

# GRUNDSÄTZLICHE TECHNISCH-WIRTSCHAFTLICHE FRAGEN DER EINFÜHRUNG DER KONTINUIERLICHEN MONTAGE

Von

J. KOCSIS

Lehrstuhl für Industrielle Betriebswirtschaftslehre, Technische Universität, Budapest  
(Eingegangen am 23. April 1965)

Vorgelegt von Prof. Dr. J. FÁTH

## 1. Bedeutung der kontinuierlichen Montage

Der Maschinenbau gliedert sich in zwei grundlegende Phasen, und zwar:  
*a)* die Herstellung von Maschinenteilen (Bestandteilproduktion) und  
*b)* Aufbau der Maschinen aus den Bestandteilen (Montage).

Die Steigerung der Produktivität, der Arbeitswirksamkeit und der Wirtschaftlichkeit ist in beiden Phasen von überragender Wichtigkeit, weil der Entwicklung der Produkte die Entwicklung des Produktionsprozesses auf dem Fuße folgen muß.

Aus der Untersuchung des Charakters der einzelnen Produktionsphasen geht jedoch hervor, daß sich das Montageverfahren und die Art und Weise seiner Organisation auf den Produktionsprozess auswirkt und ihm ganz ausgeprägte Eigenheiten verleiht. (Solche sind z. B. die zulässigen Maßabweichungen bei den Bestandteilen, die Maßketten der Montageeinheiten, der Rhythmus der Versorgung mit Bestandteilen usw.)

Daraus ergibt sich, daß bei der Planung der modernen Produktion von der Wahl der Montagemethode ausgegangen werden muß und daß der Aufbau des Produktionsprozesses den sich so ergebenden Anforderungen anzupassen ist.

Der Umstand, daß die im Maschinenbau befolgten Montageverfahren im Vergleich zu den Verfahren der Bestandteilproduktion dennoch verhältnismäßig rückständig sind, spiegelt sich in der Fachliteratur wider und verdient Beachtung.

Sehr spärlich sind die Initiativen auf dem Gebiet der Ausarbeitung moderner technisch-organisatorischer Methoden, die in der Serienmontage Anwendung finden können, und die bereits erschienenen wenigen Publikationen berichten nur über Erfahrungen auf eng umgrenzten Gebieten. (Brauchbare Erfahrungen vermitteln u. a. die im Literaturverzeichnis angeführten Publikationen.)

Der Umstand jedoch, daß im Maschinenbau die Montagearbeiten am Ende des Produktionsprozesses stehen, weshalb während der Montage der Wert der unvollendeten Produkte sehr hoch ist, macht eine möglichst weitgehende Verkürzung der Durchlaufzeit der Montage erforderlich.

Im Interesse der Verkürzung der Durchlaufzeit und der Erschließung sonstiger Reservequellen des Montageprozesses (wie z. B. der Ausarbeitung wirtschaftlicher Maßketten, der Ausmerzungen der Verlustzeiten mit Hilfe organisatorischer Maßnahmen, Sicherung der rhythmischen Arbeit usw.) tritt die Einführung der kontinuierlichen Methode der Montagetechnologie immer mehr in den Vordergrund.

Da jedoch das Wesen der fortlaufenden Produktion noch immer zu wenig bekannt ist, herrscht in weiten Kreisen der Industrie die Ansicht, die Sicherstellung eines Montagevolumens, welches der Massenproduktion entspricht, bilde die Voraussetzung für die kontinuierliche Montage. Eine Änderung dieser Auffassung wird noch dadurch erschwert, daß zahlreiche Literaturquellen, die durch die kontinuierliche Produktion bedingten technologischen Voraussetzungen schablonenhaft festlegen, und wenn sie fehlen, wird für den gegebenen Fall die fortlaufende Produktion als ungeeignet bezeichnet.

Die Prüfung der Möglichkeiten für die Einführung der kontinuierlichen Montage kann jedoch nur im Rahmen einer umfassenden Analyse durchgeführt werden, und als Ergebnis der Analyse wird es möglich sein, die fortlaufende Montage oder als teilweise Lösung die sogenannte »fließartige« Montage selbst in der Produktion mittlerer, ja sogar kleiner Serien mit Erfolg anzuwenden.

Der Übergang auf die »fließartige« Montage schafft die Voraussetzungen für die Erhöhung der Wirksamkeit der Arbeit, für die Steigerung der Produktivität, für die Verkürzung der Durchlaufzeit und der Verlustzeiten sowie für die Verringerung der rhythmischen Produktausgabe, was bedeutende Selbstkostensenkung zur Folge hat.

Die kontinuierliche Montage bietet also zahlreiche und so bedeutende Vorteile, daß um ihretwillen wenigstens eine teilweise Anwendung oder durch Ausarbeitung spezieller Verfahren (z. B. Sicherstellung relativer Serienmäßigkeit, Ausbildung von Reihen mit veränderlichen Objekten usw.) die Schaffung der Bedingungen für ihre Einführung anzustreben ist.

Nachstehend soll im Zusammenhang mit der Einführung der kontinuierlichen Montage die Prüfung dreier grundlegender Fragen vorgenommen werden:

- a) Das technische Kriterium der Einführung der kontinuierlichen Montage.
- b) Das wirtschaftliche Kriterium der Einführung der kontinuierlichen Montage.
- c) Analyse des Zeitbedarfs der Montagetätigkeit.

## 2. Das technische Kriterium der Einführung der kontinuierlichen Montage

Bekanntlich wird als kontinuierlich jenes Produktionssystem bezeichnet, in welchem der Transport des Erzeugnisses unter Verwendung spezieller Trans-

portmittel in der Reihenfolge der technologischen Prozesse rhythmisch und in ihren Teilabschnitten parallel erfolgt.

Hierbei dauert der Prozeß von der Inarbeitnahme der Bestandteile ununterbrochen, bis das Produkt fertiggestellt ist, und während dieser Zeit muß an jedem Arbeitsplatz eine bestimmte Gruppe von Operationen in synchronisiertem Zeitablauf verrichtet werden.

Die Wahl des brauchbaren Montagesystems wird grundlegend durch das Verhältnis zwischen dem Bedarf an Montagearbeit und der Serienmäßigkeit der Produktion bestimmt. Der Grad der Spezialisierung der Arbeitsplätze (d. h. in welchem Maße ihre Belastung mit derselben Arbeit von Dauer ist) und der Grad der Gleichmäßigkeit der Weiterbewegung (d. h. der zeitliche Durchlauf des Produktes durch den Montageprozeß) stehen miteinander in enger Beziehung. Am einfachsten läßt sich dies so ausdrücken: je größer das Produkt aus dem Produktionsvolumen ( $Q$ ) und aus dem Montagezeitanspruch ( $T_{\text{Mont}}$ ) ist, — was der gesamte Montagearbeitsbedarf ( $T_{\text{Mont S}}$ ) genannt werden soll, auf um so höherer Ebene kann die Spezialisierung der Arbeitsplätze und die Kontinuität der Weiterbewegung des Arbeitsstückes liegen.

Mathematisch läßt sich dies folgendermaßen ausdrücken:

Jährliches Produktionsvolumen:  $Q \left[ \frac{\text{Stück}}{\text{Jahr}} \right]$

Jährlicher nützlicher Montage-Zeitfond:  $T_N = \left[ \frac{\text{Stunden}}{\text{Jahr}} \right]$

Rhythmus der Produktausgabe:  $Rh \left[ \frac{\text{Stunden}}{\text{Stück}} \right]$ , wobei

$$Rh = \frac{T_N}{Q} \left[ \frac{\text{Stunden}}{\text{Stück}} \right],$$

Montagezeitbedarf eines Produkts:  $T_{\text{Mont}} \left[ \frac{\text{Stunden}}{\text{Stück}} \right]$

Zahl der notwendigen Montage-Arbeitsplätze:  $n$  [Stück], wobei

$$n = \frac{T_{\text{Mont}}}{Rh} [\text{Stück}].$$

Im Sinne der vorstehenden Formulierung schreibt sich der gesamte Montagearbeitsbedarf zu

$$T_{\text{Mont S}} = Q \cdot T_{\text{Mont}} \left[ \frac{\text{Stunden}}{\text{Jahr}} \right].$$

Die einzelnen Faktoren sind aus den vorstehenden Beziehungen ausgedrückt,

$$Q = \frac{T_N}{Rh}$$

und

$$T_{\text{Mont}} = n \cdot Rh,$$

und mit ihnen wird

$$T_{\text{Mont S}} = Q \cdot T_{\text{Mont}} = \frac{T_N}{Rh} \cdot n \cdot Rh = T_N \cdot n \left[ \frac{\text{Stunden}}{\text{Jahr}} \right].$$

Aus der Formel geht hervor, daß die Abhängigkeit des Produktionsvolumens durch den Montagearbeitsbedarf allgemein gemäß der Beziehung

$$Q = \frac{T_N}{T_{\text{Mont}}} \cdot n \left[ \frac{\text{Stück}}{\text{Jahr}} \right]$$

bestimmt ist.

Um bei gegebenem nützlichem Zeitfond und gegebenem Montagearbeitsbedarf die minimale Stückzahl feststellen zu können, bei welcher die kontinuierliche Montage technisch noch anwendbar ist, muß in Betracht gezogen werden, daß die in Frage kommende Zahl der Arbeitsplätze minimal  $n_{\text{min}} = 1$  sein kann, und daher ist

$$Q_{\text{min}} = \frac{T_N}{T_{\text{Mont}}} \cdot n_{\text{min}} = \frac{T_N}{T_{\text{Mont}}} \cdot 1 = \frac{T_N}{T_{\text{Mont}}}.$$

Umgekehrt: bei gegebener Produktions-Stückzahl und gegebenem Zeitfond beträgt der minimale Montage-Zeitbedarf

$$T_{\text{Mont min}} = \frac{T_N}{Q} \cdot n_{\text{min}} = \frac{T_N}{Q} \cdot 1 = \frac{T_N}{Q}.$$

Schließlich: Das Kriterium der Anwendbarkeit der kontinuierlichen Montage besteht vom Standpunkt des gesamten Montagearbeitsbedarfs darin, daß der gesamte Montagearbeitsbedarf gleich sei dem zur Verfügung stehenden Zeitfond, daß also

$$T_{\text{Mont. S. min}} = [Q \cdot T_{\text{Mont}}]_{\text{min}} = Q \cdot T_{\text{Mont min}} = T_N \cdot n_{\text{min}} = T_N \cdot 1 = T_N.$$

Auf diese prinzipiellen Grundlagen ist das in Abb. 1 dargestellte Nomo-gramm aufgebaut, welches dazu dient, bei bekanntem Produktionsvolumen und bekannten Zeitangaben über die technische Anwendbarkeit des kontinuierlichen Montagesystems zu entscheiden.

Das Nomogramm enthält die nachstehenden konkreten Angaben:

$$T_N = 60 \cdot T_j \cdot h \cdot k \cdot Sch, \text{ worin}$$

$T_j$  = Zahl der jährlichen Arbeitstage = 306 Tage,

$h$  = Zahl der Stunden einer Schicht = 8,

$k$  = ein die Zeitdauer der geplanten Instandhaltung und sonstiger Verluste (Ruhepause usw.) ausdrückender Faktor = 0,9,

$Sch$  = Zahl der Schichten (Schicht/Tag),

$T_N$  = 132192 ·  $Sch$  (Minuten/Jahr).

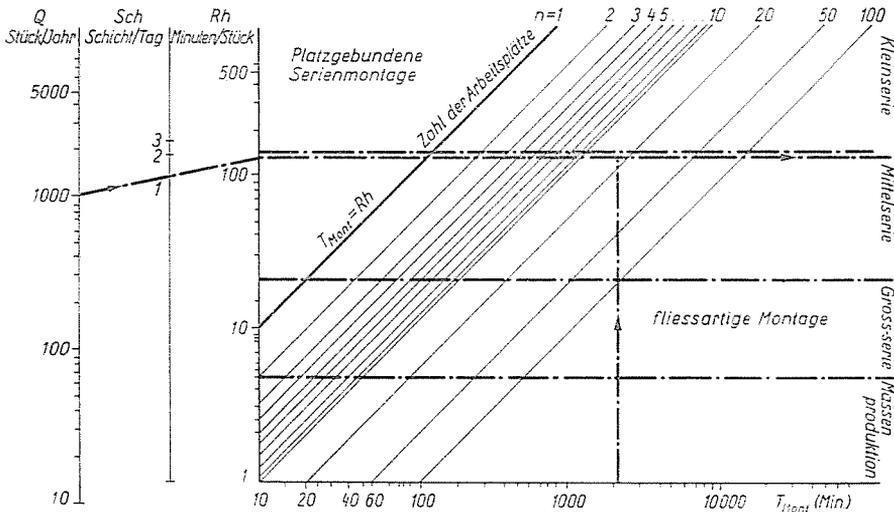


Abb. 1. Nomogramm zur Darstellung der Beziehung zwischen Montagezeit und Produktionsvolumen

Nach den in der Literatur üblichen Klassifizierungen können bei den Werten  $Rh = 5, 15$  bzw.  $500$  Minuten horizontale Grenzlinien gezogen und damit der *Serienmäßigkeit der Produktion* entsprechende Felder gezeichnet werden.

Wählt man als Parameter die Zahl der Arbeitsplätze, müssen drei Fälle untersucht werden:

- wenn  $n = 1$ , dann ist  $T_{\text{Mont}} = Rh$
- wenn  $n = 1$ , dann ist  $T_{\text{Mont}} > Rh$
- wenn  $n = 1$ , dann ist  $T_{\text{Mont}} < Rh$

Im Grenzfall der kontinuierlichen Montage:  $Rh = T_{\text{Mont}}$ , erfolgt die ganze Montage an einem Arbeitsplatz. In diesem Falle ändert sich zwar der

Ort der Montage nicht, doch erfolgt sie auf Grund der kontinuierlichen Produktion, da an der gegebenen Montagestelle die gleiche Operationsgruppe dauernd wiederholt wird.

Dieser Grenzfall ist im Nomogramm durch die Gerade  $n = 1$  gekennzeichnet.

Die Fläche unterhalb der Geraden ist durch den Fall *b*) charakterisiert, in dem  $T_{\text{Mont}} > Rh$  und die Montage, auf mehrere Arbeitsplätze spezialisiert, fortlaufend durchgeführt werden kann.

Die über der Geraden liegende Fläche stellt den Fall *c*) dar, in welchem  $T_{\text{Mont}} < Rh$ , d. h. die für die Montage benötigte Zeit kleiner ist als die Taktzeit, die Kontinuität also nicht aufrechterhalten werden kann. In solchen Fällen kann nur platzgebundene Serienmontage in Frage kommen. Die Benützung des so ergänzten Nomogramms ist nun ganz einfach. Wenn man die Produktions-Stückzahl mit der Zahl der Schichten verbindet, erhält man den Rhythmus der Ausgabe. Bei horizontaler Projektion läßt sich dann der Grad der Serienmäßigkeit der Produktion ablesen. Projiziert man den notwendigen Montagearbeitsbedarf eines Erzeugnisses vertikal, läßt sich im Schnittpunkt mit der vorstehend erwähnten Horizontalen die Zahl der einzusetzenden Arbeitsplätze ablesen. Kommt der Schnittpunkt über die Linie  $T_{\text{Mont}} = Rh$  zu liegen, kommt eine kontinuierliche Montage nicht in Betracht.

Das Nomogramm läßt gut erkennen, daß das Verhältnis von  $Q$  und  $T_{\text{Mont}}$  kein willkürliches sein kann. Bei großer Stückzahl und sehr kurzer Montagezeit kann man ebenso in das obere Feld gelangen, wie bei kleiner Stückzahl und mittlerer Montagezeit, hingegen läßt sich auch bei kleiner Stückzahl kontinuierliche Montage ausführen, wenn der Montage-Arbeitsbedarf groß genug ist.

Die vorstehende Ableitung beweist, daß die technische Abwicklung der kontinuierlichen Montage — unter sonst geeigneten Bedingungen — auch bei kleiner Stückzahl möglich ist.

Des weiteren soll geprüft werden, ob — abgesehen von der technischen Realisierbarkeit — die kontinuierliche Montage einer kleinen Stückzahl auch vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit vertretbar ist.

### 3. Das wirtschaftliche Kriterium der Einführung der kontinuierlichen Montage

Bei Untersuchung der Beziehung zwischen Montagekosten und Serienmäßigkeit ist es zwecklos, irgendeine optimale Wirtschaftlichkeit zu suchen, weil die Montageverfahren nicht nur in quantitativer, sondern auch in qualitativer Beziehung von einander abweichen.

Nachstehend der Beweis hierfür:

Auch die Montagekosten setzen sich — wie die Produktionskosten überhaupt — aus mehreren Faktoren zusammen.

Unter diesen Faktoren figurieren:

a) Relativ konstante Kosten, die — bei gegebener Montagetechnologie und Organisation — als unabhängig von der Zusammensetzung und dem Volumen der Produktion bezeichnet werden können. (Bei umfangreicher Produktionssteigerung oder bei Änderung des Montagesystems steigen jedoch diese Kosten sprunghaft an.)

Diese Kosten sollen mit  $K_{\text{fix}}$  bezeichnet werden.

b) Ein anderer Teil der Kosten hängt ebenfalls eng mit der Technologie und Organisation der Montagearbeiten zusammen, aber auch mit dem Umfang und der Zusammensetzung der Produktion. Auch er reagiert auf Änderungen der letzteren sehr empfindlich.

Diese veränderlichen Kosten sollen als  $K_{\text{var}}$  bezeichnet werden.

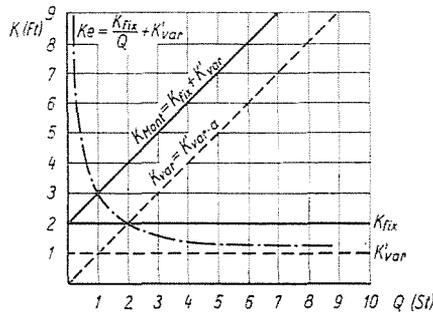


Abb. 2. Änderungen der Montagekosten

Bei gegebenem Montagesystem betragen also die gesamten Montagekosten, auf eine Zeiteinheit (z. B. 1 Jahr) bezogen,

$$K_{\text{Mont}} = K_{\text{fix}} + K_{\text{var}} \quad [\text{Ft/Jahr}].$$

Wie ersichtlich, erfahren die Kosten wegen » $K_{\text{var}}$ « eine Änderung, wenn in den aufgezählten Bedingungen eine Änderung eintritt.

Wird die Änderung des Volumens gesondert untersucht, nehmen in Abhängigkeit vom Jahresquantum » $Q$ «  $\left[ \frac{\text{Stück}}{\text{Jahr}} \right]$  die variablen Kosten die Form  $K_{\text{var}} = K'_{\text{var}} \cdot Q$  an (siehe Abb. 2).

$Q$  = das in einem Jahre zu produzierende Quantum [St/Jahr],

$K'_{\text{var}} = f$  (Technologie, Organisation, Zusammensetzung = die auf ein Stück entfallenden variablen Kosten bei gegebenem Montagesystem [Ft/St].

Die Einheitskosten gestalten sich wie folgt:

$$K_e = \frac{K_{\text{Mont}}}{Q} = \frac{K_{\text{fix}} + K_{\text{var}}}{Q} = \frac{K_{\text{fix}} + K'_{\text{var}} \cdot Q}{Q} = \frac{K_{\text{fix}}}{Q} + K'_{\text{var}} \left[ \frac{\text{Ft}}{\text{St}} \right]$$

Aus der Abbildung geht hervor, daß sich die Einheitskosten bei gegebenem Montagesystem in Funktion des Volumens vermindern und asymptotisch dem Wert der variablen Einheitskosten ( $K'_{\text{var}}$ ) zustreben.

Der Wert  $K_{\text{fix}}$  ist von der Änderung des Volumens praktisch unabhängig, solange dieses keinen Wert annimmt, der eine Änderung des Montagesystems ändert sich  $K_{\text{fix}}$  stufenweise (sprunghaft).

Der Wert  $K_{\text{var}}$  ist vom Volumen abhängig, weil er ohne Änderung des Montagesystems herabgesetzt werden kann (durch den Einsatz kleiner Maschinen, Erhöhung der Seriengröße usw.), und weil die Änderung des

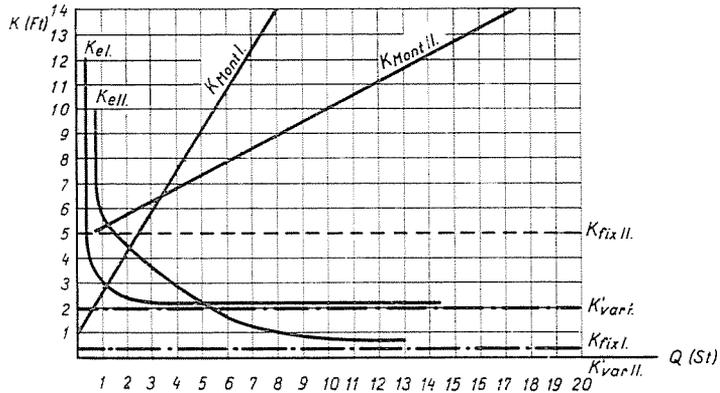


Abb. 3. Die Wirtschaftlichkeit der Montagesysteme in Funktion des Produktionsvolumens

Montagesystems ebenfalls sprunghafte Änderungen zur Folge haben kann (Zeitverkürzung, Herabsetzung der Lohnkategorie, Verkürzung der Verlustzeiten, usw.).

Bei gleichzeitiger Änderung von  $K_{\text{fix}}$  und  $K'_{\text{var}}$  schneiden sich die Einheitskostenkurven und es ergibt sich ein Volumen, welches die Wirtschaftlichkeit des Übergangs von einem Montagesystem auf das andere bestimmt.

Diesen Fall stellt, auf die Gesamtkosten und die Einheitskosten bezogen, Abb. 3 dar.

*Zusammenfassend:*

1. Der variable Teil der Montage-Einheitskosten ( $K'_{\text{var}}$ ) stellt das Limit des Kostenminimums dar.

2. Bei unverändertem Montageverfahren setzt die Steigerung der Seriengröße die Einheitskosten herab.

3. Eine Herabsetzung der Einheitskosten kann ferner erreicht werden:  
a) bei unverändertem Verfahren durch Herabsetzung der konstanten Kosten (nur eine begrenzte Möglichkeit),

b) bei unverändertem Verfahren durch Herabsetzung der variablen Kosten,

c) durch Einführung eines neuen Montageverfahrens, unter gleichzeitiger Änderung der konstanten und der veränderlichen Kosten.

Hieraus erhellt, daß einer gegebenen Serienmäßigkeit verschiedene Montagesysteme wirtschaftlich zugeordnet werden können, je nach Größe und Verhältnis der Kostenfaktoren  $K_{\text{fix}}$  und  $K_{\text{var}}$ .

Die Wahl des Montagesystems muß also in erster Linie unter Berücksichtigung technisch-organisatorischer Gesichtspunkte erfolgen (wobei der für die Montage zur Verfügung stehende Zeitfond und die Menge der Montagearbeit zu beachten ist), und nur unter den so in Betracht kommenden Varianten kann auf Grund der Kostenprüfung eine Entscheidung getroffen werden.

Praktisch soll so vorgegangen werden, daß die berechneten Kosten des neu ausgearbeiteten Verfahrens mit den effektiven Kosten des vorangegangenen verglichen und die letzten Konsequenzen entsprechend gezogen werden. Wirtschaftlich ist der Übergang auf die fließartige Montage, wenn

$$K_e/\text{fließartige Montage} \leq K_e/\text{Serienmontage}.$$

Bezeichnet

$K_{eI}$  die Einheitskosten der fließartigen Montage und

$K_{eII}$  die Einheitskosten der Serienmontage, dann gilt

$$\left[ \frac{K_{\text{fix I}}}{Q_I} + K'_{\text{var I}} \right] \leq \left[ \frac{K_{\text{fix II}}}{Q_{II}} + K'_{\text{var II}} \right].$$

Da nun ein *gegebenes Produktionsvolumen geprüft wird*, ist  $Q_I = Q_{II} = Q$ . Damit und nach Umordnung hat man

$$[K_{\text{fix I}} - K_{\text{fix II}}] \leq [K'_{\text{var II}} - K'_{\text{var I}}],$$

d. h. das Kriterium des Übergangs ist die Bedingung, daß das Ergebnis der Kostenänderungen

$$E \left[ \frac{Ft}{St} \right] \geq 0$$

zu sein hat, wobei

$$E = \frac{K_{\text{fix I}} - K_{\text{fix II}}}{Q} - K'_{\text{var II}} - K'_{\text{var I}} \geq 0.$$

Die Umstellung ist also wirtschaftlich, wenn der auf ein Erzeugnis entfallende Teil der Steigerung der konstanten Kosten gleich oder kleiner ist als die bei den variablen Kosten erreichte Einsparung.

Allgemein ausgedrückt, bedeutet dies, daß im Interesse der Einsparung eines jeden  $Ft/St$ , die in den variablen Kosten erreicht werden kann, die konstanten Kosten bei der Einführung der kontinuierlichen Montage maximal um  $Q \cdot Ft$  steigen dürfen.

#### 4. Die analytische Untersuchung des Zeitaufwands der Montagetätigkeit

Die Länge, der Rhythmus und der Inhalt der Montagearbeitszeit beeinflusst die vorstehend aufgezählten Montagekosten in entscheidender Weise.

Beim Übergang auf das kontinuierliche Montagesystem muß diese Beziehung so ausgenützt werden, daß dadurch ein optimales Ergebnis erreicht wird.

Tabelle

##### Gruppierung der Montage-Verlustzeiten

Nr. Verlustzeitgruppe	Charakteristische Fälle	Wichtigere wirtschaftliche Folgen
I. <i>Extensive Zeitverluste:</i> (Die aus dem zur Verfügung stehenden Zeitfonds tatsächlich ausfallenden Zeiten)	<i>technische:</i> — Passung, Bezeichnung — Einstellen, Einmessen, Zerlegung u. — Zusammenbau usw. <i>organisatorische:</i> — Kollision, Hindernis, — Wartezeit (Kran usw.) — Mangel an Mitteln usw. <i>Subjektive:</i> — Reparatur — mangelnde Arbeitsdisziplin — teilweise Abwesenheit usw.	— die Durchlaufzeit steigt, — die Ausnützung der Kapazität verschlechtert sich, — die durch die Immobilität verursachten Verluste steigen — die Nützung der Arbeitskraft ist unwirksam (die Produktivität ist niedrig usw.)
II. <i>Intensive Zeitverluste:</i> (die Montagearbeitsnormen beruhen auf Schätzung, und fachgebildete Arbeiter führen auch einfachere Arbeiten aus).	— die Monteurbrigade führt allerlei Arbeiten aus — die Arbeiten sind nicht mechanisiert — die Arbeitszeit hängt von der Fachbildung des Monteurs ab — die Arbeiten sind nicht spezialisiert usw.	— teure Arbeitskraft — hohe Durchschnittslöhne — schwierige Produktionsplanung — Anlernen, Ergänzung der Belegschaftszahl bereitet Schwierigkeiten — die einzelnen Arbeitstypen (z. B. Transport!) können nicht voneinander getrennt werden usw.
III. <i>Verluste aus dem Zeitaufwand:</i> (Wegen Fehlens taktgerechter Produktion und des gleichmäßigen Rhythmus)	— Ungleichmäßiger Ausstoß — Anhäufung der Bestände — planlose Arbeit — am Anfang des Planungszeitabschnittes Stagnieren, am Ende übertriebenes Tempo	— Verschlechterung der Qualität — Überstunden steigen — infolge planloser Produktion entstehen finanzielle Verluste — große Immobilität usw.

Während der Montagearbeitszeit können — je nach der Wirksamkeit ihrer Ausnutzung — dreierlei Einsparungen erzielt werden:

1. Einsparungen durch Verkürzung der extensiven Arbeitszeitverluste,
2. Einsparungen durch Verkürzung der intensiven Arbeitszeitverluste,
3. Einsparungen durch Verringerung der unrhythmischen Nutzung der Arbeitszeit.

Eine Zusammenstellung der auf diesen drei Gebieten vorkommenden charakteristischen Verluste enthält Tabelle 1.

Die Umstellung auf die fließartige Montage ermöglicht eine weitgehende Verringerung aller drei Verlustarten und trägt dadurch zur Herabsetzung der Einheitskosten bei.

Im folgenden sollen auf Grund gesonderter Prüfung — dieser charakteristischen Faktoren der Einheitskostenminderung — einige einfache, für die praktische Verwendung jedoch geeignete Modelle ihrer zahlenmäßigen Zusammenhänge aufgestellt werden.

#### 4.1. Die wirtschaftlichen Auswirkungen der Herabsetzung der extensiven Arbeitszeitverluste.

Unter den Montagekosten entfällt auf die für Montagearbeit aufgewendeten Lohnkosten, die der Montagearbeitszeit proportional sind, ein erheblicher Teil.

Durch Einführung der fließartigen Montage läßt sich eine Herabsetzung der extensiven Zeitverluste auf drei Gebieten erzielen:

- a) absolute Verkürzung der Montagezeit,
- b) Verkürzung der Paßarbeit,
- c) Verkürzung der Durchlaufzeit.

##### a) Die absolute Verkürzung der Montagezeit

Die Einführung der fließartigen Montage ist auf eine ausgereifte Konstruktion, auf richtig zusammengestellte Maßketten, sorgfältig aufgeteilte und vorbereitete Arbeitsphasen und auf eine moderne Technologie aufgebaut, weshalb die Montagearbeitszeit auch effektiv kürzer wird. Die sich daraus ergebende Lohneinsparung beträgt

$$Ei_1 \text{ [Ft/Maschine]}$$

$$Ei_1 = [T_{\text{Serie}} - T_{\text{fließartig}}] \cdot [Lh_{\text{Serie}} - Lh_{\text{fließartig}}],$$

wo

$$Ei_1 = \text{Einsparung infolge der absoluten Montagezeitverkürzung [Ft/Maschine]}$$

$$T_{\text{Serie}} = \text{Gesamtzeit der Serienmontage [Stunden/Maschine]}$$

$$T_{\text{fließartig}} = \text{Gesamtzeit der fließartigen Montage [Stunden/Maschine]}$$

- $L_{h_{\text{serie}}}$  = auf eine Stunde entfallende Lohnkosten der Serienmontage [Ft/Stunde]
- $L_{h_{\text{fließartig}}}$  = auf eine Stunde entfallende Lohnkosten der fließartigen Montage [Ft/Stunde].

*b) Verringerung der Paßarbeiten*

Bei Einführung der fließartigen Montage bildet die Ausschaltung der Paßarbeiten eine der erfolgreichsten Methoden zur Verkürzung der Montagezeit. Sie läßt sich dadurch erreichen, daß die Bestandteile anhand der richtigen Maßkettenskizzen — unter Berücksichtigung der Bedingungen der Wirtschaftlichkeit — unter Verschärfung der Genauigkeitsanforderungen hergestellt werden.

Die Montagezeit (und mit ihr der Kostenfaktor) sinkt mit der Steigerung der Bearbeitungsgenauigkeit, gleichzeitig wachsen die Bearbeitungszeit (und die Kosten) der Bestandteile.

Diese beiden gegensätzlichen Tendenzen ergeben irgendwo ein Optimum und bestimmen, bis zu welcher Grenze die Genauigkeit der Vorfertigung im Interesse der Verkürzung der Montagezeit gesteigert werden kann.

Im konkreten Fall können diese Bedingungen in Kenntnis des Charakters der Erzeugnisse, ihrer Kompliziertheit und der tatsächlichen Produktions- und Montageverfahren mathematisch erfaßt und graphisch dargestellt werden.

Es soll nun ein ausgewählter Fall untersucht werden, in welchem die Genauigkeit-Kosten-Kurve des durch spananhebende Bearbeitung hergestellten Bestandteils durch die Beziehung

$$T_{\text{Span}} = T_{\text{min}} + \frac{C}{\Delta p} \text{ [Minuten]}$$

gegeben ist, worin

$T_{\text{Span}}$  = die Bearbeitungszeit (Minuten)

$T_{\text{min}}$  = der minimalste Zeitaufwand

$C$  = konstanter Wert (in Funktion der Bearbeitungstechnologie)

$\Delta$  = von der Belastung abhängige Größe des gewünschten Fehlers  
in  $\mu$

$p$  = der Exponent zur Repräsentation der Proportionalität.

Offenbar weichen die Bearbeitungskosten von der Bearbeitungszeit nur in einem Proportionalitätsfaktor ab, d. h.

$$K_{\text{Span}} = P \cdot T_{\text{Span}}$$

Bei der Montage ist die Passung am Arbeitsort die Folge von Ungenauigkeiten an den Bestandteilen. Je größer die Ungenauigkeit ist, um so mehr Zeit nimmt die Passungsarbeit in Anspruch. Im untersuchten Fall besteht

zwischen der Ungenauigkeit und der Passungszeit die annähernd lineare Beziehung

$$T_{P_g} = C_{P_g} \Delta [\text{Minuten}].$$

Die Passungskosten sind dieser Beziehung natürlich proportional, d. h.

$$K_{\text{Passung}} = P_1 \cdot T_{P_g} [\text{Ft}].$$

Wenn man die die vorstehenden gegensätzlichen Tendenzen ausdrückenden Kurven in einem Koordinatensystem darstellt und superponiert, erhält

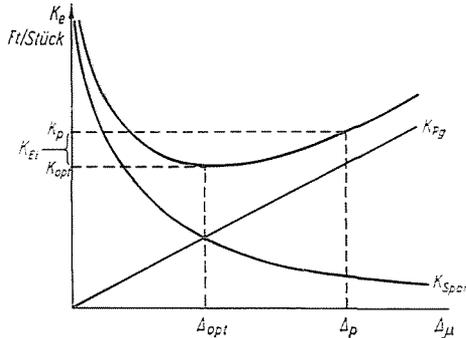


Abb. 4. Zusammenhang zwischen Montagekosten und Genauigkeit der Bestandteileproduktion

man die Kurve der resultierenden Wirtschaftlichkeit, die anzeigt, wie weit die Bearbeitungskosten (die Genauigkeit) im Interesse der Herabsetzung der Montagekosten erhöht werden dürfen (Abb. 4).

Der Optimumpunkt der Kurve kann mit Hilfe der Scheitelwertrechnung bestimmt werden.

Die resultierende Funktion schreibt sich zu

$$\begin{aligned} K_e &= K_{P_g} + K_{\text{Span}} = P_1 T_{P_g} + P T_{\text{Span}} = \\ &= P_1 \cdot C_{P_g} \cdot \Delta + P \left( T_{\min} + \frac{C}{\Delta p} \right) \text{Ft}. \end{aligned}$$

Der Scheitelwert der Funktion hingegen zu

$$\frac{\partial}{\partial \Delta} K_e = 0 = P_1 \cdot C_{P_g} - \frac{p \cdot C}{\Delta p + 1}$$

$$P_1 \cdot C_{P_g} = \frac{p \cdot C}{\Delta p + 1}$$

$$\Delta_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{p+1}{P_1 C_{P_g}} \frac{p \cdot C}{p}} (\mu).$$

Nach den bisherigen Darlegungen ist die durch Verminderung der Montage-Passungsarbeiten erreichbare Kosteneinsparung aus Abb. 4 ersichtlich.

Wenn die Genauigkeit von  $\Delta p$  bis  $\Delta p_{\text{opt}}$  erhöht wird, beträgt die Kostensenkung  $K_{Ei} = K_p - K_{\text{opt}}$  [Ft], deren zahlenmäßigen Wert man erhält, wenn man in die früher aufgestellte Gleichung » $K_e$ « der  $\Delta$ -Kurve die Werte  $\Delta p$  bzw.  $\Delta p_{\text{opt}}$  einsetzt.

$$\begin{aligned}
 K_{Ei} &= K_p - K_{\text{opt}} = \\
 &= \left[ P_1 \cdot C_{Pg} \cdot \Delta p + P \left( T_{\min} + \frac{C}{\Delta p^p} \right) \right] - \\
 &- \left[ P_1 C_{Pg} \Delta p_{\text{opt}} + P \left( T_{\min} + \frac{C}{\Delta p_{\text{opt}}^p} \right) \right] = \\
 &= \left[ P_1 C_{Pg} \Delta p + P \left( T_{\min} + \frac{C}{\Delta p^p} \right) \right] - \\
 &- \left[ P_1 C_{Pg} \sqrt[p+1]{\frac{pC}{P_1 C_{Pg}}} + P \left( T_{\min} + \frac{C}{\frac{pC}{P_1 C_{Pg}}} \right) \right] = \\
 &= P_1 C_{Pg} \Delta p + P T_{\min} + \frac{CP}{\Delta p^p} - P_1 C_{Pg} \sqrt[p+1]{\frac{pC}{P_1 C_{Pg}}} - \\
 &- P \cdot T_{\min} - \frac{PC}{\frac{pC}{P_1 C_{Pg}}} = \\
 &= P_1 C_{Pg} \Delta p + C \cdot P \cdot \Delta p^{-p} - \sqrt[p+1]{p \cdot C \cdot (P_1 \cdot C_{Pg}) P} \cdot \\
 &\cdot \frac{P \cdot P_1 C_{Pg}}{p} = B \cdot \Delta p^{-p} + D \cdot \Delta p - F,
 \end{aligned}$$

worin

$$B = P_1 C_{Pg},$$

$$D = P \cdot C,$$

$$F = \sqrt[p+1]{p \cdot C \cdot (P_1 \cdot C_{Pg}) P} + \frac{P \cdot P_1 \cdot C_{Pg}}{p} = \sqrt[p+1]{p \cdot C \cdot B^p} + \frac{P \cdot B}{p}.$$

Selbstverständlich müssen die Zusammenhänge zwischen Passung und Genauigkeit in abweichenden Fällen durch Aufstellung spezieller Funktionen bestimmt werden.

## c) Verkürzung der Durchlaufzeit

Die grundlegende Bedeutung der Einführung des kontinuierlichen Montageverfahrens liegt in der starken Verkürzung der Durchlaufzeit.

Die Basis für die Verkürzung der Durchlaufzeit bilden:

- die absolute Verkürzung der Montagezeit,
- die Verkürzung der Montage-Passungszeit,
- die Ausmerzungen der Warte- und Kollisionszeiten,
- die taktzeitgerechte, gleichmäßige Weiterbeförderung der Erzeugnisse.

Die Verkürzung der Durchlaufzeit hat durch die Verringerung der auf die Immobilität der Bestände zurückzuführenden Verluste eine Selbstkostensenkung zur Folge.

Bei Serienmontage beträgt die Durchlaufzeit

$$D_{ZM} = \frac{T_{\text{Mont}}}{A \cdot L\%} \cdot 100 \text{ [Stunden].}$$

Die Durchlaufzeit der kontinuierlichen Montage ist

$$D_{Zk} = Rh \cdot n + t_M(n - 1) \text{ [Stunden],}$$

wo die noch nicht bekannten Bezeichnungen folgende Bedeutung haben:

- $D_{ZM}$  = Montage-Durchlaufzeit bei Serienmontage,
- $D_{Zk}$  = Montage-Durchlaufzeit bei kontinuierlicher Montage,
- $A$  = Anzahl der gleichzeitig beschäftigten Arbeiter (Kopf),
- $L\%$  = Prozentsatz der Montageleistung,
- $t_M$  = Zeitdauer der Weiterbeförderung zwischen zwei Arbeitsplätzen (Stunden).

Die bei der Durchlaufzeit auftretende Differenz schreibt sich zu

$$\Delta d_Z = D_{ZM} - D_{Zk}.$$

Bei voller Ausnützung der Kapazität läßt sich durch Verkürzung der Montage-Durchlaufzeit eine relative Umlaufmittelherabsetzung in Höhe von

$$U_V = \frac{E_{AP}}{E_{AB}} \cdot Be_B - Be_P$$

erzielen. Hier ist

- $U_V$  = die Verminderung der Umlaufmittel [Ft/Jahr],
- $E_{AP}$  = die geplante Absatzeinnahme [Ft/Jahr],
- $E_{AB}$  = die Absatzeinnahme des Basis-Zeitraumes [Ft/Jahr],
- $Be_B$  = die durchschnittlichen Bestände im Basis-Zeitraum [Ft/Jahr],
- $Be_P$  = die geplanten Beständen [Ft/Jahr].

Wenn die gesamte Durchlaufzeit  $D_{ZM} = 100\%$  ist, beträgt die Einsparung in Prozenten der Durchlaufzeit  $\Delta D$

$$\Delta D = \frac{\Delta D_Z}{D_{ZM}} \cdot 100 \%$$

Somit ist der Wert der geplanten Bestände

$$Be_P = \frac{Be_B}{1 + \frac{\Delta D}{100}} [\text{Ft/Jahr}],$$

und die durch Verkürzung der Durchlaufzeit erzielbare Einsparung beträgt bei voller Ausnützung der Kapazität beim Übergang auf das neue Montagesystem

$$U_V = \frac{E_{AP}}{E_{AB}} Be_B - \frac{Be_B}{1 + \frac{\Delta D}{100}} [\text{Ft/Jahr}]$$

bzw. nach Substituierung und Umordnung

$$U_V = Be_B \left( \frac{E_{AP}}{E_{AB}} - \frac{D_{ZM}}{D_{ZM} + \Delta D_Z} \right) [\text{Ft/Jahr}].$$

Bei bekanntem Jahresproduktionsquantum  $Q$  beträgt die auf die Einheitskosten entfallende Einsparung

$$U_{eV} = \frac{U_V}{Q} [\text{Ft/St}].$$

#### 4.2. Die wirtschaftlichen Auswirkungen der Herabsetzung der intensiven Arbeitszeitverluste

In der Praxis kommt es oft vor, daß infolge schlechter Organisation gerade die im Interesse der Verminderung der extensiven Arbeitszeitverluste getroffenen operativen Maßnahmen wegen fehlender intensiver Arbeitszeitausnützung eine neue Verlustquelle erschließen. Die Tatsache nämlich, daß die Arbeiten nicht spezialisiert sind, hat zur Folge, daß Arbeitskräfte mit höherer Fachausbildung verschiedene, meist weniger hohe Fachbildung erfordernde Arbeiten verrichten (z. B. der Monteur — gegebenenfalls Mechaniker — Passung, Materialtransport, usw.). Das ist der Unterschied zwischen einfacher und

komplizierter Arbeit, die vom Standpunkt der Schaffung neuer Werte von einander abweichende Ergebnisse zeitigen, bei der Entlohnung jedoch gleich beurteilt werden.

Die analytische Bestimmung dieses »Fachbildungsverlustes« zeigt folgendes Ergebnis:

Es sei

$L_A$  = der Individuallohn eines Arbeiters [Ft/Stunde] und  
 $L_K$  = Lohn, welcher durch die Arbeitslohngruppe bestimmt wird [Ft/Stunde].

Der Fachbildungs-Verlustanteil ist

$$\eta = \frac{L_A}{L_K},$$

der wirkliche Verlust hingegen:  $\Delta L = L_A - L_K$ ,

der für den wirklichen Verlust charakteristische Faktor

$$V = \frac{L_A - L_K}{L_K} \cdot 100\%, \quad d. h.$$

$$V = \left( \frac{L_A}{L_K} - 1 \right) \cdot 100 = (\eta - 1) 100\%.$$

Wenn man die Zeitdauer der einzelnen durchgeführten Arbeitsphasen mit  $t_i$  bezeichnet, ist der relative Verlust, der intensiver Arbeitszeitverlust genannt werden kann,

$$\begin{aligned} K_i &= \frac{V \cdot t_i \cdot L_A}{100} & [\text{Ft}] &= \frac{(\eta - 1) 100}{100} \cdot t_i \cdot L_A = \\ & & &= \left( \frac{L_A}{L_K} - 1 \right) t_i \cdot L_A, \end{aligned}$$

der auf die Zeiteinheit entfallende Verlust hingegen

$$\begin{aligned} K_i &= \frac{K_i}{t_i} = \left( \frac{L_A}{L_K} - 1 \right) \cdot L_A = \left( \frac{L_A - L_K}{L_K} \right) \cdot L_A = \\ &= (L_A - L_K) \frac{L_A}{L_K} = \Delta L \cdot \eta \quad [\text{Ft/Stunde}]. \end{aligned}$$

Dieser Ausdruck soll »Fachbildungs-Verlustfunktion« genannt werden. Sie ist in Abb. 5 in Gestalt einer Funktion mit zwei Veränderlichen graphisch dargestellt.

Die Fachbildungs-Verlustfunktion stellt den in einer Stunde anfallenden wirtschaftlichen Schaden dar, wenn der die Arbeit verrichtende Arbeiter über keine entsprechende Fachausbildung verfügt.

Die weitere Analyse führt auch zu einer Betrachtung der partiellen Ableitungen, die es gestatten, weitere wirtschaftliche Folgerungen zu ziehen:

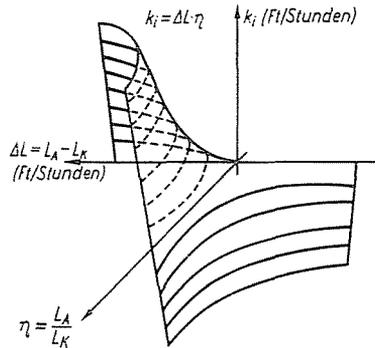


Abb. 5. Fachbildungs-Verlustfunktion mit zwei Veränderlichen

a) Die Auswirkungen der Änderung im individuellen Lohn bei Arbeit in ein und derselben Lohnkategorie

Wenn man den Scheitelwert der Funktion bildet, läßt sich die Größe des dem Verlustminimum zugehörigen optimalen individuellen Lohnes bestimmen, während der absolute Wert des Differentialquotienten die Geschwindigkeit der Änderung der Kosten ( $K_i$ ) zum Ausdruck bringt, d. h. also die Auswirkung der Änderung im individuellen Lohn auf die Änderung im wirtschaftlichen Nachteil.

Die Funktion schreibt sich zu

$$K_i = \Delta L \cdot \eta = (L_A - L_K) \frac{L_A}{L_K} = \frac{L_A^2}{L_K} - L_A,$$

die partielle Ableitung (nach  $L_A$ ) zu

$$\frac{\partial}{\partial L_A} \cdot k_i = \frac{2L_A}{L_K} - 1 = 2 \cdot \eta - 1,$$

der Scheitelwert

$$\text{bei } \frac{\partial}{\partial L_A} k_i = 0$$

$$\text{zu } 0 = 2 \eta - 1,$$

$$\text{woraus } \eta = \frac{1}{2}.$$

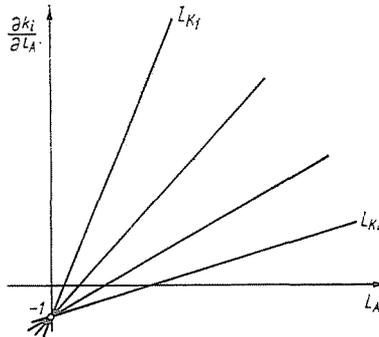


Abb. 6. Verlauf der Veränderung im individuellen Lohn

Der optimale individuelle Lohn beträgt also

$$\eta = \frac{L_A}{L_K} \quad \text{und} \quad L_A \leq L_K \cdot \frac{1}{2}$$

$$L_{A\text{opt}} = \frac{L_K}{2} \text{ [Ft/Stunde].}$$

Den Verlauf der Änderung des individuellen Lohnes zeigt Abb. 6.

b) Die Auswirkungen der Arbeitskategorie-Änderungen bei konstantem Lohn

Die partielle Ableitung nach  $L_K$  ist

$$\frac{\partial}{\partial L_K} \cdot k_i = \frac{\partial}{\partial L_K} \left( \frac{L_A^2}{L_K} - L_A \right) = -\frac{L_A^2}{L_K^2} = -\eta^2.$$

Die Scheitelwertuntersuchung ergibt 0, einen Scheitelwert gibt es also nicht.

Die Kostenänderung reagiert empfindlich auf die Kategorienänderung, weil ja die Geschwindigkeit der Schadensänderung dem Quadrat der Kategorie umgekehrt proportional ist.

Da der Verlustquotient negativ ist, bedeutet eine Verkleinerung des Kategorienwertes einen negativen Verlust, also Gewinn. Das Ergebnis wächst demnach mit dem Quadrat und kann durch eine Herabsetzung der geistigen und physischen Inanspruchnahme durch die Arbeit erreicht werden. Den funktionellen Zusammenhang stellt Abb. 7 dar.

Die Liquidierung der intensiven Arbeitszeitverluste bildet eine bemerkenswerte Reserve der Wirtschaftlichkeit von Umstellungen auf die kontinuierliche Montage. Die Trennung der Takte voneinander hat eine Vereinfachung

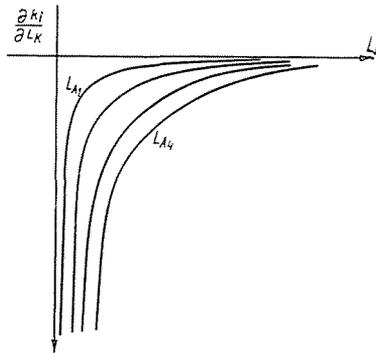


Abb. 7. Verlauf der Veränderung in der Arbeitskategorie

der Operationen zur Folge, und die qualitative Umwertung ständig sich wiederholender neuer Arbeitsphasen macht die Einstellung angelernter Arbeitskräfte möglich.

#### 4.3 Die wirtschaftlichen Auswirkungen der Verminderung der arhythmischen Zeitausnutzung

Die gleichmäßige Ausnutzung von Arbeitszeit und Kapazität hat über die bisherigen Ergebnisse hinaus noch weitere Einsparungen zur Folge (z. B. Entfall von Zinslasten, Pönalitäten) sowie zahlreiche imponderable (in Geldwert nicht auszudrückende) Wirkungen.

Die ungleichmäßige Fertigwarenausgabe führt in dem betreffenden Unternehmen zu fehlerhafter Arbeitsordnung und zu ernststen Übelständen: Maschinenstillstand, Arbeitszeitverlust, ungenügende Ausnutzung der Produktionskapazität, Anwachsen des Ausschusses, Zahlung ungenützter Überstunden. Diese fehlerhafte Arbeitsordnung hält das Unternehmen in Unruhe und birgt die ständige Gefahr in sich, daß der Produktionsplan nicht erfüllt wird.

Die rhythmische Montage übt auf die Fertigwarenausgabe eine zwingende Wirkung aus und macht ein Zurückbleiben oder Ungleichmäßigkeiten im Ausstoß unmöglich, sichert also die vorstehend aufgezählten Vorteile.

Die Verluste infolge ungleichmäßigen Ausstoßes sind also:

$$K_{\text{Aus}} = K_{\text{Zins}} + K_{\text{Überstunden}} + K_{\text{Zuschlagszeit}} \quad [\text{Ft/Jahr}].$$

Diese Kosten entfallen bei gleichmäßigem Ausstoß, d. h. der volle Gewinn setzt sich aus solchen im Basiszeitraum aufgetretenen Kosten zusammen.

Dies läßt sich bei bekanntem Jahresausstoß auch in den Einheitskosten ausdrücken, die Einsparungen aus dem gleichmäßigen Ausstoß, bezogen auf die Einheitskosten, schreiben sich also zu

$$K_{\text{Aus.gl.}} = \frac{A_{\text{Aus}}}{Q} \quad [\text{Ft/St}].$$

Die analytische Untersuchung der Montagetätigkeit hat gezeigt, daß die Umstellung auf das kontinuierliche Montagesystem zahlreiche Möglichkeiten der Verkürzung der Verlustzeiten mit sich bringt, ein Umstand, der allein für die Wirtschaftlichkeit der Umstellung verbürgt.

## 5. Zusammenfassung

Die zwei grundlegenden Phasen des Maschinenbaus sind die Herstellung der Bestandteile und die Montage. Die Montagetechnologie ist verhältnismäßig rückständig, da zur Zeit der Anwendung kontinuierlicher Montageverfahren nur bei der Herstellung großer Serien üblich ist. In der Maschinenindustrie kommt im allgemeinen eine Serienmäßigkeit so hohen Grades nicht vor, und es steht auch nicht zu erwarten, daß sie im absoluten Sinne des Wortes in naher Zukunft zu erreichen sein wird. Es muß also eine relative Erhöhung der Serienmäßigkeit und die Anwendung der Elemente der kontinuierlichen Produktion auch bei kleinerem Produktionsvolumen angestrebt werden.

Die ausgearbeiteten technisch-wirtschaftlichen Berechnungen und Analysen führen zur Feststellung der technischen und wirtschaftlichen Kriterien der Einführung der kontinuierlichen Montage und bestimmen die dadurch vermeidbaren extensiven und intensiven Zeitverluste und deren wirtschaftliche Auswirkungen.

Aus der Analyse der technischen und wirtschaftlichen Bedingungen geht hervor, daß die kontinuierliche Montage keinesfalls ein Vorrecht der Großbetriebe ist, sondern in wachsendem Umfang auch von Klein- und Mittelbetrieben angewendet werden kann.

## Literatur

1. KRIZKO, B.: Ekonomické rezervy u sériovej montázi Strojirenská Vyroba **10** (1957).
2. FISCHER, S.: Verbesserung im Ablauf der Montage von Werkzeugmaschinen im VEB Modul, Karl-Marx-Stadt. Fertigungstechnik und Betrieb **10** (1960).
3. GEIST, N.: Montagetechnologie beachten. Wirtschaft **45** (1960).
4. GRÄDNER, E.: Massenproduktionsmethoden und Fließfabrikation im Werkzeugmaschinenbau. (Industrie-Anzeiger **83**, (1960).
5. SCHTSCHUKAREW, B. A.: Fließfabrikation in der Großserienproduktion. Budapest 1951.
6. BALCZER, J.—KOC SIS, J.: Maßketten-Montage. Budapest 1963.

Dr. József KOC SIS, Budapest I., Tigris u. 41. Ungarn.