Ing. N. COSTAKE

Die mathematische Begründung der Selbstkostenrechnung und der Rückflussdauer von Investitionen im Zusammenhang mit der Einführung der komplexen Automatisierung

Damit die Arbeit der Arbeitsgemeinschaften von Ingenieuren mit besonderer Wirtschaftsausbildung und, eventuell, von Mathematikern, die dazu berufen sind über Probleme zu entscheiden welche die komplexe Automatisierung der Betriebe betreffen, erfolgreich gestaltet werden kann, ist es notwendig gemeinsame Ausdrucksweisen und Begriffe zu verwenden.

Die komplexe Automatisierung der wirtschaftlichen Einheiten verlangt eine eingehende Analyse ihrer Tätigkeit, die die Berücksichtigung wenigstens der hauptsächlichsten technologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte voraussetzt, also der Arbeit im Team (die Zusammenarbeit von Arbeitsgemeinschaften von Ingenieuren, Wirtschaftlern, eventuell auch Mathematikern, als Vertreter des Investitionsträgers, des Projektanten — eventuel des Lieferanten). In Zusammenhang mit einer solchen Tätigkeit erscheinen Schwierigkeiten des gegenseitigen Verständnisses, die dadurch zum Ausdruck kommen, dass die Angaben eines Fachgebietes mechanisch von den übrigen Fachgebieten übernommen werden. Solche Lösungen müssen vermieden werden, die komplexe Automatisierung verlangt eine vielseitige Auslegung der Erscheinungen, die der Kybernetik eigen ist. Der Hauptgesichtspunkt der Arbeiten der komplexen Automatisierung ist der wirtschaftliche, so dass es natürlich ist ihm den Vorrang zu gewähren.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit ist die Darlegung einer mathematischen Methode der Selbstkostenrechnung und der Rückflussdauer von Investitionen, die das gegenseitige Verständnis der verschiedenen Fachgebiete erleichtern soll. Folglich darf diese nicht als ein mehr oder weniger pedanter Versuch ausgelegt werden, um relativ komplizierte mathematische Formulierungen relativ einfacher Probleme zu unterbreiten, sondern nur als eine Bestrebung wirtschaftliche Probleme in einer Form zu definieren, die der Eigenart des Ingenieurs mit besonderer Ausbildung in der Automatisierung näher liegt und als Diskussionsbasis im Hinblick auf die Erzielung endgültigerer Lösungen.

1.1. Die Formel der Selbstkosten

Eine der hauptsächlichsten Kennziffern, die für die Charakterisierung der Tätigkeit eines Industriebetriebes verwendet wird, sind die Selbstkosten; die Einführung der komplexen Automatisierung der Wirtschaftseinheiten setzt, offenkundig, die eingehende Analyse dieser Kennziffer voraus.

Zum Zweck der Ausführung dieser Rechnung werden allgemeine Beziehungen verwendet, wie:

— die Erhaltung der Materie:

$$\Phi \tau dA' = 0 \tag{1}$$

worin

τ — die Dichte des Materialflusses der in die Flächeneinheit eingeht,
A' — eine geschlossene Fläche, zum Beispiel, innerhalb der die Wirtschaftseinheit umfassenden Fläche;

— die Bildung der Selbstkosten:

$$\int_0^T dt\, \Phi_A \tau p dA + \int_0^T dt \int c\, dv - \int_0^T dt \int p' \frac{ds}{dt} dv = 0 \tag{2}$$

worin

τ — die Dichte des Materialflusses der in die Flächeneinheit eingeht,
p — Einheitspreis des Rohstoffes, bezw. der Energie,
A — die geschlossene Fläche, die die Wirtschaftseinheit umfasst,
c — Kosten, andere als die in direkter Verbindung mit dem Materialfluss, die in der Volumeneinheit vorkommen,
ds — Materialbestand, in der Volumeneinheit angesammelt,
v — Volumen, begrenzt durch die geschlossene Fläche A,
p' — Einheitspreis in Verbindung mit dem Element des Materialbestandes
T — Rechnungsdauer der Wirtschaftsbilanz.

Ein wichtiger Sonderfall ist folgender:

$$\int_0^T dt \int p' \frac{ds}{dt} dv = 0 \tag{2a}$$

in dem sich die Wirtschaftseinheit in Dauerbetrieb befindet. In Folgendem wird vorausgesetzt, dass die Bedingung (2*a*) erfüllt ist.

Die Beziehung (2) ist in allgemeiner Form angeführt; in der Praxis werden vereinfachte Formen benützt, wie im Folgenden gezeigt wird. In allen Fällen wird ein Unterschied gemacht zwischen der Eingangsdurchflussmenge, bezw. der Ausgangsdurchflussmenge, des Materials, indem folgende Bezeichnungen zugrunde gelegt werden:

$$\begin{cases} D_{ej} = \int \tau_{ej}\, dA_j & \text{— Ausgangsdurchflussmenge} \\ D_{ik} = \int \tau_{ik}\, dA_k & \text{— Eingangsdurchflussmenge} \end{cases} \tag{2b}$$

worin

A_j, A_k — Flächen, durch welche die Materialflüsse fliessen.

1.2. Die einfache Wirtschaftseinheit

Die einfache Wirtschaftseinheit wird als solche mit einem einzigen Ausgangserzeugnis und einer einzigen Umwandlungsetappe definiert (Abb. 1.)

worin

Auf Grund der Beziehungen (2) und (2*a*) kann wie folgt geschrieben werden:

$$p_e \int_0^T D_e dt = \sum_i^n {}_k p_{ik} \int_0^T D_{ik} dt + \int_0^T C\, dt \tag{3}$$

worin

p_e — Selbstkosten des Erzeugnisses e
p_{ik} — Einheitspreis des Eingangsmaterials k
D_{ik} — Eingangsdurchflussmenge k
C — Summe der verschiedenen anderen Kosten innerhalb der Wirtschaftseinheit in der Zeiteinheit.

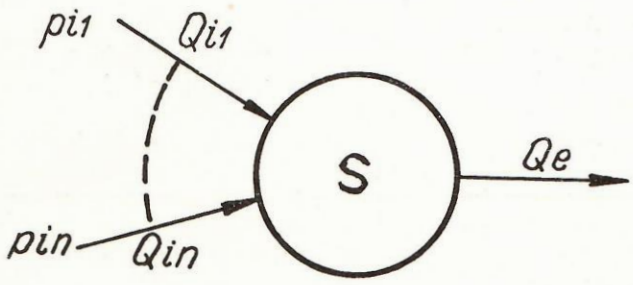


Abb. 1

Werden jetzt die Bezeichnungen geändert, bezw. wenn an Stelle der Durchflussmengen Quantitäten hervorgehoben werden, wird die Beziehung (3) (unter der Bedingung, dass während der Zeitdauer 0 ... T die Preise nicht schwanken) zu:

$$p_e Q_e = \sum_1^n {}_k p_{ik} Q_{ik} + S \tag{4}$$

auf Grund deren sich der Ausdruck der Selbstkosten ergibt:

$$p_e = \sum_1^n {}_k p_{ik} \frac{Q_{ik}}{Q_e} + \frac{S}{Q_e} \tag{5}$$

Bezeichnen wir

$\frac{Q_{ik}}{Q_e} = C_{ke}$ (spezifischer Durchschnittsverbrauch) und

$\frac{S}{Q_e} = s$ (spezifische Kosten)

so erhalten wir den gleichwertigen Ausdruck:

$$p_e = \sum_1^n {}_k C_{ke} p_{ik} + s \tag{5'}$$

Da die übliche Rechnungsmethodik der Selbstkosten Definitionen verwendet, die in einer etwas anderen Form ausgedrückt werden, folgt weiter unten eine Aufstellung der Komponenten in üblicher Bezeichnung zum Zweck ihrer Identifizierung:

Tabelle 3

Gewöhnliche Bezeichnung der Komponenten	Übliches Zeichen	Identifizierung mit der Beziehung (6)
a) *Einfache Kosten ähnlich dem spezifischen Materialverbrauch*		
— Rohstoffe	C_1p_1	
— Hilfsstoffe	C_2p_2	
— rückgewinnbare Abfälle	C_3p_3	
— nichtverwendbare Abfälle	C_4p_4	$\sum_1^n {}_k\, C_{ke}p_{ik} = C_1p_1 + C_2p_2 - C_2p_3$
— endgültiger Ausschuss	C_5p_5	
— ausbesserbarer Ausschus	C_6p_6	$+ C_4p_4 + C_5p_5 - C_6p_6 + C_7p_7 +$
— Brennstoff	C_7p_7	$+ C_8p_8 + C_9p_9$
— elektrische Energie	C_8p_8	
— Wasser	C_9p_9	
b) *Einfache Kosten ähnlich dem spezifischen Verbrauch an Arbeitsaufwand*		
— Löhne der direkt produktiven Arbeiter	S_1	$s = \frac{S_1+S_2+S_3+S_4+S_5+S_6+S_7}{Q_e}$
c) *Komplexe Kosten*		
— Kosten in Verbindung mit dem Einsatz der Ausrüstungen	S_2	
— Gemeinkosten für die Organisierung und Leitung	S_3	
— Verwaltungskosten	S_4	
— Gemeinkosten der Produktion	S_5	
— unproduktive Kosten	S_6	
— Steuern und Gebühren	S_7	

1.3. Varianten der einfachen Wirtschaftseinheit

Die hauptsächlichsten Varianten der einfachen Wirtschaftseinheit sind in Tabelle Nummer 1 angeführt.

1.4. Die komplexe Wirtschaftseinheit

Eine komplexe Wirtschaftseinheit wird durch die Vielfalt der Ausgangserzeugnisse charakterisiert (Bild 2).

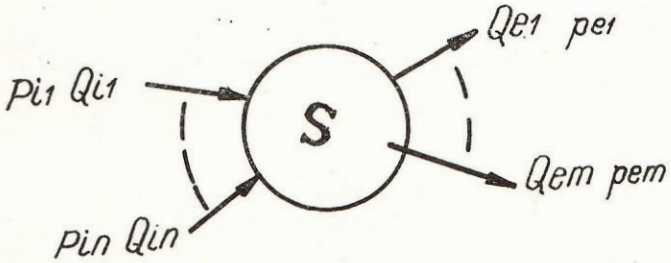


Abb. 2

Für diesen Fall kann auf den ersten Blick eine einzige allgemeine Beziehung geschrieben werden:

$$\sum_{1}^{m} {}_{k}Q_{ek}p_{ek} = \sum_{1}^{n} {}_{j}Q_{ij}p_{ij} + S \tag{6}$$

Das System besitzt m Unbekannte (p_{ek}). Das heisst aber nicht, dass beliebige Lösungen gegeben werden können, sondern dass es notwendig ist die Struktur des Systems, das durch die Wirtschaftseinheit vertreten wird, untersucht werden muss. Vorher müssen folgende Bemerkungen gemacht werden:

a) die Wirtschaftseinheit kann, üblicherweise, gleichwertig sein mit einer Reihe von einfachen Wirtschaftseinheiten (wie, zum Beispiel, in Abb. 3);

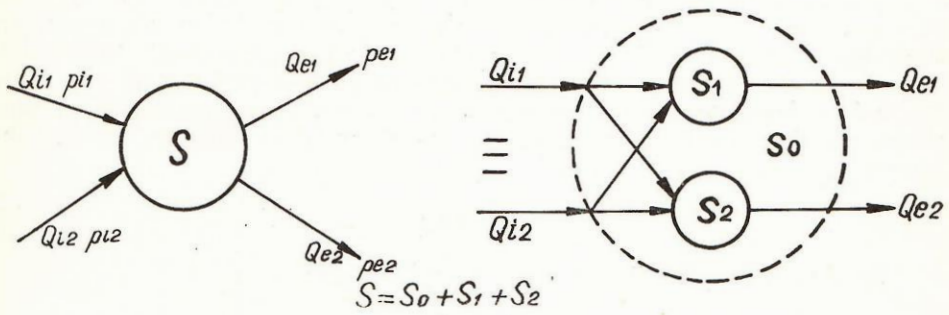


Abb. 3

b) im Gesamtgebiet der Wirtschaftseinheit können gebucht werden: Materialmengen und örtlich festgelegte Kosten S (zum Beispiel, auf dem Niveau der Abteilungen, Werkstätten oder des Betriebes). Die Kosten S schliessen desgleichen auch im allgemeinen Komponenten ein, die proportional mit den Eingangs-, bezw. Ausgangsmengen sind, mit anderen Worten:

$$S = \Sigma aQ_i + \Sigma bQ_e + S_0 \tag{7}$$

c) die allgemeine Struktur einer komplexen Wirtschaftseinheit kann auf die gleichwertige Form zurückgeführt werden, die in Abb. 4 gezeigt wird.

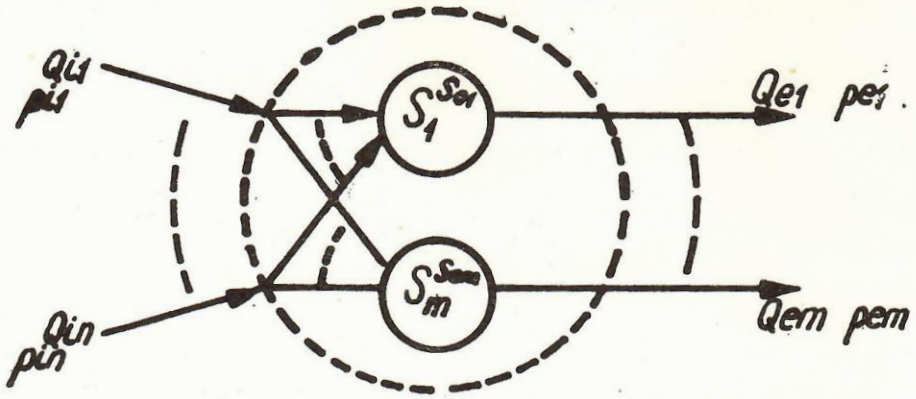


Abb. 4

Nach diesen genauen Angaben können mit der Wirtschaftseinheit folgende Beziehungen verknüpft werden:

$$p_{ek}Q_{ek} = \sum_{1}^{n} {}_i p_{ij} Q_{ij}^{k} + S^k + S_{ok} \quad (m \text{ } Beziehungen) \tag{8}$$

$$\sum_{1}^{m} {}_k S_{ok} = S_0 \quad (1 \text{ Beziehung}) \tag{9}$$

Das das System 2 m Unbekannte enthält (die Selbstkosten p_{ek} und die Komponenten der Gemeinkosten S_{ok}), sind zusätzliche Beziehungen erforderlich. Zu diesem Zweck werden verschiedene „Schlüssel" verwendet. Ohne in die Diskussion der Vor- und Nachteile der Verwendung verschiedener Methoden einzugehen, wird vorgeschlagen, dass die Gemeinkosten proportional mit dem Wert der Erzeugnisse verteilt werden, was ihre einheitliche Berücksichtigung erlaubt, also:

$$S_{ok} = \alpha p_{ek} Q_{ek} \tag{10}$$

Entsprechend der Beziehung (9) ergibt sich:

$$\alpha = \frac{S_0}{\sum_{1}^{m} {}_k p_{ek} Q_{ek}} \tag{11}$$

Werden (10) und (11) in Betracht gezogen, dann wird Beziehung (8):

$$p_{ek}Q_{ek} = \sum_{1}^{n} {}_i p_{ij} Q_{ij}^{k} + S^k + \frac{S_0}{\sum_{1}^{m} {}_k p_{ek} Q_{ek}} p_{ek} Q_{ek} \tag{8'}$$

Wenn wir vorläufig folgende Bezeichnungen einführen:

$$p_{ek}Q_{ek} = x_k$$

$$\sum_{1}^{n}{}_j p_{ij}Q_{ij}^k + S^k = a_k \tag{12}$$

wird die Beziehung (8) zu:

$$x_k = s_k + \frac{S_0}{\sum_{1}^{m}{}_k x_k} x_k \tag{13}$$

beziehungsweise ein System von m Gleichungen mit n Unbekannten.

$$x_k \sum_{1}^{m}{}_k x_k - S_0 - a_k \sum_{1}^{m}{}_k x_k = 0 \tag{14}$$

Wenn wir die Beziehungen (14) in Bezug auf k summieren, erhalten wir:

$$\sum_{1}^{m} x_k \left[\sum_{1}^{m}{}_k x_k - S_0\right] - \sum_{1}^{m}{}_k x_k \sum_{1}^{m}{}_k a_k = 0 \tag{14'}$$

beziehungsweise:

$$\sum_{1}^{m}{}_k x_k = \sum_{1}^{m}{}_k a_k + S_0 \tag{15}$$

Aus der Beziehung (14) ergibt sich:

$$x_k = \frac{a_k \sum_{1}^{m}{}_k x_k}{\sum_{1}^{m}{}_k x_k - S_0} = \frac{a_k \left[\sum_{1}^{m}{}_k a_k + S_0\right]}{\sum_{1}^{m}{}_k a_k} \tag{14''}$$

beziehungsweise:

$$x_k = a_k \left[1 + \frac{S_0}{\sum_{1}^{m}{}_k a_k}\right] \tag{14'''}$$

Werden die Bezeichnungen (12) in Betracht gezogen, dann ergibt sich der Ausdruck für die Selbstkosten wie folgt:

$$p_{ek} = \left[\sum_{1}^{m}{}_j \frac{Q_{ij}}{Q_{ek}} p_{ij} + \frac{S^k}{Q_{.k}}\right] \left[1 + \frac{S_0}{\sum_{1}^{m}{}_k \sum_{1}^{n}{}_k (p_{ij}Q_{ij}^k + S^k)}\right] \tag{15}$$

1.5. Die Aufgabe der Bestimmung der Selbstkostenkomponenten

In Übereinstimmung mit der Definition, setzt die Selbstkostenrechnung die Kenntnis der Materialmengen voraus, die mit der Wirtschaftseinheit verbunden sind, sowie die genaue Buchung der Kosten innerhalb der Einheit. Wenn die zweite Bedingung durch organisatorische Massnahmen gewährleistet werden kann, setzt die erste Bedingung die Ausstattung mit Messinstrumenten voraus, um obiektive Daten zur Verfügung stellen zu können.

Als Beispiel wird der Fall einer einfachen Wirtschaftseinheit betrachtet für welche die kennzeichnenden Fälle in Tabelle 2 zusammengefasst werden können. Aus dieser Tabelle ist festzustellen, dass minimale Ausrüstungsbedingungen für die Selbstkostenrechnung festgelegt werden können, die bei Nichteinhaltung eine unkonkludente Rechnung zur Folge haben.

Da die Genauigkeit der Messinstrumente begrenzt ist, folgt notwendigerweise, dass die Durchflussmengen, beziehungsweise die Quantitäten des Materials nur im Rahmen gewisser Genauigkeitsklassen gemessen werden können, und dass also die Selbstkosten im allgemeinen nicht mit absoluter Genauigkeit bestimmt werden können. Der Aspekt der durch die Messinstrumente eingeführten Fehler muss auf diese Weise in Betracht gezogen werden, da sie die auf Grund von absoluten Daten gefassten Entschlüsse in ihrer Gültigkeit begrenzen (zum Beispiel Massnahmen für die Ausschaltung bestimmter Komponenten der Selbstkosten, die einen viel kleineren Wert aufweisen als die durch die Ungenauigkeit der Materialflussmessungen aufgetretenen Abweichungen).

Zusammenfassend kann behauptet werden, dass die Angabe der Selbstkosten als eine genau bestimmte Grösse keine unbedingt genaue Bedeutung aufweist.

1.6. Methoden der Selbstkostenrechnung in Industriebetrieben.

1.6.1. *Feststellung der Unterabteilungen und Materialflüsse*

Gewöhnlich wird mit vereinfachten technologischen Schemata gearbeitet (Abb. 5a). Es wird die Benützung gleichwertiger ökonomischer Schemata empfohlen (Abb. 5b).

Eine solche Darstellung (Abb. 5b) hat den Vorteil, dass sie die systematischere Schematisierung der Industriebetriebe erlaubt. Sie gestattet auch eine Nummerierung der Erzeugnisse und Industrieeinheiten (siehe Abb. 5b)

— für die Erzeugnisse kann eine herkömmliche Nummerierung festgelegt werden, wie zum Beispiel:

$$n_1, n_2$$

worin:

n_1 — die Reihenfolge des Niveaus vorstellt

n_2 — die laufende Reihenfolge des Erzeugnisses im Rahmen des Niveaus;

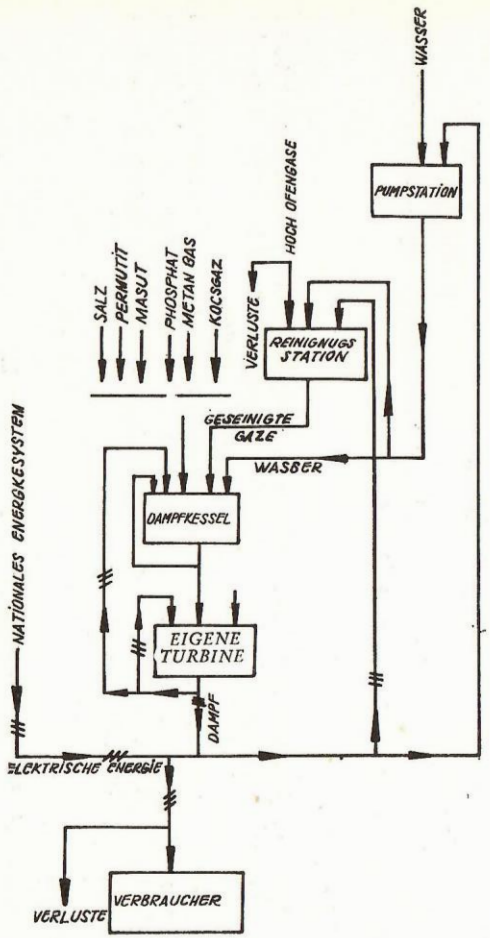

WASSER
PUMPSTATION
HOCH OFENGASE
SALZ
PERMUTIT
MASUT
PHOSPHAT
METAN GAS
KOCSGAZ
VERLUSTE
REINIGNUGS STATION
GESEINIGTE GAZE
WASSER
DAMPFKESSEL
EIGENE TURBINE
DAMPF
NATIONALES ENERGIKESYSTEM
ELEKTRISCHE ENERGIE
VERLUSTE
VERBRAUCHER

Abb. 5a

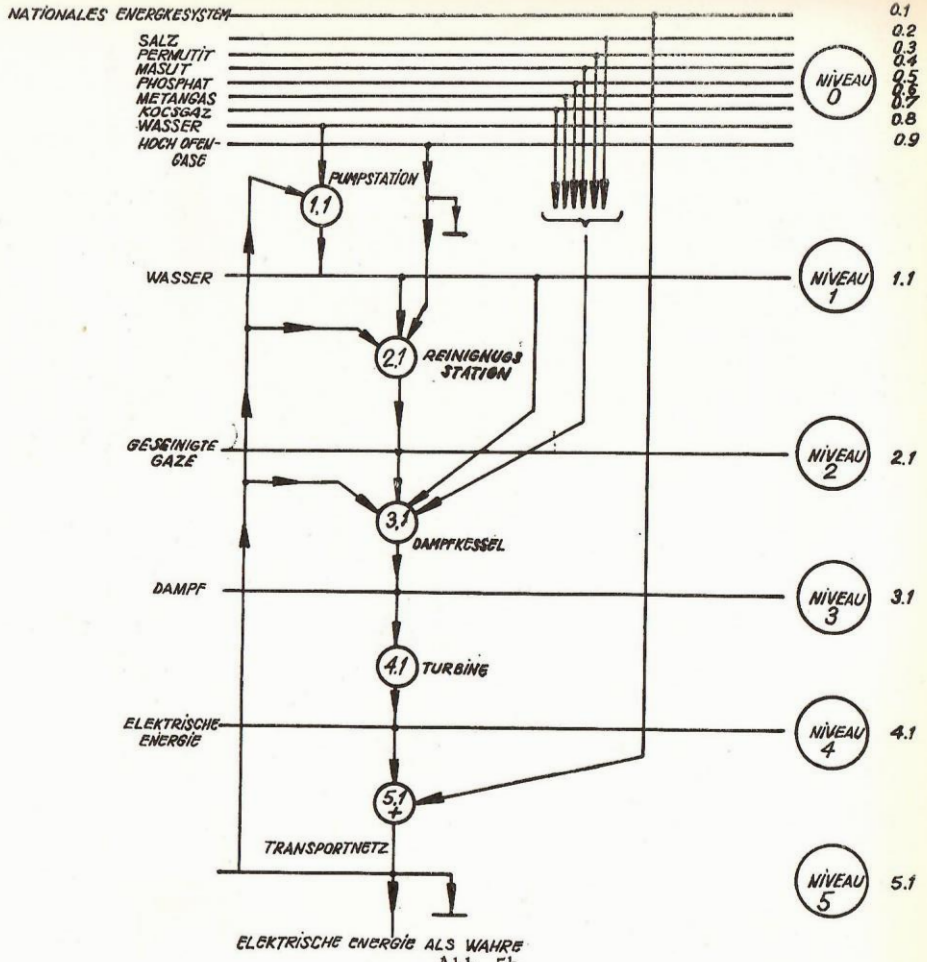

NATIONALES ENERGIKESYSTEM
SALZ
PERMUTIT
MASUT
PHOSPHAT
METANGAS
KOCSGAZ
WASSER
HOCH OFEN-GASE
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
NIVEAU 0
PUMPSTATION
1.1
WASSER
NIVEAU 1
1.1
2.1
REINIGNUGS STATION
GESEINIGTE GAZE
NIVEAU 2
2.1
3.1
DAMPFKESSEL
DAMPF
NIVEAU 3
3.1
4.1
TURBINE
ELEKTRISCHE ENERGIE
NIVEAU 4
4.1
5.1
TRANSPORTNETZ
NIVEAU 5
5.1
ELEKTRISCHE ENERGIE ALS WAHRE

Abb. 5b

— für Wirtschaftseinheiten kann eine herkömmliche Nummerierung wie folgt festgelegt werden:

$$n_3,\ n_4$$

worin:

n_3 — die Reihenfolge des Niveaus vorstellt auf dem die Einheit ihre Produktion ausstösst,

n_4 — die laufende Reihenfolge der Einheit im Rahmen des Niveaus (falls auf gleichem Niveau mehrere Einheiten nebeneinander bestehen).

1.6.2. *Betriebe mit gemischtem Fluss*

Unter dem Begriff „Betrieb mit gemischtem Fluss" wird ein Betrieb verstanden innerhalb dessen der Materialfluss Rückflüsse aufweist (ein Beispiel wird in Abb. 6 angeführt).

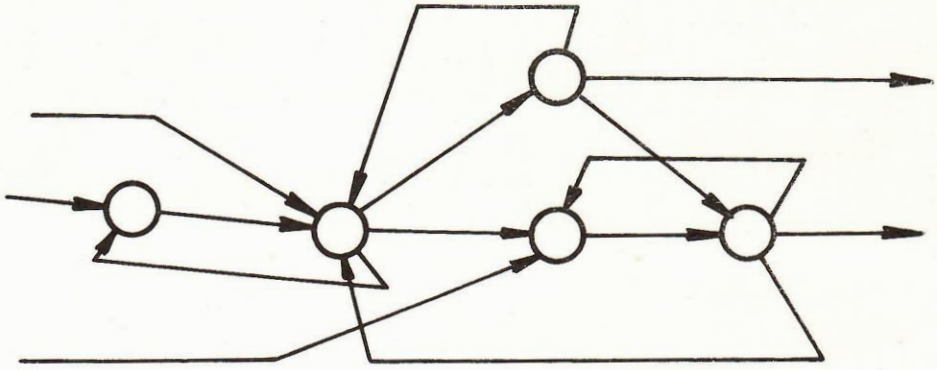


Abb. 6

In diesen Fällen werden die Selbstkostenberechnungen durch die Anwendung des folgenden Lehrsatzes erleichtert:

Lehrsatz:

Die Selbstkosten der Ausgangserzeugnisse der Betriebe mit gemischtem Fluss können berechnet werden, indem der Betrieb mit direktem Fluss betrachtet wird, die Rückflüsse also vernachlässigt werden.

Dieser Lehrsatz folgt aus dem integralen Wesen der Beziehungen (2) und (2*a*), die Rückflüsse weisen das Merkmal interner Flüsse der geschlossenen Flächen auf oder von Flüssen, die laut Definition die geschlossenen Flächen in beiden Richtungen durchqueren.

Beispiel:

Es wird der Betrieb in Abb. 7 betrachtet.

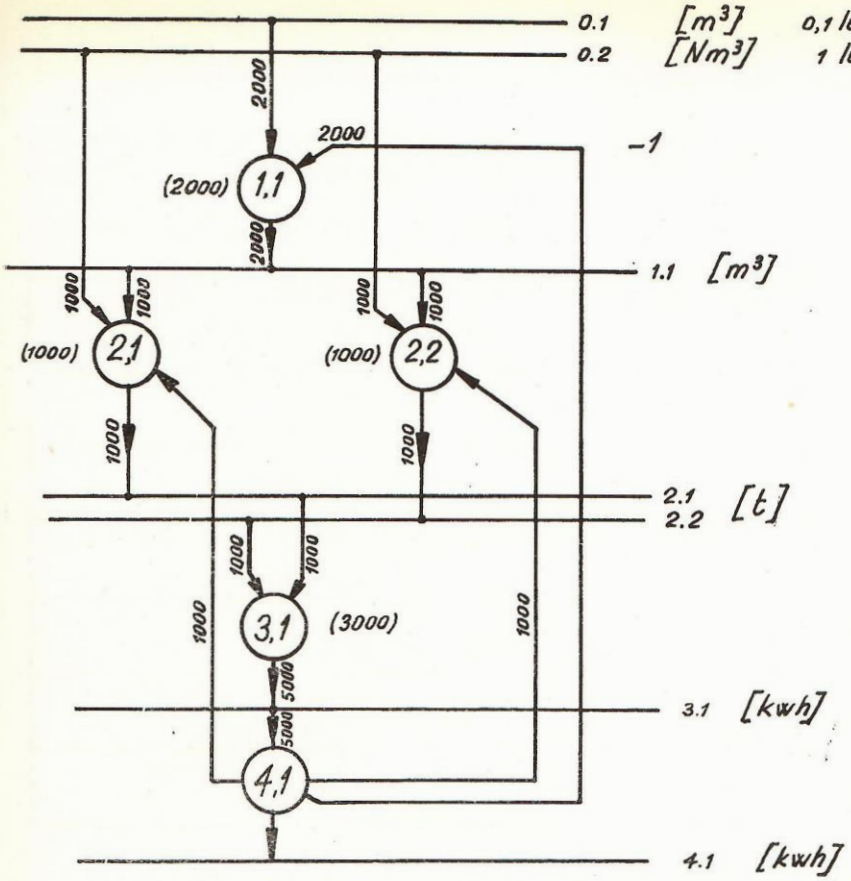

0.1 [m³] 0,1 leu/m³
0.2 [Nm³] 1 leu/Nm³
2000
2000
(2000) 1,1
2000
-1
1.1 [m³]
1000
1000
(1000) 2,1
1000
1000
(1000) 2,2
1000
2.1
2.2 [t]
1000
1000
1000
3,1 (3000)
1000
5000
5000
3.1 [kwh]
4,1
4.1 [kwh]

Abb. 7

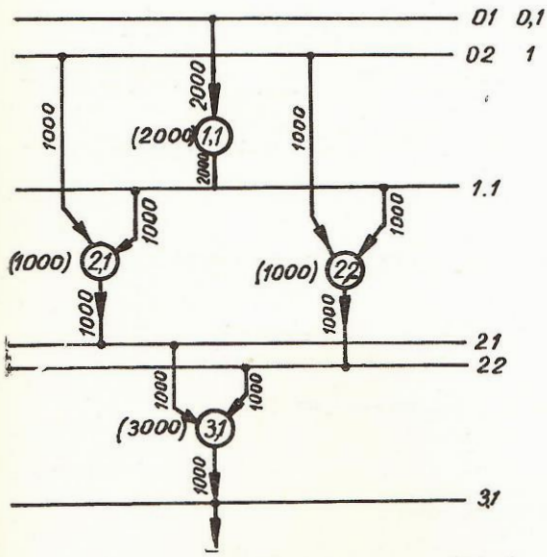

01 0,1
02 1
2000
1000
(2000) 1,1
2000
1000
1.1
1000
1000
(1000) 2,1
1000
1000
(1000) 2,2
1000
2.1
2.2
1000
1000
(3000) 3,1
1000
3,1

Abb. 8

a) *Die Methode der Vernachlässigung der Rückflüsse*

In Übereinstimmung mit dem angeführten Lehrsatz, kann die Struktur des Betriebes, vom Gesichtspunkt des Enderzeugnisses aus, gleichgesetzt werden mit der in Abb. 8.

Daraus folgt die Berechnungstabelle, die weiter unten angeführt wird.

	p_{01}	p_{02}	p_{11}	p_{21}	p_{22}	p_{31}
p_{01}	1					
p_{02}		1				
p_{11}	μ_{11}		1			
p_{21}		μ_{21}	μ_{21}	1		
p_{22}		μ_{22}	μ_{22}		1	
p_{31}				μ_{31}	μ_{31}	1

Die symbolische Selbstkostenrechnung führt zu der Beziehung:

$$p_{31} = \mu^{31}\,[\mu^{22}\,(p_{02} + \mu^{11}\,p_{01}) + \mu^{21}\,(p_{02} + \mu^{11}\,p_{01})] = S^{31} + C^{31}_{22\,31}\,S^{22} +$$

$$+ C^{31}_{22\,31}\,C^{22}_{02\,22}\,p_{02} + C^{31}_{22\,31}\,C^{22}_{11\,22}\,S^{11} + C^{31}_{22\,31}\,C^{22}_{11\,22}\,C^{11}_{01\,11}\,p_{01} + C^{31}_{21\,31}\,S^{21} +$$

$$+ C^{31}_{21\,31}\,C^{21}_{02\,21}\,p_{02} + C^{31}_{21\,31}\,C^{21}_{11\,21}\,S^{11} + C^{31}_{21\,31}\,C^{21}_{11\,21}\,C^{11}_{01\,11}\,p_{01}$$

Werden die Zahlenwerte berücksichtigt, so erhält man:

$$S^{11} = \frac{2\,000}{2\,000} = 1 \quad S^{21} = \frac{1\,000}{1\,000} = 1 \quad S^{22} = \frac{1\,000}{1\,000} = 1 \quad S^{31} = \frac{3\,000}{1\,000} = 3$$

$$C^{21}_{01\,21} = \frac{1\,000}{1\,000} = 1 \quad C^{22}_{02\,22} = \frac{1\,000}{1\,000} = 1 \quad C^{31}_{21\,31} = \frac{1\,000}{1\,000} = 1 \quad C^{11}_{01\,11} = \frac{2\,000}{2\,000} = 1$$

$$C^{21}_{11\,21} = \frac{1\,000}{1\,000} = 1 \quad C^{22}_{11\,22} = \frac{1\,000}{1\,000} = 1 \quad C^{31}_{22\,31} = \frac{1\,000}{1\,000} = 1$$

$p_{01} = 0{,}1$ $\qquad$ $p_{02} = 1$

Daraus folgt der Wert der Selbstkosten:

$$p_{31} = 3 + 1 + 1 + 1 + 0{,}1 + 1 + 1 + 1 + 0{,}1 = 9{,}2 \text{ Lei/kWh}$$

Um dieses Ergebnis zu prüfen, wird die Methode der Etappenrechnung verwendet:

$$p_{11} = 1 + 1 \cdot 0{,}1 = 1{,}1$$
$$p_{21} = 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1{,}1 = 3{,}1$$
$$p_{22} = 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1{,}1 = 3{,}1$$
$$p_{31} = 3 + 1 \cdot 3{,}1 + 1 \cdot 3{,}1 = 9{,}2$$

daraus folgt der Ausdruck sämtlicher Selbstkosten zu:

$$p_{11} = 1{,}1 + C^{11}_{31\,11}\ p_{31} = 1{,}1 + 1 \times 9{,}2 = 10{,}3\ \text{Lei/m}^3$$
$$p_{21} = 3{,}1 + C^{21}_{31\,21}\ p_{31} + C^{21}_{11\,21}\ C^{21}_{31\,21}\ p_{31} = 3{,}1 + 9{,}2 + 9{,}2 = 21{,}5\ \text{Lei/T}$$
$$p_{22} = 3{,}1 + C^{22}_{31\,22}\ p_{31} + C^{22}_{11\,22}\ C^{21}_{31\,21}\ p_{31} = 21{,}5\ \text{Lei/T}$$
$$p_{31} = 9{,}2\ \text{Lei/kWh}$$

Die zusätzlichen Glieder sind in der Tabell in Form von Pfeilen dargestellt.

b) *Die Methode der Etappenrechnung*

Diese Methode wird in zwei Arten verwendet: erstens werden die erzielten Rezultate geprüft; zweitens wird die Ableitung derselben gesucht, um die ausgearbeitete Methode mit der herkömmlichen zu vergleichen.

Die Prüfung der Ergebnisse

$$p_{11} = S^{11} + C^{11}_{01\,11}\ p_{01} + C^{11}_{41\,11}\ p_{41} =$$
$$= 1 + 1 \times 0{,}1 + 1 \times 9{,}2 = 10{,}3\ \text{Lei/m}^3$$
$$p_{21} = S^{21} + C^{21}_{02\,21}\ p_{02} + C^{21}_{11\,21}\ p_{11} + C^{21}_{41\,21}\ p_{41} =$$
$$= 1 + 1 \times 1 + 1 \times 10{,}3 + 1 \times 9{,}2 = 21{,}5\ \text{Lei/T.}$$
$$p_{22} = p_{21} = 21{,}5\ \text{Lei/T}$$
$$p_{31} = S^{31} + C^{31}_{21\,31}\ p_{21} + C^{31}_{22\,31}\ p_{22} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \times 43 = \frac{46}{5} = 9{,}2\ \text{Lei/kWh}$$
$$p_{41} = \frac{5\,000 \times 9{,}2}{1\,000 + 1\,000 + 1\,000 + 2\,000} = 9{,}2\ \text{Lei/kWh}$$

Bemerkung

Die Rechnung ergibt sich sofort aus der geschlossenen Fläche 1:

$$p_{41} = \frac{2\,000 + 1\,000 + 1\,000 + 3\,000}{1\,000} +$$
$$+ \frac{1\,000}{1\,000} \times 1 + 2 \times \frac{1\,000}{1\,000} \times 0{,}1 = 9{,}2\ \text{Lei/kWh}$$

Rechnung mittels Versuchen

Es wird mit einem beliebigen Wert begonnen, zum Beispiel von $p_{41} =$ $= 10$ Lei/kWh.
(Ein Wert der beispielsweise im vorhergehenden Quartal berechnet wurde)

Erster Versuch

$$p_{11} = S^{11} + C^{11}_{01\,11}\ p_{11} + C^{11}_{41\,11}\ p_{41} = 1 + 0{,}1 + 10 = 11{,}1 \text{ Lei/m}^3$$

$$p_{21} = S^{21} + C^{21}_{02\,21}\ p_{02} + C^{21}_{11\,21}\ p_{11} + C^{21}_{41\,21}\ p_{41} =$$

$$= 1 + 1 \times 1 + 1 \times 11{,}1 + 1 \times 10 = 23 \text{ Lei/T}$$

$$p_{22} = p_{21} = 23{,}1 \text{ Lei/T}$$

$$p_{31} = S^{31} + C^{31}_{21\,31}\ p_{21} + C^{31}_{22\,31}\ p_{22} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \times 2 \times 23{,}1 =$$

$$= \frac{49{,}2}{5} = 9{,}84 \simeq 9{,}8$$

Zweiter Versuch

$$p_{11} = 1{,}1 + 9{,}8 = 10{,}9 \text{ Lei/m}^3$$

$$p_{21} = 2 + 10{,}9 + 9{,}8 = 22{,}7 \text{ Lei/T}$$

$$p_{31} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \times 2 \times 22{,}7 = \frac{48{,}4}{5} = 9{,}68 \simeq 9{,}7$$

Dritter Versuch

$$p_{11} = 1{,}1 + 9{,}6 = 10{,}7 \text{ Lei/m}^3$$

$$p_{21} = 2 + 10{,}7 + 9{,}6 = 22{,}3 \text{ Lei/T}$$

$$p_{31} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \times 2 \times 22{,}3 = \frac{47{,}6}{5} = 9{,}52 \simeq 9{,}5$$

Vierter Versuch

$$p_{11} = 1{,}1 + 9{,}5 = 10{,}6 \text{ Lei/m}^3$$

$$p_{21} = 2 + 10{,}6 + 9{,}5 = 22{,}1 \text{ Lei/T}$$

$$p_{31} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \times 2 \times 22{,}1 = \frac{47{,}2}{5} = 9{,}44 \simeq 9{,}4$$

Fünfter Versuch

$$p_{11} = 1{,}1 + 9{,}4 = 10{,}5 \text{ Lei/m}^3$$

$$p_{21} = 2 + 10{,}5 + 9{,}4 = 21{,}9 \text{ Lei/T}$$

$$p_{31} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \times 2 \times 21{,}9 = \frac{46{,}8}{5} = 9{,}36 \simeq 9{,}4$$

Sechster Versuch

$$p_{11} = 1{,}1 + 9{,}3 = 10{,}4 \text{ Lei/m}^3$$

$$p_{21} = 2 + 10{,}4 + 9{,}3 = 21{,}7 \text{ Lei/T}$$

$$p_{31} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \times 2 \times 21{,}7 = \frac{46{,}4}{5} = 9{,}28 \simeq 9{,}3$$

Siebenter Versuch

$$p_{11} = 1{,}1 + 9{,}2 = 10{,}3 \text{ Lei/m}^3$$

$$p_{21} = 2 + 10{,}3 + 9{,}2 = 21{,}5 \text{ Lei/m}^3$$

$$p_{31} = \frac{3}{5} + \frac{1}{5} \times 2 \times 21{,}5 = \frac{46}{5} = 9{,}2$$

Es wird folgendes festgestellt:

a) Selbst bei Anwendung einer Beschleunigung sind zahlreiche Versuche nötig, also die Wiederaufnahme der absolut gleichen Rechnung, die viel rascher mit Hilfe der Methode der Vernachlässigung der Rückflüsse hätte ausgeführt werden können.

b) Das erhaltene Endergebnis hängt von der Abrundungsmethode ab.

Diese Gesichtspunkte tragen dazu bei, dass die Methode der Etappenrechnung im Prinzip nicht für industriebetriebe mit gemischtem Fluss empfehlenswert ist.

1.7. Einfache Beispiele fur Selbstkostenrechnungen

Im Folgenden werden einige einfache Beispiele für die Selbstkostenrechnung angeführt, zu dem Zweck die möglichen Vorteile nachzulegen. Die Beispiele sind mit Absicht sehr vereinfacht worden, um das Verständnis zu erleichtern.

a) *Die operative Selbstkostenrechnung eines Erzeugnisses*

Es wird die in Abb. 9 dargestellte Unterabteilung betrachtet, von der angenommen wird, dass sie kein Enderzeugnis liefert, so dass damit kein Anteil der Gemeinkosten des Betriebes verbunden ist.

In diesen Fällen kann die passende Wahl der geschlossenen Fläche zu bedeutenden Vereinfachungen der Rechnungen führen.

Obwohl anscheinend die Selbstkostenrechnung des Enderzeugnisses p_{51} sehr mühsam ist, ergibt sich in direkter Weise der folgende Ausdruck der Selbstkosten, falls die geschlossene Fläche, so wie in der Abb. gezeigt, gewählt wird.

$$p_{51} = \frac{Q_{51}}{Q_{51} - Q_{51p}} \frac{S_{11}+S_{21}+S_{31}+S_{32}+S_{41}+S_{42}+S_{51}}{Q_{51}} +$$

$$+ \frac{Q_{01}}{Q_{51}} p_{01} + \sum_{1}^{9}{}_{i} \frac{Q_{01}^{31} + Q_{01}^{32}}{Q_{51}} p_{01} + \frac{Q_{02}}{Q_{01}} + \frac{Q_{03}^{21}}{Q_{03}^{21} - Q_{03p}^{21}} \cdot \frac{Q_{03}^{21}}{Q_{51}} p_{03} \qquad (16)$$

Bemerkt werden muss, dass für die Rechnung der gleichen Selbstkosten nach der Methode der Etappenrechnung ungefähr 10 Arbeitsstunden je Arbeitskraft an Stelle von höchstens 1 Arbeitsstunde je Arbeitskraft notwendig gewesen wären.

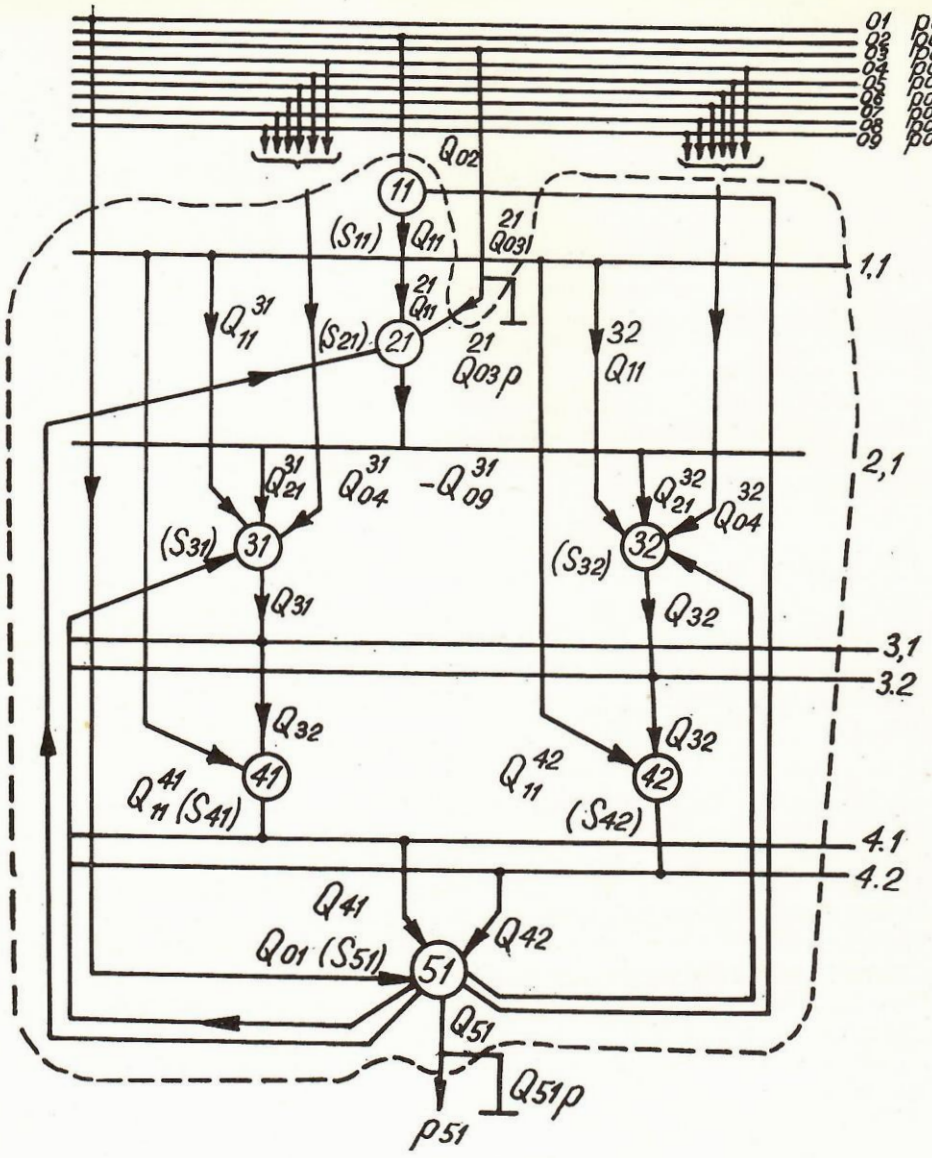

01 p01
02 p02
03 p03
04 p04
05 p05
06 p06
07 p07
08 p08
09 p09
p11
Q02
11
(S11)
Q11
21
Q031
1.1
21
Q11
Q11 31
(S21)
21
21
Q03p
32
Q11
2,1
Q21 31
Q04 31
-Q09 31
Q21 32
Q04 32
(S31)
31
32
(S32)
Q31
Q32
3,1
3.2
Q32
Q32
41
42
Q11 41 (S41)
Q11 42
(S42)
4.1
4.2
Q41
Q42
Q01 (S51)
51
Q51
Q51p
p51

Abb. 9

b) *Sensibilitätsrechnungen*

p11 Eines der Probleme, die der wirtschaftlichen Betriebsleitung gestellt werden, ist die wirksamsten Wege der Selbstkostensenkung zu finden. Zu diesem Zweck müssen die vom ökonomischen Gesichtspunkt wirksamsten Faktoren der Selbstkostensenkung gefunden werden. Diese Aufgabe setzt die Sensibilitätsrechnung der Selbstkostenveränderung im Verhältnis zu jedem Bestandteil derselben voraus. Diese Rechnung ergibt sich direkterweise aus dem Ausdruck der Selbstkosten in Abhängigkeit seiner Komponenten.

Beispiel

Es wird die in Abb. 10 dargestellte Abteilung betrachtet. Der Ausdruck der Selbstkosten des Erzeugnisses ist folgender:

$$p_{21} = k^{21} + C^{21}_{03\,21}\, p_{03} + \frac{D_{11}}{D_{12}} C^{21}_{11\,21}\, k^{11} + \tag{17}$$

$$+ \frac{D_{11}}{D_{21}} C^{21}_{11\,21}\, C^{11}_{01\,11}\, p_{01} + \frac{D_{11}}{D_{21}} C^{21}_{11\,21}\, C^{11}_{02\,11}\, p_{02}$$

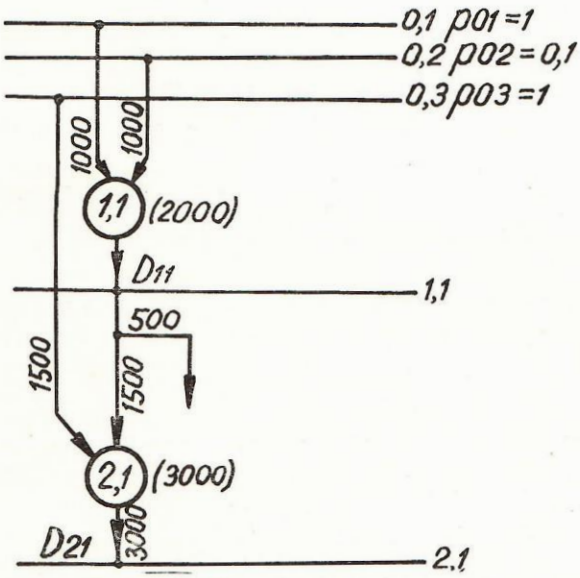


Abb.10 Abteilung eines Industriebetriebs

Daraus können sofort die folgenden Werte festgestellt werden

$$k^{21} = \frac{3\,000}{3\,000} = 1 \qquad \frac{D_{11}}{D_{21}} = \frac{2\,000}{1\,500} = 1{,}33$$

$$C^{21}_{03\,21} = \frac{1\,500}{3\,000} = 0{,}5 \qquad k^{11} = \frac{2\,000}{2\,000} = 1$$

$$C^{21}_{11\,21} = \frac{1\,500}{3\,000} = 0{,}5 \qquad C^{11}_{01\,11} = \frac{1\,000}{2\,000} = 0{,}5$$

$$C^{11}_{02\,11} = \frac{1\,000}{2\,000} = 0{,}5$$

also:

$$p_{21} = 1 + 0{,}5 + 1{,}3\ (0{,}5 \cdot 1 + 0{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}1 + 0{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 1) = 2{,}5 \qquad (17')$$

Um die Hauptziele der Selbstkostensenkung zu bestimmen, wird der Ausdruck der Selbstkosten differenziert:

$$\Delta p_{21} = \Delta k_{21} + p_{03}\Delta C^{21}_{03\ 21} + C^{21}_{03\ 21}\ \Delta p_{03} + \frac{D_{11}}{D_{21}}\ (k^{11} + C^{11}_{01\ 11}\ p_{01} +$$

$$+ C^{11}_{02\ 11}\ p_{01})\ \Delta C^{21}_{12\ 21} + \frac{D_{11}}{D_{21}}\ C^{21}_{11\ 21}\ \Delta k^{11} + \frac{D_{11}}{D_{21}}\ C^{21}_{11\ 21}\ (p_{01}\ \Delta C^{11}_{01\ 11} +$$

$$+ C^{11}_{01\ 11}\ \Delta p_{01}) + \frac{D_{11}}{D_{21}}\ C^{21}_{11\ 21}\ (p_{02}\,\Delta C^{11}_{02\ 11} + C^{11}_{02\ 11}\ \Delta p_{02}) - \frac{D_{11}}{D_{21}}\ \Delta p_{21}\,(C^{21}_{11\,21}\,k^{11} +$$

$$+ C^{21}_{11\ 21}\ C^{11}_{01\ 11}\ p_{01} + C^{21}_{11\ 21}\ C^{11}_{02\ 11}\ p_{02}) \qquad (18)$$

Werden die Zahlenwerte eingeführt, so erhält man:

$$\Delta p_{21} \simeq \Delta k^{21} + \Delta C^{21}_{03\ 21} + 0{,}5\ \Delta p_{03} + 2\ \Delta C^{21}_{11\ 21} + 0{,}65\ \Delta k^{11} + 0{,}65\ \Delta C^{11}_{01\ 11} +$$

$$+ 0{,}35\ \Delta p_{01} + 0{,}65\ \Delta C^{11}_{02\ 11} + 0{,}35\ \Delta p_{02} - 0{,}6 \cdot 10^{-3}\ \Delta D_{21} = \Delta k^{21} +$$

$$+ 0{,}65\ \Delta k^{11} + \Delta C^{21}_{03\ 21} + 2\Delta C^{21}_{11\ 21} + 0{,}65\ \Delta C^{11}_{01\ 11} + 0{,}65\ \Delta C^{11}_{02\ 11} -$$

$$- 0{,}6 \cdot 10^{-3}\ \Delta D_{21} + 0{,}35\ \Delta p_{01} + 0{,}35\ \Delta p_{02} + 0{,}5\ \Delta p_{03} \qquad (18')$$

Eine 10%-ige Veränderung jedes Faktors würde also folgenden Einfluss auf die Selbstkosten ausüben:

Faktor	k^{21}	k^{11}	$C^{21}_{03\ 21}$	$C^{21}_{11\ 21}$	$C^{11}_{01\ 11}$	$C^{11}_{02\ 11}$	D_{21}	p_{01}	p_{02}	p_{03}
Wirkung cca %	10	6,5	5	10	3	3	9	3,5	0,35	5

Es ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

a) die technische Abteilung des Betriebes wird in der ersten Dringlichkeitsstufe dazu angehalten um Lösungen zu finden für:
- Senkung des spezifischen Verbrauchs $C^{21}_{11\,21}$
- Senkung der Durchflussmengenverluste D_{21}

b) die Betriebsleitung muss die Wege der Senkung
- der Kosten k^{21}
- des Einzelpreises p_{03}

analysieren

c) die Selbstkostensenkung als Wirkung der übrigen Faktoren bleibt eine ständige Aufgabe des gesamten Mitarbeiterstabes, ohne hierzu besondere Arbeitskräfte von Seiten der technischen Abteilung oder der Betriebsleitung anzuweisen.

Auf Grund der vorausgegangenen Analyse sind die hauptsächlichsten Wege der Selbstkostensenkung bestimmt worden. Für die Erläuterung mittels Beispielen wird angenommen, dass diese Wege auch die wirtschaftlichsten sind (ist dies nicht gültig, so werden sämtliche Faktoren in Abhängigkeit des Betriebes in Betracht gezogen).

Es wird die Aufgabe gestellt, die wirtschaftlichste Lösung für die Selbstkostensenkung zu finden.

Es werden nur die zwei Hauptfaktoren der Selbstkostenrechnung in Betracht gezogen, die dem Betrieb am zugänglichsten sind:

$$\Delta p_{21} \simeq \Delta C^{21}_{11\ 21} + 0{,}9\ \Delta D_{21} \qquad [\%]$$

Es wird angenommen, dass Grund auf der durch die technischen Abteilung durchgeführten Analyse sich folgende Lage ergibt:

Das Gebiet auf dem zu handeln möglich ist:

$$\Delta C^{21}_{11\ 21} = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ 10\%$$

$$\Delta D_{21} = 0 \ \ldots\ldots\ldots\ 30\%$$

Die diesen Senkungen zugehörigen Kosten sind ungefähr folgende:

— für $\Delta C^{21}_{11\ 21}$ ..... 20.000 Lei/%

— für ΔD_{21} ..... 5.000 Lei/%

Daraus ergeben sich die Kosten in Tausend Lei:

$$C_r = 20\ \Delta C^{21}_{11\ 21} + 5\ \Delta D_{21}$$

Es wird angenommen, dass aus der durchgeführten ökonomischen Analyse sich die Bedingung ergab:

$$C_r \leqslant 200.000 \text{ Lei}$$

Daraus folgt dass sich der optimale Punkt 0 im Schnittpunkt

$$\begin{cases} 200 = 20\ \Delta C^{21}_{11\ 21} \pm 5\ \Delta D_{21} \\ \Delta D_{21} = 30 \end{cases}$$

befindet, woraus folgt

$$\Delta C^{21}_{11\ 21} = \frac{2\,000 - 150}{20} = \frac{5}{3} = 1{,}6$$

Also sind die optimalen Bedingungen für die Selbstkostensenkung:

$$\Delta D_{21} = 30\%$$

$$\Delta C^{21}_{11\ 21} = 1{,}6\%$$

für welche

$$\Delta p_{21} = 1{,}6 + 0{,}9 \times 30 = 28{,}6\%$$

In einer ersten Annäherung kann also das Problem der Selbstkostensenkung mit dem Problem der liniaren Programmierung gleichgesetzt werden.

2. DIE RUCKFLUSSDAUERRECHNUNG DER INDUSTRIEINVESTITIONEN

2.1. Terminologie

Die Durchführung jedweder Investition in der Wirtschaft schliesst einen ursprünglichen Entschluss ein; die Fassung des optimalen Beschlusses setzt die Definition einer charakteristischen Funktion voraus. Die herkommlichen Bezeichnungen der charakteristischen Funktionen in Verbindung mit der Investitionshandlung sind „Wirtschaftlichkeitsmerkmale" oder „technisch-ökonomische Kennziffern".

2.2. Problemstellung

Eines der aktuellen Merkmale der Wirtschaft unseres Landes ist der grosse Umfang der Neubauten, bezw. der Investitionen. Da darüber hinaus die Einführung der komplexen Automatisierung sich in erster Linie auf wirtschaftliche Überlegungen stützen muss, ist die Bestimmung eindeutiger und reprezentativer Merkmale für die Wirtschaftlichkeit der Investitionen notwendig. Deshalb ist es normal, dass in der allgemeinen Konstruktionstätigkeit, sowie in der Konstruktionstätigkeit der Abteilung für komplexe Automatisierung der IPA (Projektionsinstitut für Automatisierung) die Vorherbestimmung der Wirtschaftlichkeit der Investitionen ein besonderes Interesse aufweist, besonders aber in den Stufen des technisch-ökonomischen Vorprojektes. Gegenwärtig werden defür eine ganze Reihe technisch-ökonomischer Kennziffern verwendet, unter denen die Rückflussdauer der Investitionen als von besonderer Bedeutung angesehen wird:

$$T = \frac{I + I_F}{P(p_{c1} - p_{c2})} \tag{19}$$

worin:

T — die Rückflussdauer der Zusatzinvestition vorstellt
I — die Zusatzinvestition
I_F — die Grösse des nichtabgeschriebenen Grundfonds
p_{c1} — die Selbstkosten der Produktion vor der Investition
p_{c2} — die Selbstkosten der Producktion nach der Investition
P — der Umfang der Produktion.

Der obenangeführten Beziehung kann eine Reihe von Einwänden gegenübergestellt werden, und zwar:

a) Die formale Zusammensetzung der Beziehung ist nicht fehlerfrei, da sie nur die wirtschaftliche Wirkung der Selbstkostensenkung berücksichtigt und die Steigerung der Produktion bei konstanten Selbstkosten oder die Steigerung des Gewinns als Effekt der Produktionssteigerung bei konstanten Selbstkosten vernachlässigt, sowie auch den Verzicht auf die Einfuhr usw.

b) Der mathematische Aufbau der Beziehung ist nicht fehlerfrei, da sie im Grenzfall zu absurden Ergebnissen führt. Tatsächlich können wir schreiben:

$$p_{c2} = a + \frac{I}{PT_a} \tag{20}$$

worin:

T_a — die Abschreibungsdauer vorstellt.

Aus den Beziehungen (19) und (20) ergibt sich:

$$T = \frac{I + I_F}{P\left(p_{c1} - a - \frac{I}{PT_a}\right)} \tag{19'}$$

beziehungsweise

$$\lim_{I \to \infty} T = -T_a \tag{19''}$$

Diese Beziehung stellt offenkundig eine absurde Lösung dar.

c) Der ökonomische Aufbau der Beziehung ist nicht fehlerfrei, da sie die kleinen Investitionen mit kleiner Rückflussdauer bevorzugt ohne ein richtiges Bild der Rückflussdauer zu geben. Tatsächlich kann Beziehung (19) wie folgt umgeschrieben werden:

$$P\left(p_{c1} - a - \frac{I}{PT_a}\right) T = I + I_F \tag{19'''}$$

beziehungsweise

$$P(p_{c1} - a)\, T = I\left(1 + \frac{T}{T_a}\right) + I_F \tag{19''''}$$

In dieser Form geschrieben, erscheint es klar, dass der wirtschaftliche Effekt, zusammengefasst für die gesamte Periode der Rückflussdauer, nicht nur den Wert der Investition (wie es normal wäre), sondern zusätzlich noch einen Anteil der noch einmal den Wert der Investition ausmachen kann, sowie auch den Wert der nichtabgeschriebenen Grundmittel (der sich nötigerweise nicht auf die durchgeführte Investition bezieht) ausgleicht. Darüber hinaus veranschaulicht sie nicht die Lage, die bei Teilzahlungen erscheint (auf Grund von Kredit), sowie auch andere wirtschaftliche Erscheinungen.

Wenn wir die relativ hohen Werte der jetzigen Kosten für die Ausrüstungen der komplexen Automatisierung berücksichtigen, ist die Rechenme-

thode der Rückflussdauer von Investitionen gar nicht gleichgültig. Daher erscheint das Problem der Auffindung wirtschaftlicher Merkmale von Investitionen als streng umrissen. Der vorliegende Artikel weist eine der Lösungen auf, die der Verfasser als allgemeingültig betrachtet.

2.3. Verschiedene Wirtschaftslichkeitmerkmale der Investitionen

Beispiele für die verwendeten Merkmale für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen finden sich in der Literatur [2]...[5]. Es ist festzustellen, dass verschiedene Merkmale vorgeschlagen werden, die verschiedene, zumeist teilweise Gesichtspunkte festhalten.

2.4. Vorschlag eines allgemeinen Merkmals

Im allgemeinen erzeugt eine Investition Kosten und ökonomische Effekte. Beide können diskret sein (sie werden ein einziges Mal oder in diskreten Zeiträumen erzeugt) oder laufend (sie werden während der ganzen Existenzdauer der Investition erzeugt). Mit jeder Investition ist eine Nutzungsdauer verbundene die Dauer bis zu welcher die Investition aufhört für den Zweck verwendet zu werden für den sie durchgeführt wurde. Mit den Investitionen, die in Verbindung mit Wirtschaftseinheiten durchgeführt werden, ist im allgemeinen auch eine Rückflussdauer verbunden, die die Dauer vorstellt, in welcher die zusammengefassten ökonomischen Effekte mit den bis zur Nutzungsdauer durchgeführten Kosten ausgleichen (die Rentabilitätsbedingung der Investition). Gemäss dem angeführten Titel bezieht sich der vorliegende Artikel nur auf Investitionen mit rentablem Charakter, so dass das Problem der Rückflussdauerrechnung als möglich und interessant angenommen wird.

Als allgemeines Wirtschaftlichkeitsmerkmal von Investitionen wird die Verwendung der folgenden Beziehung vorgeschlagen:

$$\int_0^{Tr\,(min)} e(t)\ dt = \int_0^{Ts} c(t)\ dt \qquad (21)$$

$$T_r \leqslant T_s \leqslant T_v$$

worin:

- $e(t)$ — der ökonomische Bruttoeffekt (momentane), der durch die Investition erzeugt wird
- $c(t)$ — Kosten (momentane), die durch die Investition erzeugt werden
- T_r — die Rückflussdauer der Investition
- T_s — die Nutzungsdauer des Investitionsobjektes
- T_v — die Lebensdauer des Investitionsobjektes vorstellen.

Die vorgeschlagene Definition (21) weist den Vorteil auf, dass sie allgemeingültig ist in dem Sinne, dass sie sämtliche Komponenten enthält, eindeutig ist und sämtliche in Kapitel 2.2. angeführte Mängel ausschliesst.

2.5. Verwendungsbedingungen

Für jede Investitionsvariante werden die Komponenten des ökonomischen Effekt in Form einer Tabelle zusammengefasst, wie zum Beispiel in Tabelle 4. Im allgemeinen kann ein Teil der Komponenten (ökonomischer Effekt oder Kosten) auch eine Veränderung in der Dauer aufweisen, der Verlauf dieser Änderungen kann mit genügender Genauigkeit durch Funktionen dargestellt werden, die die in Abb. 11 gezeigte Form aufweisen.

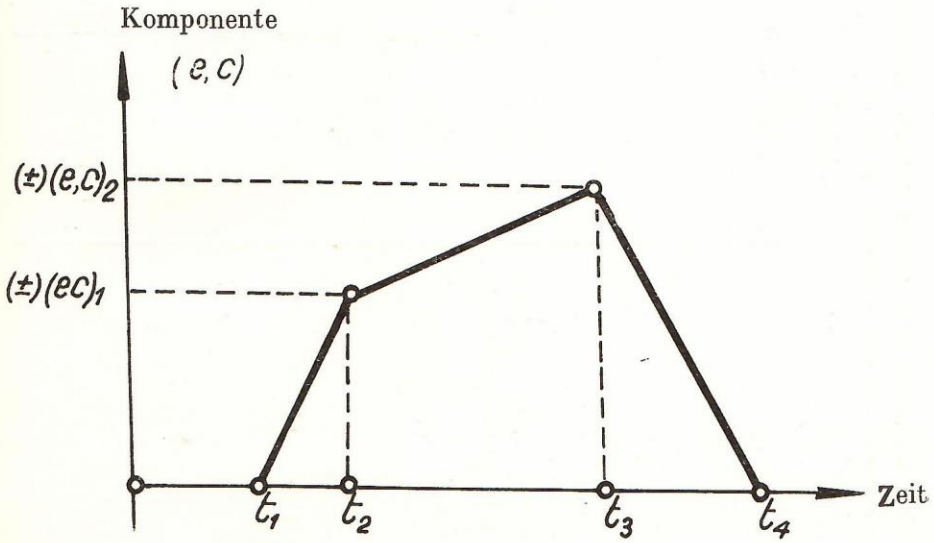


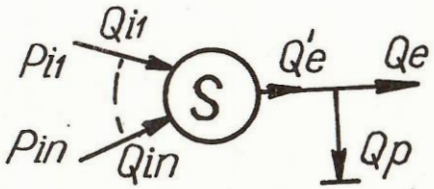
Abb. 11

Nachdem in dieser Weise sämtliche Komponenten definiert worden sind kann zur Rechnung übergegangen werden, indem zunächst die Integrale des linken Gliedes (Beziehung 21) für verschiedene Zeitwerte T_r ausgeführt werden bis die Gleichheit zustandekommt. In gleicher Weise kann die Entwicklung der Dauer des Devisenflusses untersucht werden, indem die Differenz der beiden Integrale berechnet wird, und zwar nur in Bezug auf die Kosten — oder Devisenzuflusskomponenten.

Die in dieser Weise durchgeführte Rechnung ist relativ kompliziert für manuelle Mittel, sie eignet sich aber für die Verwendung elektronischer Rechner.

Tabelle 1

Die hauptsächlichsten Varianten der einfachen Wirtschaftseinheit

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Gleichwertiges Schema und Bezeichnungen	Beziehungen für die Rechnung	Ergebnis	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6
1	Mit Verlusten	 $c_{je} = \frac{Q_{ij}}{Q_e}$ $c'_{je} = \frac{Q_{ij}}{Q_e}$ $s = \frac{S}{Q_e}$ $s' = \frac{S}{Q'_e}$	$p_e Q_e + p_p Q_p =$ $= \Sigma_j Q_{1j} p_{ij} + S$ $p_p = 0$ (gemäss Definition) $Q_e = Q'_e - Q_p$	$p_e = \Sigma c_{je} p_{ij} + s =$ $= \Sigma \frac{c'_{je}}{1 - \frac{Q_p}{Q'_e}}$ $p_{ij} + \frac{s'}{1 - \frac{Q_p}{Q_e}}$	1. Die Verluste haben als Wirkung eine Steigerung der Selbstkosten um den Faktor $\frac{1}{1 - \frac{Q_p}{Q_e}}$ 2. Die Verluste können als ein Element der Steigerung der Selbstkosten betrachtet und in die Wirtschaftseinheit eingegliedert werden.

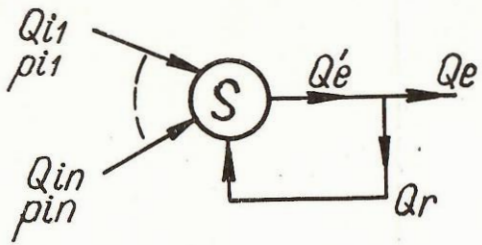
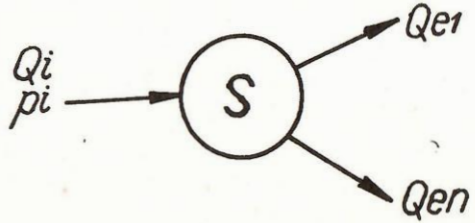
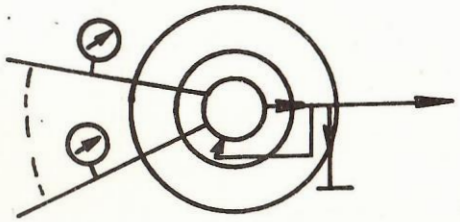
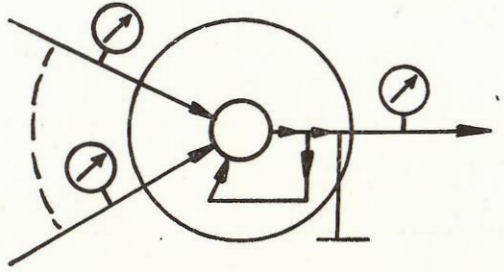
Lfd. Nr.	Bezeichnung	Gleichwertiges Schema und Bezeichnungen	Beziehungen für die Rechnung	Ergebnis	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6
2	Mit Rückfluss	 $c_{je} = Q_{ij}/Q_e \quad s = S/Q_e$	$p_eQ_e = \Sigma_j Q_{ij}p_{ij} + S$ $p_eQ_e = \Sigma_j Q_{ij}p_{ij} +$ $+ p_eQ_r + S$ $Q_e = Q'_e + Q_r$	$p_e = \Sigma c_{je}p_{ij} + s$	Die Selbstkosten hängen nicht vom Bestehen des Rückflusses ab (da aber die Ausgangsdurchflussmenge verschieden sein kann, kann das Bestehen des Rückflusses eine Wirkung auf den Gewinn ausüben).
3	Verteilung (Es finden keine Bearbeitungen im Rahmen der Wirtschaftseinheit statt)		$\Sigma_k p_eQ_{ek} = Q_ip_i + S$ $c_{ik} = \frac{Q_i}{Q_{ek}}$ $s_k = \frac{S}{Q_{ek}}$	$p_e = \Sigma_k \left(\frac{Q_i}{Q_{ek}} p_i + \right.$ $\left. + \frac{S}{Q_{ek}}\right) =$ $= \Sigma_k(c_{ik}p_i + s_k)$	Falls auch Verluste eintreten, vergrössern sich die Selbstkosten jedes verteilten Erzeugnisses um den Faktor $\frac{1}{1 - \frac{Q_{pk}}{Q_e}}$

Tabelle 2

Ausrüstungsbedingungen mit Messinstrumenten der elementaren Wirtschaftseinheit

Lfd. Nr.	Schema der Ausrüstung mit Messinstrumenten	Merkmale der Ausrüstung	Empfehlungen und Bemerkungen
1		Es sind keine Messinstrumente an sämtlichen Ein- und Ausgängen vorhanden	Es können keine spezifischen Verbrauche festgestellt werden, folglich ist die Definition der Einheit unmöglich, unabhängig von der gewählten geschlossenen Fläche. Die Selbstkostenrechnung ist unmöglich.
2		Die Verluste können nicht bestimmt werden.	Es kann eine geschlossene Fläche bestimmt werden, die die Einheit umfasst, aber die Selbstkosten können berechnet werden, indem die Verluste gleich Null angenommen werden. Auf diese Weise sind die Selbstkosten künstlich erhöcht, ohne zu wissen um wieviel. Die Selbstkostenrechnung ist nicht konkludent.

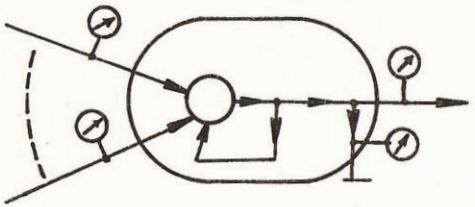
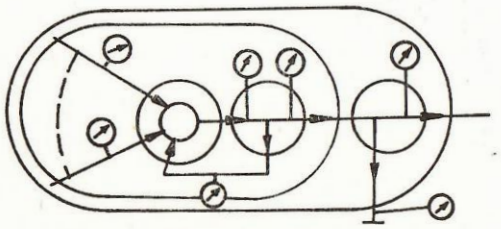
Lfd. Nr.	Schema der Ausrüstung mit Messinstrumenten	Merkmale der Ansrüstung	Empfehlungen und Bemerkungen
3		Sämtliche wichtigen Ein-und Ausgänge werden gemessen.	Die Selbstkostenrechnung kann richtig, in einer einzigen Voraussetzung der Definition der geschlossenen Fläche vorgenommen werden. Merkmal der Mindestausrüstung
4		Sämtliche Ein-, bezw. Ausgänge werden gemessen.	Die Selbstkostenrechnung kann unter verschiedenen Definitionen der geschlossenen Fläche durchgeführt werden. Merkmal der Ausrüstung im Hinblick auf die Prüfung der Daten, bezw. der Ergebnisse.

Tabelle 4

Die hauptsächlichsten Kostenelemente und die ökonomischen Wirkungen, die durch die Investition erzeugt werden

	Diskrete	Laufende
Kosten	— Beschaffung des Investitionsobjektes	— Betriebskosten:
	— Projektierung der Investition	— Gehälter, Prämien und Gebühren in Verbindung mit dem Personal für die Leitung, den Betrieb und die Instandhaltung des Investitionsobjektes
		— Ersatzteile für die laufende Instandhaltung
	— Herrichtung des nötigen Raumes	— Verbrauch und Dienstleistungen die durch Investition erzeugt
	— Errichtung der Investition und Inbetriebsetzung	— Roh- und Hilfsmaterialen verschiedener Art die für den Betrieb des Investitionsobjektes erforderlich sind
	— Personalausbildung	— Verwaltungskosten und Reprezentationsspesen, durch die Investition erzeugt
	— Technische und kaufmännische Verhandlungen bezüglich der Wahl des Lieferanten und des Vertragsabschlusses	— Opportunitätskosten
	— Dauer der Proben und Versuche	— Sonstige Quellen
	— Beschädingungsdauer des Investitionsobjektes	
	— Sonstige Quellen	
Oekonomische Wirkungen	— Herabsetzung der Bestände	— Steigerung des abgesetzten Produktionsumfanges
	— Verkauf eines Teiles der vorherigen Investition, die durch die neue Investition verfügbar wurde	— Steigerung des Verkaufspreises
		— Steigerung der Produktionsqualität
	— Verkauf des Investitionsobjektes nach Erreichen der Nutzungsdauer	— Vielfältigkeit der Produktion
	— Sonstige Quellen	— Selbstkostensenkung:
		— Ersparnis der Gehälter
		— Herabsetzung des spezifischen Verbrauches
		— Steigerung des Produktionsrythmus
		— Herabsetzung des Ausschusses
		— Sonstige Quellen

LITERATURVERZEICHNIS

1. C. Niculceanu, I. Iţicovici, N. Luca, A. Mayer: *Preţul de cost în industrie (Die Selbstkosten in der Industrie)* ESLS, Bucureşti, 1953.
2. E. Buffa: *Models for production and operations management* I. Wiley, New York, 1963.
3. D. S. Hoag: *Regulation par calculateurs dans les industries de produits chimiques.* Mesucora — Congres International 1963, vol. 2.
4. IPROCHIM: *Indreptar pentru întocmirea analizelor economice a proiectelor (Anleitung für die Aufstellung der wirtschaftlichen Analysen der Projekte, für internen Gebrauch).* Uz intern, Bucureşti 1960.
5. *Preţul de cost în industrie (Die Selbstkosten in der Industrie).* E.S.C.S. Bucureşti 1953

MATHEMATICAL BASIS FOR COMPUTATION OF COST PRICE AND INVESTMENT RECOVERY PERIOD

The introduction of complex automation implies a close collaboration between specialists in technology, economy and automation; in practice, difficulties in reciprocal understanding occur, on account of insufficiently accurate definitions and of a difference in language. In view of assuring definitions easy to understand by specialists in different domains, suggestions are made for defining the notions of cost price and recovery time of investments, in the form of mathematical relations.

Various examples of cost price and recovery time of investments are discussed, practical computing methods being shown.

FONDEMENT MATHÉMATIQUE DU CALCUL DU PRIX DE REVIENT ET DU TEMPS DE RECOUVREMENT DES INVESTISSEMENTS

L'introduction de l'automatisation complexe implique une collaboration étroite entre les spécialistes de la technique, de l'économie et de l'automatisation; en pratique, l'entente réciproque se heurte à des difficultés dues à l'insuffisante précision des définitions et aux différences de langage. Dans le but d'assurer des définitions qui puissent être comprises avec une égale facilité par les spécialistes appartenant à des domaines différents, l'auteur présente des définitions sous forme de relations mathématiques pour les notions du prix de revient et du temps de récupération des investissements.

L'auteur examine divers exemples de prix de revient et de temps de recouvrement des investissements, en indiquant en même temps des méthodes de calcul pratiques.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТА СЕБЕСТОИМОСТИ И ВРЕМЕНИ ПОКРЫТИЯ ВЛОЖЕНИЙ

Введение сложной автоматизации предполагает тесную связь между специалистами по технологии, экономике и автоматизации; на практике встречаются трудности во взаимопонимании, благодаря некоторым не совсем точным положениям и разной терминологии. Чтобы обеспечить положения, легко понимаемые специалистами разных областей, предлагается наименование в форме математических отношений названий себестоимости и времени покрытия вложений. Рассматриваются различные примеры себестоимости и времени покрытия вложений с указанием практических методов расчета.