	3,77597	3,75635	3,75079	3,74247	3,73913	3,73477
	0,02	3,78523	3,76128	3,74538	3,73105	3,72270	3,71545
	0,05	3,81308	3,76527	3,73576	3,70339	3,68545	3,66767
	0,1	3,84584	3,77400	3,73522	3,67484	3,64337	3,60775

Aus Tab. 3 geht hervor, daß  $p$  bei steigendem Wert von  $\frac{\pi_L}{\pi_W}$  geringfügig fällt, mit zunehmendem Wert von  $\alpha$  dagegen stärker als  $\alpha$  ansteigt. Für variierendes  $\frac{\pi_S}{\pi_W}$  ergibt sich in Tab. 3 für  $p$  nur eine sehr geringe Veränderung.

#### IV. Verallgemeinerung der gefundenen Ergebnisse

Den bisher abgeleiteten Ergebnissen kann man nun natürlich entgegenhalten, daß sie zwar für einen wichtigen Produktionsvorgang gewonnen wurden, aber trotzdem nur beispielhaften Charakter haben. Deshalb stellt sich die Frage: Können sie verallgemeinert werden?

Zur Beantwortung dieser Frage wird im folgenden nicht der induktive Weg beschritten, der darin besteht, weitere Einzelfälle zu untersuchen. Stattdessen wird versucht, deduktiv aufgrund theoretischer Überlegungen den Bereich einzugrenzen, innerhalb dessen die variablen Gesamtkosten sich bei rückläufiger Beschäftigung bewegen können und die gestellte Frage auf diese Weise zu beantworten.

##### 1. Das Modell, von dem ausgegangen wird

Zur Vereinfachung der Darstellung wird wie folgt vorgegangen:

- (1) Relevant für die Beantwortung der gestellten Frage sind nur Produktmengen  $M$ , die kleiner oder gleich dem Produkt aus der normalen Arbeitszeit  $t_n$  [ $\frac{\text{Std}}{\text{Tag}}$  bzw.  $\frac{\text{Std}}{\text{Woche}}$ ] und der optimalen Arbeitsintensität  $x_{\text{opt}}$  sind;  $x_{\text{opt}}$  ist dabei bekanntlich die Produktionsgeschwindigkeit, welche zum Minimum der variablen Kosten pro Stück führt.

Die Betrachtung kann also auf den Bereich

$$0 \leq M \leq x_{\text{opt}} \cdot t_n$$

beschränkt werden.

- (2) Ohne Einschränkung der Allgemeingültigkeit kann die Restriktion durch  $t_n \cdot x_{\text{opt}}$  dividiert werden. Dadurch wird der Betrachtungsbereich zu

$$0 \leq \frac{M}{t_n \cdot x_{\text{opt}}} \leq 1$$

- (3) Wenn die Arbeitszeit gleich  $t_n$  [ZE] ist, dann stimmen  $\frac{M}{t_n} [\frac{\text{ME}}{\text{ZE}}]$  und die Produktionsgeschwindigkeit  $x [\frac{\text{ME}}{\text{ZE}}]$  überein, sofern letztere während  $t_n$  konstant ist; denn:

weil  $M [\text{ME}] = x [\frac{\text{ME}}{\text{ZE}}] \cdot t_n [\text{ZE}]$  ist, muß

$$x [\frac{\text{ME}}{\text{ZE}}] = M [\text{ME}] : t_n [\text{ZE}] = \frac{M}{t_n} [\frac{\text{ME}}{\text{ZE}}] \text{ sein.}$$

Die Größe  $M/t_n$  kann also durch die Produktionsgeschwindigkeit  $x$  ersetzt werden. Dann gilt die Restriktion:

$$0 \leq \frac{x}{x_{\text{opt}}} \leq 1$$

Dadurch tritt gewissermaßen der Beschäftigungsgrad  $\frac{x}{x_{opt}}$  an die Stelle der Beschäftigung M.<sup>1)</sup>

(4) Zur Vereinfachung der Schreibweise sei definiert

$$\tilde{x} = \frac{x}{x_{opt}}$$

In Verbindung mit (3) folgt, daß dann

$$\tilde{x}_{opt} = \frac{x_{opt}}{x_{opt}} = 1$$

sein muß.

(5) So wie gemäß (3) und (4) die Produktionsgeschwindigkeit durch den Beschäftigungsgrad ersetzt wurde - man kann auch sagen: auf 1 normiert wurde -, kann man auch die variablen Gesamtkosten auf 1 normieren. Dazu definiert man

$$\tilde{K}_V(\tilde{x}) = \frac{K_V(x)}{K_V(x_{opt})} = \frac{K_V(\tilde{x})}{K_V(\tilde{x}_{opt})} \quad | \quad 0 \leq x \leq x_{opt} = 1.$$

Dann gilt auch für  $\tilde{K}_V(\tilde{x})$

$$0 \leq \tilde{K}_V(\tilde{x}) \leq 1$$

$\tilde{K}_V(\tilde{x})$  kann in Analogie zu  $\tilde{x}$  als "Kostengrad" bezeichnet werden.

(6) Bezüglich des Kostengrades  $\tilde{K}_V(\tilde{x})$  können folgende Aussagen getroffen werden (vgl. Abb. 3, nächste Seite):

(a) die variablen Gesamtkosten bei zeitlicher Anpassung  $\tilde{K}_{VZ}(t)$  werden unter den zuvor genannten Bedingungen durch die Diagonale von links unten nach rechts oben dargestellt und durch die Gleichung

$$\tilde{K}_{VZ}(t) = t$$

beschrieben.

(b) Bei intensitätsmäßiger Anpassung auf Basis der Arbeitszeit  $t_n = 1$  [ZE], können die variablen Kosten

<sup>1)</sup> Dabei ist allerdings zu beachten, daß dieser Definition des Beschäftigungsgrades diejenige Kapazität als Bezugsgröße zugrunde gelegt wird, welche gleich  $t \cdot x_{opt}$  ist. Denn gemäß (1) gilt  $0 \leq M \leq x_{opt} \cdot t_n$ . Dem Beschäftigungsgrad  $100\%$  entspricht also die Beschäftigung

$M = x_{opt} \cdot t_n$ . Ferner sind wegen  $M = x \cdot t$  in Verbindung mit (4) zu beachten (vgl. auch Abb. 3):

(a) wenn  $t=1$ , gelten  $M = x$  bzw.  $M/x_{opt} = x/x_{opt} = \tilde{x}$ ,

(b) wenn  $x = x_{opt}$ , gilt  $M/x_{opt} = x_{opt} \cdot t/x_{opt} = t$ .

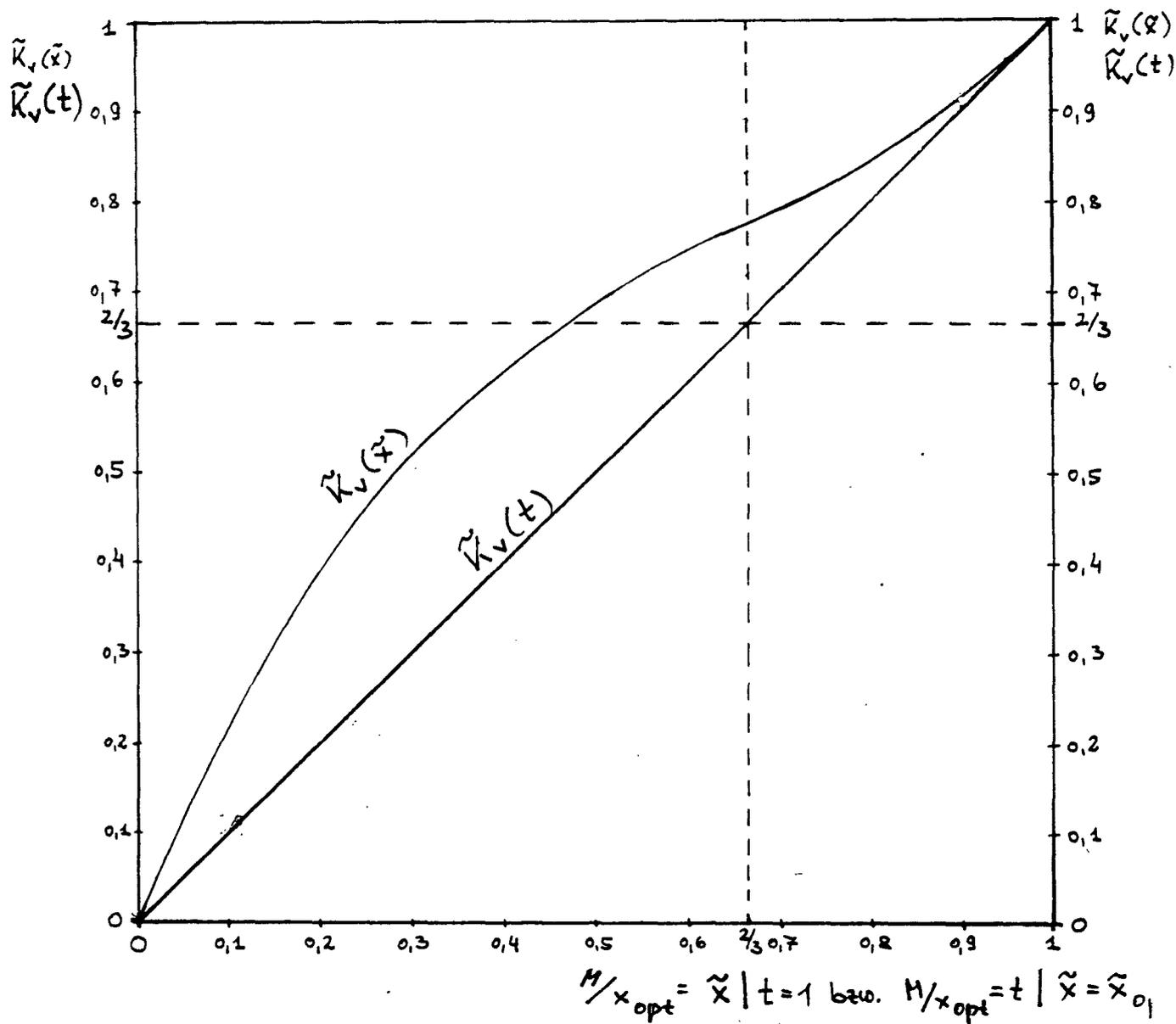


Abb. 3: Auf 1 normierte Kostenfunktion bei zeitlicher -  $\tilde{K}_v(t)$  - und bei intensitätsmäßiger Anpassung -  $\tilde{K}_v(\tilde{x})$  -

durch eine Funktion 3. Grades der Form

$$\tilde{K}_V(\tilde{x}) = a\tilde{x}^3 + b\tilde{x}^2 + c\tilde{x}$$

beschrieben werden, für die gilt

$$\tilde{K}'_V(\tilde{x}) = a + b + c = 1 \mid \tilde{x} = 1 = \tilde{x}_{\text{opt}}.$$

- (c) Für  $\tilde{x} = \tilde{x}_{\text{opt}} = 1$  stimmen die Steigung der Kostenkurven bei zeitlicher und intensitätsmäßiger Anpassung überein. Da für die Steigung der Kostenkurve bei zeitlicher Anpassung generell gilt

$$\frac{d\tilde{K}_{VZ}}{dt} = \frac{d}{dt}[t] = 1,$$

muß also für die Kostenkurve bei intensitätsmäßiger Anpassung gelten

$$\frac{d\tilde{K}_V}{d\tilde{x}} = 3a\tilde{x}^2 + 2b\tilde{x} + c \text{ bzw. } 3a + 2b + c = 1 \mid \tilde{x} = \tilde{x}_{\text{opt}} = 1$$

- (d) Werden die variablen Gesamtkosten, wie hier angenommen, durch eine Gleichung 3. Grades dargestellt, dann gilt allgemein (also nicht nur für  $\tilde{x}$ ) folgender Zusammenhang:

Aus  $K_V(x)$  folgt für die variablen Kosten pro Stück:

$$k_V(x) = \frac{K_V(x)}{x} = ax^2 + bx + c.$$

Das Minimum von  $k_V(x)$  ergibt sich, wenn

$$\frac{dk_V}{dx} = 2ax + b = 0$$

woraus bekanntlich folgt

$$x_{\text{opt}} = -\frac{b}{2a}.$$

Der Wendepunkt der Kurve der variablen Gesamtkosten ergibt sich im Minimum der Grenzkosten. Die Grenzkosten betragen

$$K'_V(x) = \frac{dK_V}{dx} = 3ax^2 + 2bx + c.$$

Für das Minimum der Grenzkosten muß deshalb gelten

$$\frac{d}{dx} [K_V'(x)] = 6ax + 2b = 0$$

Daraus folgt für  $x_w$ , d.h. den x-Wert des Wendepunktes

$$x_w = - \frac{b}{3a}.$$

Setzt man  $x_w$  zu  $x_{opt}$  in Beziehung, erhält man

$$\frac{x_w}{x_{opt}} = \frac{- \frac{b}{3a}}{- \frac{b}{2a}} = \frac{2}{3}.$$

Der x-Wert des Wendepunktes ( $x_w$ ) ist also stets gleich  $\frac{2}{3}$  des x-Wertes, für den die variablen Stückkosten ein Minimum werden. In der hier gewählten, auf  $\tilde{x}_{opt} = 1$  normierten Darstellung gilt also  $\tilde{x}_w = \frac{2}{3} = 0,6$ .

Weil dem Wendepunkt der Kostenkurve bezüglich deren Verlauf erhebliche Bedeutung zukommt, liegt es nahe, bei der Berechnung der Bestimmungsgleichung einer Kostenfunktion von der Kostenhöhe  $\tilde{K}_V(\tilde{x}_w)$  auszugehen, die dem Wendepunkt  $\tilde{x}_w = \frac{2}{3}\tilde{x}_{opt} = \frac{2}{3}$  zugeordnet ist; dafür gilt

$$\left(\frac{2}{3}\right)^3 a + \left(\frac{2}{3}\right)^2 b + \frac{2}{3}c = \tilde{K}_V(\tilde{x}_w).$$

- (e) Die Koeffizienten a, b und c der Kostenfunktion  $\tilde{K}_V(\tilde{x})$  sind also durch das Gleichungssystem

$$a + b + c = 1$$

$$3a + 2b + c = 1$$

$$\left(\frac{2}{3}\right)^3 a + \left(\frac{2}{3}\right)^2 b + \frac{2}{3}c = \tilde{K}_V(\tilde{x}_w = \frac{2}{3})$$

definiert.

(f) Schließlich ist folgendes zu beachten:

(fa) Unter den Bedingungen der Abb. 1 und 3 sind für  $\tilde{x} < 1$  die Kosten bei intensitätsmäßiger Anpassung stets höher als die Kosten bei zeitlicher Anpassung, die für  $\tilde{x}_w = \frac{2}{3}$  ebenfalls gleich  $\frac{2}{3}$  sind.

(fb) Aus Tabelle 3 auf der folgenden Seite geht hervor, daß in der Kostenstruktur deutscher Betriebe der Sachaufwand nur sehr selten unter 50% liegt. Zum Sachaufwand gehören der Materialaufwand und der Wareneinsatz (für fremdbezogene Kostengüter). Der Sachaufwand stellt im wesentlichen proportionale Kosten dar. 50% proportionale Kosten bedeuten, daß die Kosten bei einem Rückgang des Beschäftigungsgrades um R% mindestens um  $\frac{R}{2}\%$  sinken. Daraus folgt:

Geht der Beschäftigungsgrad von  $\tilde{x} = \tilde{x}_{opt} = 1$  auf  $\tilde{x}_w = \frac{2}{3}$ , also um  $\frac{1}{3}$  zurück, dann müssen die Kosten, wenn 50% der Kosten proportional sind, mindestens um  $0,5 \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$  auf  $\frac{5}{6}$  des Wertes, der zu  $\tilde{x} = 1$  gehört zurückgehen. Werte von  $\tilde{K}_v(\tilde{x}_w)$ , die größer als  $\frac{5}{6} = 0,8\bar{3}$  sind, können dann nicht auftreten.<sup>1)</sup>

Aus den unter (fa) und (fb) aufgezeigten Sachverhalten folgt deshalb, daß der Wertebereich von  $\tilde{K}_v(\tilde{x}_w)$  wegen der vorherrschenden Kostenstruktur in der Regel auf

$$\frac{2}{3} \leq \tilde{K}_v(\tilde{x}_w) \leq \frac{5}{6} \text{ bzw. } 0,6\bar{6} \leq K_v(x_w) \leq 0,8\bar{3}$$

beschränkt werden kann.

<sup>1)</sup> Da die Prozentsätze in Tab. 3 sich auf die Gesamtkosten beziehen, während hier bzw. in Abb. 3 nur die variablen Gesamtkosten betrachtet werden, muß der Anteil des Sachaufwandes an den variablen Gesamtkosten noch höher sein als die Prozentsätze in Tab. 3. Ein Prozentsatz von 50% enthält also einen wesentlichen Sicherheitsabschlag. Sygewiss kam für 12 von ihm untersuchte Konzerne zu dem Ergebnis: "Der Anteil der Materialkosten am Gesamtumsatz betrug zwischen 41 und 63 Prozent, mit einem durchschnittlichen Prozentsatz von 54." Sygewiss, K.-H., Die Organisation der Materialbeschaffung im Großunternehmen, Frankfurt 1985, S. 89.

Tabelle 3: Strukturzahlen aus der Erfolgsrechnung ausgewählter Wirtschaftsbereiche für die Jahre 1983 und 1984 (Werte in % vom Umsatz)<sup>1)</sup>

	Alle Unternehmen		Verarbeitendes Gewerbe		darunter:		Eisenschaffende Industrie		Maschinenbau		Straßenfahrzeugbau	
	1983	1984	1983	1984	Chemische Industrie		1983	1984	1983	1984	1983	1984
					1983	1984						
<b>Strukturzahlen aus der Erfolgsrechnung</b>	% des Umsatzes						% des Umsatzes					
Materialaufwand, Wareneinsatz	64,2	64,7	55,7	56,6	54,6	56,1	59,1	60,7	45,9	45,7	56,9	57,4
Personalaufwand	19,1	18,8	24,3	23,8	22,7	21,7	28,6	25,9	33,8	33,8	27,2	27,1
Abschreibungen	3,7	3,6	4,3	4,2	5,1	4,5	4,9	5,8	4,0	3,9	5,8	5,5
auf Sachanlagen	3,2	3,2	3,7	3,7	4,3	3,9	4,5	5,4	3,1	3,1	4,9	4,8
Sonstige	0,5	0,4	0,6	0,5	0,8	0,6	0,4	0,4	0,8	0,8	0,9	0,7
Steuern	2,6	2,6	4,0	4,1	2,5	3,0	0,8	0,9	1,7	1,8	3,1	3,2
Zinsaufwendungen	1,6	1,5	1,5	1,4	1,1	0,9	2,6	2,3	2,0	1,8	0,8	0,8
Übrige Aufwendungen	11,2	11,2	13,0	12,9	16,9	16,4	15,5	12,6	14,6	14,9	9,0	10,2
Rohertag	36,3	35,8	44,6	44,0	46,0	45,1	42,3	40,5	53,3	53,5	43,5	43,4
Jahresüberschuß	1,8	1,8	1,8	2,0	2,8	2,9	- 1,2	1,3	1,9	2,4	1,6	0,8
Jahresüberschuß vor Steuern	4,4	4,4	5,8	6,1	5,3	5,9	- 0,4	2,1	3,6	4,2	4,7	4,0
Zinsaufwendungen (netto)	1,1	0,9	0,9	0,7	0,6	0,3	2,1	1,8	0,9	0,8	- 0,1	- 0,3

	noch: Verarbeitendes Gewerbe; darunter:													
	Elektrotechnik		Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren		Textilgewerbe		Ernährungsgewerbe		Baugewerbe		Großhandel		Einzelhandel	
	1983	1984	1983	1984	1983	1984	1983	1984	1983	1984	1983	1984	1983	1984
<b>Strukturzahlen aus der Erfolgsrechnung</b>	% des Umsatzes												% des Umsatzes	
Materialaufwand, Wareneinsatz	46,8	48,0	46,5	47,7	55,8	57,9	69,0	70,7	47,0	47,7	84,5	84,6	70,9	71,5
Personalaufwand	35,5	34,7	32,2	31,6	26,9	26,1	12,2	12,1	37,3	38,0	6,6	6,5	13,5	13,6
Abschreibungen	4,8	4,5	4,4	4,3	4,0	3,9	3,8	3,6	4,3	4,4	1,4	1,3	1,9	1,9
auf Sachanlagen	3,5	3,7	3,9	3,8	3,5	3,5	3,5	3,4	3,7	3,7	0,9	0,9	1,7	1,7
Sonstige	1,2	0,8	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,6	0,7	0,5	0,4	0,2	0,2
Steuern	2,1	2,8	1,6	1,7	1,3	1,2	2,9	2,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7
Zinsaufwendungen	1,6	1,5	1,8	1,7	2,0	1,8	1,5	1,4	2,2	2,2	1,2	1,2	1,9	1,8
Übrige Aufwendungen	14,3	14,5	13,8	13,6	12,0	11,7	12,1	11,8	12,5	12,8	6,3	6,4	11,0	11,0
Rohertag	54,0	53,8	54,3	53,4	44,2	43,0	31,2	29,5	56,6	57,0	15,5	15,3	29,1	28,6
Jahresüberschuß	2,4	2,3	3,6	3,8	1,8	1,9	1,6	1,2	2,5	1,9	1,2	1,2	2,2	1,9
Jahresüberschuß vor Steuern	4,4	3,1	5,2	5,5	3,1	3,1	4,5	3,5	3,7	3,0	2,2	2,1	3,0	2,5
Zinsaufwendungen (netto)	0,0	- 0,3	1,4	1,4	1,6	1,5	1,2	1,1	1,8	1,8	0,8	0,7	1,6	1,5

<sup>1)</sup> Grundlage der Strukturzahlen sind Angaben aus 20 000 Erfolgsrechnungen; vgl. Deutsche Bundesbank (Hrsg.): Monatsberichte, Nr. 11, 39. Jg. (1986), S. 13-29, hier S. 26-29

(g) Eine weitere, theoretisch exaktere Eingrenzung des zum Wendepunkt  $\tilde{x}_w = 0, \bar{b}$  gehörenden möglichen Wertebereichs von  $\tilde{K}_V(\tilde{x}_w)$  ergibt sich aufgrund folgender Überlegungen:

Für die Grenzkosten  $\tilde{K}'_V(\tilde{x})$  muß gelten

$$0 < \tilde{K}'_V(\tilde{x}) \leq 1,$$

denn:

(ga)  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}) = 0$  würde bedeuten, daß die Produktmenge ohne Anfall zusätzlicher Kosten gesteigert werden kann. Dies wäre eine Situation, die günstiger wäre als diejenige, welche durch ein Perpetuum mobile beschrieben wird, das bekanntlich unmöglich ist. Aus dem gleichen Grund scheidet der Fall  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}) < 0$  aus (wenn man von seltenen Ausnahmefällen absieht, wie Rabattstufen, quantitative Anpassung mit  $x_{\min} > 0$  usw.).

(gb)  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}) > 1$  ist nicht möglich. Weil  $\tilde{K}'_V(\tilde{x})$  für  $\tilde{x} = \tilde{x}_w$  minimal wird, muß gelten  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}_w) \leq \tilde{K}'_V(\tilde{x}_{\text{opt}})$ . Wie unter (c) nachgewiesen, ist  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}_{\text{opt}})$  gleich 1.  $\tilde{K}'_V(\tilde{x})$  verläuft für  $\tilde{x} > \tilde{x}_w$  monoton steigend. Folglich ist 1 der höchste Wert, den  $\tilde{K}'_V(\tilde{x})$  für  $\tilde{x} = \tilde{x}_w$  annehmen kann.

Eine vollständige Erfassung aller Situationen, die auftreten können, ist also erreicht, wenn man für das Minimum der Grenzkosten von Werten zwischen Null und eins ausgeht.

(h) In dem Gleichungssystem, das die Koeffizienten a, b und c definiert, kann als dritte Gleichung anstelle der variablen Gesamtkosten  $\tilde{K}_V(\tilde{x}_w)$  die Gleichung für das Minimum der Grenzkosten  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}_w)$  verwandt werden. Dann erhält man das Gleichungssystem

$$\begin{aligned} a + b + c &= 1 \\ 3a + 2b + c &= 1 \end{aligned}$$

$$3 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 a + 2 \cdot \frac{2}{3} b + c = \tilde{K}'_V(\tilde{x}_W = \frac{2}{3}) = \text{minimale Grenzkosten}$$

Aus den beiden ersten dieser drei Gleichungen folgt zunächst (wegen  $a+b = 3a+2b$ )

$$b = -2a.$$

Setzt man dies in die erste Gleichung ein, erhält man

$$c = 1+a.$$

Einsetzen dieser beiden Ausdrücke<sup>1)</sup> in die dritte Gleichung ergibt

$$3 \cdot \frac{4}{9} a + 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot (-2a) + 1 + a = \tilde{K}'_V(\tilde{x}_W = \frac{2}{3})$$

Daraus folgen

$$\begin{aligned} a &= 3 \cdot [1 - \tilde{K}'_V(\tilde{x}_W)] \\ b &= -2a = -6 \cdot [1 - \tilde{K}'_V(\tilde{x}_W)] \\ c &= 1 + a = 1 + 3 \cdot [1 - \tilde{K}'_V(\tilde{x}_W)]. \end{aligned}$$

<sup>1)</sup> Diese beiden Ausdrücke können zur Eingrenzung des relevanten Wertebereichs auch in der Weise verwandt werden, daß die Koeffizienten a und b durch den Koeffizienten c dividiert werden (so wie weiter oben  $\pi_L$  und  $\pi_S$  durch  $\pi_W$  dividiert wurden).

$$\text{Aus } \frac{a}{c} = \frac{a}{1+a} = \frac{1}{\frac{1}{a}+1} \text{ folgen dann}$$

$$\lim_{a \rightarrow 0} \frac{a}{c} = 0 \text{ und } \lim_{a \rightarrow \infty} \frac{a}{c} = 1$$

$$\text{Aus } \frac{b}{c} = \frac{-2a}{1+a} = \frac{-2}{\frac{1}{a}+1} \text{ folgen}$$

$$\lim_{b \rightarrow 0} \frac{b}{c} = \lim_{a \rightarrow 0} \left[ \frac{-2a}{1+a} \right] = 0 \text{ und } \lim_{b \rightarrow \infty} \frac{b}{c} = \lim_{a \rightarrow \infty} \left[ \frac{-2}{\frac{1}{a}+1} \right] = -2.$$

Folglich gelten die Restriktionen

$$0 \leq \frac{a}{c} \leq 1 \text{ und } 0 \geq \frac{b}{c} \geq -2.$$

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden:

Ist das Minimum der Grenzkosten mit einem Wert

$$0 < K'_V(x_w) \leq 1$$

vorgegeben, dann sind die Koeffizienten a, b und c eindeutig definiert. Durch a, b und c sind sodann die übrigen relevanten Werte bestimmt. Für den Wert, den die Kostenfunktion  $\tilde{K}_V(\tilde{x})$  im Wendepunkt  $(x_w)$  annimmt, gilt z.B.:

$$\tilde{K}_V(\tilde{x}_w) = a \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^3 + b \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 + c \cdot \frac{2}{3}.$$

Nach Einsetzen von  $a = -2b$  und  $c = 1+a$  wird daraus

$$\tilde{K}_V(\tilde{x}_w) = \frac{2}{27}a + \frac{2}{3}.$$

Für den Faktor p, um den die Kosten bei intensitätsmäßiger Anpassung höher sind als bei zeitlicher Anpassung, gilt als Funktion von  $(1-\alpha) \cdot x_{opt}$ :

$$p[(1-\alpha) \cdot x_{opt}] = \frac{K_V[(1-\alpha) \cdot x_{opt}]}{K_V(x_{opt}) \cdot (1-\alpha)} - 1$$

Wegen der Normierungen  $\tilde{x}_{opt} = 1$  und  $\tilde{K}_V(\tilde{x}_{opt}) = 1$  wird daraus

$$\begin{aligned} p(1-\alpha) &= \frac{K_V(1-\alpha)}{1 \cdot (1-\alpha)} - 1 = k_V(1-\alpha) - 1 \\ &= a \cdot (1-\alpha)^2 + b \cdot (1-\alpha) + c - 1 \\ &= a \cdot (1-\alpha)^2 - 2a \cdot (1-\alpha) + 1 + a - 1. \end{aligned}$$

Daraus folgt schließlich für p als Funktion von  $(1-\alpha)$ :

$$p(1-\alpha) = a\alpha^2 \text{ bzw. } 100p(1-\alpha)\% = 100a\alpha^2\%.$$

2. Das Ausmaß, in dem die Kosten bei intensitätsmäßiger Anpassung höher sind als bei zeitlicher Anpassung

---

In der Tabelle 4 auf der folgenden Seite sind in Abhängigkeit vom Minimum der Grenzkosten alle zuvor definierten Werte wiedergegeben. Daraus geht folgendes hervor:

- (1) Wenn die minimalen Grenzkosten  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}_w)$  steigen,
  - (a) sinkt der Wert, den die variablen Gesamtkosten im Wendepunkt annehmen linear von  $0,8$  auf  $0,6$ , weil zwischen  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}_w)$ ,  $a$  und  $\tilde{K}_V(\tilde{x}_w)$  Proportionalität besteht,
  - (b) sinkt der Prozentsatz, um den die Kosten bei intensitätsmäßiger Anpassung höher sind als bei zeitlicher Anpassung, und zwar linear (weil der Koeffizient  $a$  linear zum Grenzkostenminimum sinkt und  $p$  zu  $a$  proportional ist).
- (2) Wenn der Prozentsatz  $\alpha$ , um den die Beschäftigung unter  $x_{opt} \cdot t_n$  (bzw. im normierten Fall unter  $\tilde{x}_{opt} = 1$ ) absinkt, steigt, dann nimmt  $p$  zu, und zwar quadratisch zu  $\alpha$  (weil  $p = \alpha^2$ ).
- (3) Betragen die proportionalen Gesamtkosten 50% der gesamten variablen Kosten (vgl. Tab. 3), dann kann  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}_w)$  nicht unter  $0,5$  absinken. Zu diesen minimalen Grenzkosten von  $0,5$  gehören variable Gesamtkosten von  $0,7$  und nicht von  $0,83$  wie unter (f) als möglich angesehen; zu  $\tilde{K}_V(\tilde{x}_w) = 0,83$  gehören vielmehr minimale Grenzkosten  $K'_V(x_w)$  von  $0,25$ . Daraus folgt, daß der Bereich, innerhalb dessen die variablen Gesamtkosten sich bewegen können, eng begrenzt ist und sich in der Regel auf das Gebiet in Abb. 4 beschränkt, das schraffiert ist.

Tab. 4: Kennzahlen der Kostenfunktion  $\tilde{K}_V(\tilde{x})$  in Abhängigkeit vom Minimum der Grenzkosten

$$\text{Min } \tilde{K}'_V(\tilde{x}) = \tilde{K}'_V(\tilde{x}_w) = \tilde{K}'_V(0, \bar{6})$$

$\text{Min} \tilde{K}'_V(\tilde{x}) = \tilde{K}'_V(\tilde{x}_w)$	0	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	Definitionsgleichung
Koeffizient a	3	2,7	2,4	2,25	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0	$3 \cdot [1 - \tilde{K}'_V(\tilde{x}_w)]$
" b	-6	-5,4	-4,8	-4,5	-4,2	-3,6	-3	-2,4	-1,8	-1,2	-0,6	0	-2a
" c	4	3,7	3,4	3,25	3,1	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	1	1+a
$\tilde{K}_V(\tilde{x}_w = 0, \bar{6})$	0,8	0,86	0,84	0,83	0,82	0,8	0,7	0,75	0,73	0,71	0,68	0,6	$\frac{2}{3} + \frac{2}{27}a$
100p% für $\alpha=5\%$	0,75	0,675	0,6	0,563	0,525	0,45	0,375	0,3	0,225	0,15	0,075	0	} $a\alpha^2$
100p% für $\alpha=10\%$	3,0	2,7	2,4	2,25	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0	
100p% für $\alpha=15\%$	6,75	6,075	5,4	5,063	4,725	4,05	3,375	2,7	2,025	1,35	0,675	0	
100p% für $\alpha=20\%$	12,0	10,8	9,6	9,0	8,4	7,2	6,00	4,8	3,6	2,4	1,2	0	

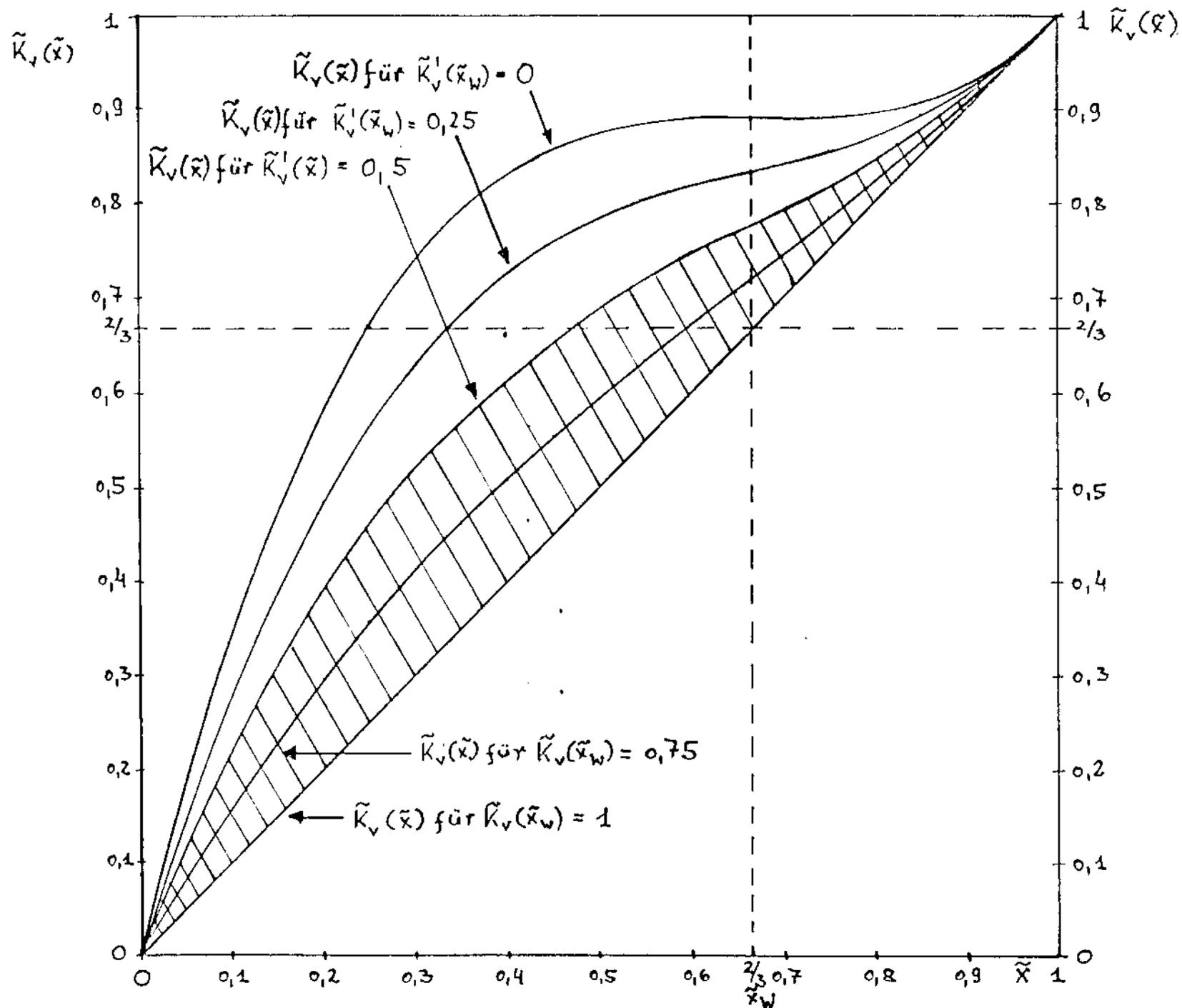


Abb. 4: Der Bereich, innerhalb dessen  $\tilde{K}_v(\tilde{x})$  als Funktion 3. Grades verlaufen kann

Die in Tab. 4 enthaltenen Prozentsätze sind mit den Prozentsätzen der Tab. 3 nur bedingt vergleichbar, weil in Tab. 4 die gesamten variablen Kosten erfaßt sind, in Tab. 3 dagegen nur die in bezug auf die Schnittgeschwindigkeit und/oder die Schnittzeit entscheidungsrelevanten Kosten. Die Prozentsätze der Tab. 3 sind jedoch als Spezialfall in Tab. 4 enthalten.

Bei der heutigen Arbeitslosigkeit von etwa 10% interessiert insbesondere die Zeile für  $\alpha = 10\%$ . Machen die proportionalen Kosten 50% der gesamten variablen Kosten aus, so daß die Grenzkosten nicht unter 0,5 absinken können, dann übersteigen für  $\alpha = 10\%$  die Kosten der intensitätsmäßigen Anpassung die entsprechenden Kosten der zeitlichen Anpassung nur um 1,5%. Für einen höheren Rückgang des Beschäftigungsgrades ergeben sich jedoch rasch steigende Werte; für 15% Beschäftigungsrückgang z.B. 3,375% und für einen Beschäftigungsrückgang von 20% erhält man 6%.

Nun sei zusätzlich die Zahlung von Kurzarbeitergeld berücksichtigt.

- (1) Bei einer Reduktion der Arbeitszeit bis zu 10% einschließlich muß der Betrieb den vollen Lohn weiterzahlen.
- (2) Ist die Reduktion der Arbeitszeit größer als 10%, dann wird Arbeitnehmern
  - a) ohne Kinder 63%,
  - b) mit Kindern 68%der auf die weggekürzte Arbeitszeit entfallenden Bezüge vom Arbeitsamt gezahlt.
- (3) Die nicht erstatteten Renten- und Krankenversicherungsbeiträge belasten den Betrieb mit etwa 10% des Stundenlohns.
- (4) Nach dem Tarifvertrag der Metallindustrie muß der Betrieb das Kurzarbeitergeld auf 80% der bisherigen Bezüge aufstocken.

Durch diese Regelungen werden die Kosten der zeitlichen Anpassung höher, die intensitätsmäßige Anpassung also relativ günstiger als die Zahlen in Tabelle 4 angeben, die vom Betrieb zu zahlendes Kurzarbeitergeld nicht enthalten. Exakte Angaben sind nur im Einzelfall möglich.

Geht man im Durchschnitt davon aus, daß die Löhne 25% der Gesamtkosten ausmachen (vgl. Tabelle 3) und daß ein Betrieb zu einem Drittel Arbeitnehmer ohne und zu zwei Dritteln Arbeitnehmer mit Kindern beschäftigt, dann gilt etwa folgendes:

Bei Kurzarbeit bis 10% bleiben die Löhne gleich hoch.

$\tilde{K}_{VZ}(t=0,9)$  ist also nicht gleich  $t = 0,9$ , sondern gleich  $0,9 + 0,1(\text{Kurzarbeitsanteil}) \cdot 0,25(\text{Lohnanteil}) = 0,925$ ; infolgedessen sind die Kosten der intensitätsmäßigen Anpassung für  $\alpha = 10\%$  und  $\tilde{K}'_V(\tilde{x}_W) = 0,5$  nicht um 1,5% höher als die Kosten der zeitlichen Anpassung (vgl. Tab.4), sondern um 1,24% niedriger:

Kosten der zeitlichen Anpassung, wie errechnet	0,925
" " intensitätsm. " ( $\tilde{x}=0,9$ ) $\cdot 1,015 =$	<u>0,9135</u>
Differenz:	0,0115

$$\frac{0,0115}{0,925} = 0,0124 = 1,24\%.$$

Bei Kurzarbeit von 20% gilt folgendes:

Wenn ein Drittel der Arbeitnehmer keine Kinder haben, zwei Drittel also Kinder haben, ist im Durchschnitt von einem Kurzarbeitergeld von

$$\frac{63 + 2 \cdot 68}{3}\% = 66,33\%$$

auszugehen. Die Zuzahlung des Betriebes macht also im Durchschnitt  $80\% - 66,33\% = 13,33\%$  aus. Zusammen mit den 10% Belastung aus nicht erstatteten Renten- und Krankenversicherungsbeiträgen sind das 23,33%. Die Kosten der zeitlichen Anpassung sind also nicht  $t = 0,8$ , sondern

$$0,8 + 0,2(\text{Kurzarbeitsanteil}) \cdot 0,25(\text{Lohnanteil}) \cdot 0,2333 = 0,81167.$$

Die Kosten der intensitätsmäßigen Anpassung betragen (vgl. Tab. 4.):  $(\tilde{x} = 0,8) \cdot 1,06 = 0,848$ .

Die intensitätsmäßige Anpassung ist bei zusätzlicher Berücksichtigung der Kosten, die aus der Zahlung von Kurzarbeitergeld resultieren, für  $\alpha = 20\%$  Beschäftigungsrückgang, also nicht 6% (vgl. Tab. 4), sondern nur

$$\frac{0,848 - 0,81167}{0,81167} = 4,28\%$$

teurer als die zeitliche Anpassung.

## VI. Einige abschließende Bemerkungen

Abschließend ist nun noch auf die Frage einzugehen, warum die zuvor aufgezeigten Zusammenhänge in der bisherigen Diskussion um die Arbeitslosigkeit kaum eine Rolle gespielt haben.

1. Die gestellte Frage kann zunächst wie folgt beantwortet werden: Wir wissen zu wenig darüber, wie die Betriebe in der Praxis die Produktionsgeschwindigkeit tatsächlich wählen. Ist es diejenige, welche in der Theorie als "optimal" bezeichnet wird und dem Minimum der variablen Stückkosten entspricht? Wenn es so ist, dann kann es sein, daß die Betriebe den aufgezeigten Sachverhalt ausnutzen, ohne viel davon zu sprechen (und ohne daß Theoretiker dies bisher gemerkt haben). Dafür könnte die Tatsache sprechen, daß die meisten Betriebe heute Schnittgeschwindigkeiten benutzen, die unter den hier als optimal errechneten Werten liegen (vgl. die folgende Abb. 5).
2. Eine zweite Antwort könnte die folgende sein: Kurzarbeit bringt dem Betrieb und den Arbeitnehmern Nachteile; deshalb sind beide bestrebt, möglichst bald von der Kurzarbeit wegzukommen. Anders bei einer Reduktion der Arbeitsintensität, d.h. des Arbeitstempos: den Arbeitnehmern bringt sie ein langsames, d.h. ruhigeres und angenehmeres Arbeitstempo. Auf Seiten der Arbeitnehmer fehlt also ein Anreiz, wieder zur optimalen Produktionsgeschwindigkeit zurückzukehren, wenn sie an den Mehrkosten der intensitätsmäßigen Anpassung gegenüber der zeitlichen Anpassung nicht beteiligt werden. Eine solche Beteiligung bringt jedoch tarifliche Probleme mit sich und ist deshalb nicht leicht durchzusetzen. Trotzdem sollte die Reduktion der Arbeitsintensität anstelle von Kurzarbeit und Entlassung intensiver erörtert und genutzt werden, denn sie vermeidet zumindest die menschlichen Härten des "Ohne-Arbeit-Sein".

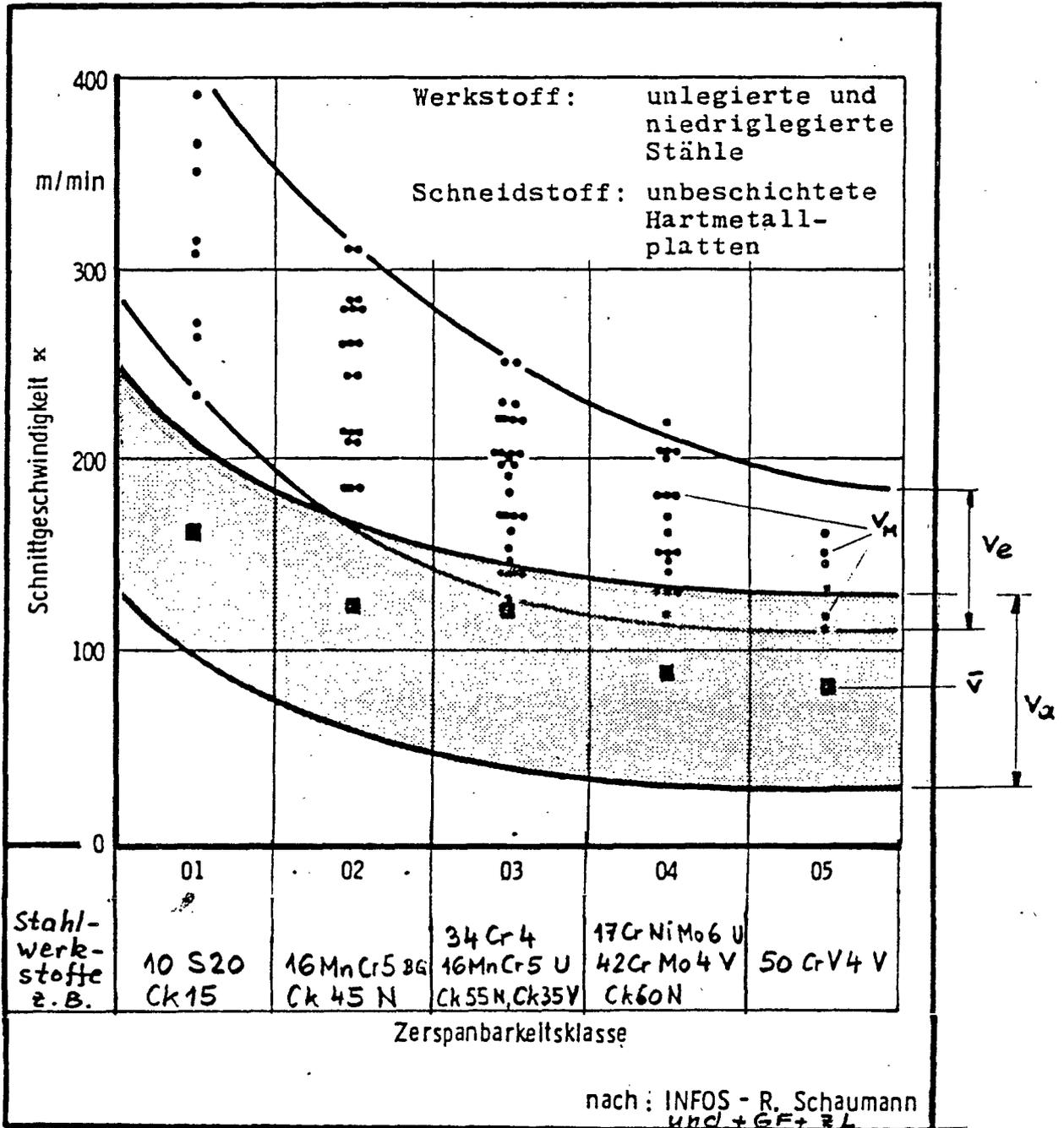


Abb. 5: Empfohlene ( $v_e$ ) und tatsächlich angewandte ( $v_a$ ) Schnittgeschwindigkeiten beim Drehen (Stand 1980)

- =  $v_M$  = Messwerte aus INFOS (Drehen)
- =  $\bar{v}$  = Mittelwerte aus Praxisauswertung des WZL Aachen

Für die Schneidstoffgruppe P 01/05 kam das WZL der RWTH Aachen 1981 zu einer mittleren Schnittgeschwindigkeit von 250 m/min (mit 100 als Minimum und 400 als Maximum); für die Schneidstoffgruppe P 10/20 war der Mittelwert 127 m/min mit 10 als Minimum und 370 als Maximum.

3. Kann es sein, daß die Nichtberücksichtigung von "sprungfixen" bzw. "intervallfixen" Kosten dazu führt, daß die gewonnenen Ergebnisse praktisch ohne Bedeutung sind? Bei der Beantwortung dieser Frage ist zu beachten, daß die Begriffe fix und variabel sowie infolgedessen auch die Begriffe sprungfix und intervallfix nicht mehr hinreichend definiert sind, wenn eine Variation der Beschäftigung sowohl durch eine Veränderung der Produktionszeit als auch durch eine Veränderung der Produktionsgeschwindigkeit erreicht werden kann. Dann sind vielmehr folgende Fälle zu unterscheiden:<sup>1)</sup>

- (1) Kosten, die in bezug auf Produktionsgeschwindigkeit und Produktionszeit variabel sind (sogenannte doppelt variable Kosten, hier z.B. die Kosten des Werkzeugverzehrs, die Akkordlöhne und der Verbrauch an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen).
- (2) Kosten, die nur in bezug auf die Produktionszeit variieren (sogenannte einfach variable Kosten; hierzu zählen v.a. die Zeitlöhne, aber auch z.B. Beleuchtungs- und Heizungskosten).
- (3) Kosten, welche sowohl von der Produktionsgeschwindigkeit als auch von der Produktionszeit unabhängig sind (kalenderzeitproportionale Fixkosten; z.B. Gehälter, fixe Abschreibungen, Versicherungen, Mieten und Pachten, Vermögensteuer usw.).

Bei der Entscheidung zwischen zeitlicher und intensitätsmäßiger Anpassung kommt es bezüglich der fixen und der

---

<sup>1)</sup> Vgl. zum folgenden L. Pack, Arbeitszeit, Arbeitsgeschwindigkeit und Faktorpreise - einige kostenorientierte Überlegungen zum Beschäftigungsproblem, in: Betriebswirtschaftliche Entscheidungen bei Stagnation, a.a.O., S. 77f.; ders., Zum Einfluß der Faktorpreise auf die optimale Fahrgeschwindigkeit von Kraftfahrzeugen, ZfB 1984, S. 853.

sprungfixen Kosten darauf an, ob sie bei zeitlicher Anpassung abgebaut werden können. Bezüglich der kalenderzeitproportionalen Fixkosten ist dies grundsätzlich nicht möglich, es sei denn, es werden ganze Betriebsteile auf längere Zeit stillgelegt. Soweit die sprungfixen Kosten kalenderzeitproportionale Fixkosten sind, gilt für sie dasselbe. Entscheidungsrelevant für die Wahl zwischen zeitlicher oder intensitätsmäßiger Anpassung sind deshalb nur solche "sprungfix" genannte Kosten, welche ausschließlich zur Produktionszeit variabel sind. Da die Zeitlöhne in der vorausgehenden Analyse ausdrücklich berücksichtigt worden sind, verbleiben also nur Beleuchtungskosten, Heizungskosten usw., wobei noch eine Rolle spielt, ob die zeitliche Anpassung nicht in einer Kürzung der täglichen Arbeitszeit, sondern in einer Reduktion der wöchentlichen Arbeitszeit besteht (z.B. durch Reduzierung der Zahl der Arbeitstage). Ob diese Kosten die errechneten Ergebnisse signifikant beeinflussen, wäre zu prüfen. Bei dem relativ geringen Anteil, den Beleuchtungs- und Heizungskosten an den Gesamtkosten haben, ist dies nicht allzu wahrscheinlich.

4. Die im allgemeinen Teil abgeleiteten Ergebnisse wurden unter der Voraussetzung gewonnen, daß die variablen Gesamtkosten durch eine Funktion dritten Grades beschrieben werden können. Dies geschah in Anlehnung an die in der Literatur allgemein herrschende Vorgehensweise. Dennoch bedarf es empirischer Untersuchungen darüber, ob die Annahme einer Funktion dritten Grades in der Realität ebenso weit verbreitet wie in der Theorie üblich ist.
5. Wenn statt der zeitlichen die intensitätsmäßige Anpassung praktiziert wird, bedeutet dies im wesentlichen, daß Material-, Energieverbrauch usw. durch menschliche Arbeit substituiert werden. D.h.: statt der Arbeitszeit wird der Einsatz an Material, Energie usw. verringert. Als Folge

hiervon reduzieren sich die Bezüge des betrachteten Betriebes von seinen Vorlieferanten. Der betrachtete Betrieb verhindert also die Entstehung von Arbeitslosigkeit im eigenen Betrieb dadurch, daß er sie - zumindest teilweise - auf seine Vorlieferanten verlagert. Inwieweit sich hierdurch für die Volkswirtschaft als Ganzes Kompensationseffekte ergeben, die über das bei zeitlicher Anpassung auftretende Maß hinausgehen, bedarf einer intensiven Untersuchung. Soweit es sich um Materialien und Energien handelt, die aus dem Ausland bezogen werden (z.B. Öl), sind neben den binnenwirtschaftlichen auch außenwirtschaftliche Zusammenhänge zu untersuchen.

6. Löhne haben immer eine Doppelnatur: sie sind stets Kosten für den Betrieb, der sie zahlt, und zugleich Einkommen für den Arbeitnehmer, der sie erhält. Das Einkommen ist der wohl wichtigste die Nachfrage bestimmende Faktor. Zur Prognose der einkommensabhängigen Nachfrage, die ihrerseits weitgehend die Beschäftigung bestimmt, muß deshalb zusätzlich zu den hier angestellten Überlegungen ergänzend der Frage nachgegangen werden, wie hoch das nach Abzug von Steuern und Abgaben insgesamt verfügbare Einkommen einerseits bei Reduktion der Arbeitsintensität ist und andererseits bei Kurzarbeit bzw. bei Entlassung von Arbeitskräften, einschließlich der Zahlung von Kurzarbeitergeld und Arbeitslosenunterstützung.