

Eine Methode zur Bestimmung der Grenzstückzahl in der Instandsetzung am Beispiel von Schraubverbindungen

Dipl.-Ing. R. Brandis, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung

1. Problemstellung

Bei der technologischen Vorbereitung von Instandsetzungsprozessen besteht die Aufgabe, die Arbeitsmittel nach Art, Anzahl und technischem Niveau zu bestimmen. Wirkungen, die mit dem Arbeitsmitteleinsatz angestrebt werden, sind:

- Verringerung der operativen Zeit
- Verringerung des manuellen Kraftaufwands
- Sicherung bzw. Erhöhung der Instandsetzungsqualität
- Vermeidung von Schädigungen des Instandsetzungsobjekts während des Instandsetzungsprozesses
- Minderung beeinträchtigender oder schädigender Einflüsse, wie Lärm, Temperatur, Schwingungen, Staub, ungünstige Arbeitsstellung u. a.
- Senkung der Gesamtselbstkosten.

Diese Wirkungen sind unterschiedlich relevant und werden in ihrer quantitativen Größe von Einflussfaktoren verschiedener Art mitbestimmt.

Die zu berücksichtigenden Einflussfaktoren werden im wesentlichen wie folgt unterteilt:

- technische und technologische Einflussfaktoren, die z. T. von der konstruktiven Gestaltung des Instandsetzungsobjekts bestimmt werden
- betriebspezifische Einflussfaktoren, wie z. B. Qualifikationsniveau der Arbeitskräfte, Organisationsform, technisches Niveau der vorhandenen Arbeitsmittel u. a.

Die Berücksichtigung der Wirkungen setzt voraus, daß die Wirkgröße der Einflussfaktoren für die einzelnen Arbeitsmittel qualitativ und quantitativ bekannt ist.

Bei der Demontage und Montage, die im Instandsetzungsprozeß den größten Zeitaufwand erfordern, kommt der Mechanisierung besondere Bedeutung zu, da ebenso wie bei der Montage neuer Erzeugnisse der Anteil der manuell auszuführenden Arbeitsverrichtungen gegenüber den anderen Instandsetzungselementen sehr hoch ist. Nach [1] beträgt der Zeitaufwand für die Montage von Landmaschinen gegenüber dem Gesamtzeitaufwand für die Herstellung rd. 30%. Demgegenüber beträgt der Zeitaufwand für Demontage und Montage z. Z. in der spezialisierten Instandsetzung gegenüber dem Gesamtzeitaufwand rd. 60 bis 70%. Auch wenn zu erwarten ist, daß sich der Anteil der Einzelteilinstandsetzung in Zukunft erhöhen wird, kann der Zeitanteil für Demontage und Montage nicht wesentlich gesenkt werden, wenn es nicht gelingt, Mechanismen zu schaffen, die den Anteil der manuellen Arbeitsverrichtungen bedeutend reduzieren.

2. Einfluß des Instandsetzungsobjekts auf die Arbeitsmittelauswahl

Die konstruktive Gestaltung eines Instandsetzungsobjekts beinhaltet folgende Parameter:

- Masse und geometrische Abmessungen des Instandsetzungsobjekts und von dessen Bauteilen
- Art und Anzahl der Bauteile
- Baugruppengliederung
- Lage und Umgebung des Ortes der Arbeitsausführung

Tafel 1. Absolute und relative Häufigkeit von Arbeitsverrichtungen in der Demontage verschiedener landtechnischer Arbeitsmittel

	Schwadaufnehmer E 294		Maisschneidwerk E 295		Feldfutterschneidwerk E 296		Feldhäcksler E 285		Schwadmäher E 307	
	absol.	rel. %	absol.	rel. %	absol.	rel. %	absol.	rel. %	absol.	rel. %
Schrauben	328	46,3	307	35,9	595	46,3	1034	42,7	688	46,7
Entsichern	16	2,2	48	5,6	48	3,8	256	10,6	197	13,3
Abziehen	13	1,8	17	2,0	22	1,6	56	2,3	42	2,8
Herauspressen	28	3,9	37	4,3	42	3,3	140	5,8	76	5,1
Abnehmen	269	37,9	310	36,4	319	25,2	396	16,3	255	17,2
Herausziehen	49	6,9	118	13,8	224	17,7	424	17,5	170	11,5
übrige	7	1,0	18	2,0	27	2,1	117	4,8	51	3,4
gesamt	710		855		1277		2423		1479	

- Maßkettenlösungsmethode
- Fügeart der Bauteile.

Eine Analyse der konstruktiven Gestaltung von ausgewählten Instandsetzungsobjekten ergab hinsichtlich der auszuführenden Arbeitsverrichtungen der Demontage — ohne Berücksichtigung der Baugruppen, die von Betrieben der VVB Landtechnische Instandsetzung spezialisiert instand gesetzt werden — die in Tafel 1 aufgeführte absolute und relative Häufigkeit. (Die Häufigkeit der Arbeitsoperationen Schrauben von Schraubbildern entspricht der Bauteile-Schraubenanzahl.)

Für die folgenden Arbeitsverrichtungen werden z. Z. überwiegend Arbeitsmittel eingesetzt, die den manuellen Kraftaufwand durch Fremdenergie ersetzen:

- Schrauben
- Lösen bzw. Herstellen von Preßverbindungen (Abziehen oder Pressen)
- Abnehmen bzw. Einlegen von Baugruppen und Bauteilen, deren Masse größer als 25 kg ist.

Von diesen Arbeitsverrichtungen tritt das Schrauben mit der größten relativen Häufigkeit (35,9 bis 46,7%) auf. Für die Mechanisierung des Schraubens werden z. Z. im Instandsetzungsweisen universell anwendbare, elektrisch oder pneumatisch betriebene Einspindelschrauber, spezielle stationäre schraubbild- und baugruppenbezogene Mehrspindelschrauber sowie stationäre gesteuerte und ungesteuerte, hydraulisch betriebene Ein- und Zweispindelschrauber eingesetzt. Mobile schraubbildbezogene Mehrspindelschrauber werden in der spezialisierten landtechnischen Instandsetzung nicht verwendet. Hinsichtlich der Mechanisierbarkeit von Schraubvorgängen bestehen technische und technologische Grenzen, die die Nutzungshäufigkeit von Arbeitsmitteln einschränken:

- Art des Verbindungselements
Für das Verbindungselement Sechskantschraube und Sechskantmutter werden mit Fremdenergie betriebene Arbeitsmittel bisher nicht angewendet. Der Einspindelschlagschrauber ist hierfür ungeeignet, da durch das Mitdrehen der Sechskantschraube die Unfallgefahr hoch und die hierbei notwendige einhändige Handhabung ungünstig ist.
- erforderliches Drehmoment
Das erforderliche Drehmoment für das

Lösen von Schraubverbindungen in der Demontage bzw. das vorgeschriebene Drehmoment in der Montage sind größer als das durch das Arbeitsmittel realisierbare Drehmoment.

- Zugänglichkeit

Der Raum für die Zuführung des Arbeitsmittels zum Kontaktort und/oder der vorhandene Arbeitsraum am Kontaktort ist kleiner als der durch die geometrischen Abmessungen des Arbeitsmittels bestimmte erforderliche Arbeitsraum.

Für die Arbeitsverrichtung Lösen oder Herstellen von Preßverbindungen durch Pressen treffen die in den beiden letzten Punkten aufgeführten Grenzen ebenfalls in abgewandelter Form zu, was bei der Auswahl zu berücksichtigen ist.

3. Stufen des Technisierungsniveaus der Demontage- und Montageprozesse

„Unter Technisierung wird die Ersetzung der menschlichen Bewegung, Kraftaufbringung, Steuerung und Regelung durch Mechanismen, Vorrichtungen, Werkzeuge und Lehren verstanden, wobei eine Beschleunigung der Bewegung, Erhöhung der Steuerungsgenauigkeit, Verstärkung der Kräfte und eine Vergleichmäßigung der Bewegung angestrebt bzw. erreicht wird.“ [2]

Der Grad der Entlastung des Menschen durch Mechanismen im Produktionsprozeß bestimmt das Technisierungsniveau. In Anlehnung an die Klassifikation des technischen Niveaus lt. Anlage 2 der „Anordnung über Nomenklatur und Verzeichnis der Abschreibungssätze für Grundmittel“ [3] kann das Technisierungsniveau in verschiedene Stufen differenziert werden (Tafel 2).

Die bisher in der Demontage und Montage eingesetzten Arbeitsmittel sind den Stufen I bis 3 zuzuordnen. Aufgrund der Vielzahl der Variationsmöglichkeiten der Arbeitsmittel ist eine weitere Differenzierung dieser Stufen in Technisierungsvarianten sinnvoll (Tafel 3).

4. Bestimmung der kostenminimalen Technisierungsvariante

Für die Bestimmung der kostenminimalen Technisierungsvariante zweier oder mehrerer technisch adäquater Varianten wird ausgehend von den Vergleichskosten

Tafel 2. Stufen des Technisierungsniveaus von Demontage- und Montageprozessen

Stufe	Demontage- und Montage-prozeß	Antriebsart	Ein- und Ausschalten	Zu- und Wegführen der Montageeinheit	Zu- und Wegführen der Werkzeuge/Arbeitsmittel	Zu- und Wegführen der Bauteile	Steuerung des Arbeitsab-laufs	Regelung
1	manuell	manuell		manuell	manuell	manuell	manuell	manuell
2	teilmechanisiert	manuell manuell manuell Fremdenergie	manuell	mechanisiert manuell manuell manuell	manuell manuell mechanisiert manuell	manuell mechanisiert manuell manuell	manuell manuell manuell manuell	manuell manuell manuell manuell
3	mechanisiert	Fremdenergie	manuell	mechanisiert	mechanisiert	manuell	starr	manuell
4	teilautomatisiert	Fremdenergie Fremdenergie	manuell manuell	mechanisiert mechanisiert	mechanisiert mechanisiert	mechanisiert mechanisiert	starr selbsttätig	manuell manuell
5	automatisiert	Fremdenergie Fremdenergie Fremdenergie	mechanisiert mechanisiert mechanisiert	mechanisiert mechanisiert mechanisiert	mechanisiert mechanisiert mechanisiert	mechanisiert mechanisiert mechanisiert	starr selbsttätig variabel	mechanisiert mechanisiert mechanisiert

Tafel 3. Technisierungsvarianten der Arbeitsmittel für die Arbeitsverrichtung Schrauben

Technisierungs-variante	Arbeitsmittel	Stufe des Technisierungsniveaus nach Tafel 2
A	Normalwerkzeug	1
B	elektrisch oder pneumatisch betriebene Einspindelschlagschrauber	2
C	mobile elektrisch betriebene Mehrspindelschrauber	2
D	stationäre hydraulisch betriebene Einspindelschrauber	2
E	stationäre elektrisch betriebene Mehrspindelschrauber	2
F	stationäre hydraulisch betriebene gesteuerte Schrauber	3

$$K_v = K_u + n K_a \quad (1)$$

die Grenzstückzahl der Instandsetzungsobjekte (im weiteren als Grenzstückzahl bezeichnet) berechnet [4]:

$$n_g = \frac{K_{u_2} - K_{u_1}}{K_{a_1} - K_{a_2}} \quad (2)$$

- K_a stückzahlabhängige Kosten in M/St.
- K_u stückzahlunabhängige Kosten in M oder M/a
- K_v Vergleichskosten in M oder M/a
- n Instandsetzungsstückzahl in St. oder St./a

n_g Grenzstückzahl (Stückzahl, bei der zwei gegenübergestellte technisch adäquate Varianten die gleiche Wirtschaftlichkeit haben, d. h. bei der eine Variante gegenüber der Basisvariante wirtschaftlicher wird) in St. oder St./a

Index 1 Kosten der Variante A

Index 2 Kosten der Variante B.

Für einen schwer überschaubaren Fertigungs- bzw. Instandsetzungszeitraum (mehrere Jahre) ist die Verwendung der Einheiten M/a bzw. St./a zweckmäßiger.

Die Gleichung zur Bestimmung der Grenzstückzahl gilt unabhängig vom Umfang der in die Berechnung eingehenden Kostenarten. Voraussetzung ist, daß sich die berücksichtigten Kostenarten den stückzahlunabhängigen Kosten oder den mit der Stückzahl direkt proportionalen Kosten zuordnen lassen. Bei der Voraussetzung, daß die Berechnung der Grenzstückzahl ein positives Ergebnis hat, werden die stückzahlabhängigen Kosten mit zunehmenden stückzahlunabhängigen Kosten kleiner. Dann besteht folgender tendenzieller funktioneller Zusammenhang:

$$K_u = \frac{a}{(K_a)^b} \quad (3)$$

Für real existierende Technisierungsvarianten ist die Hyperbelfunktion mit Hilfe der Regressionsanalyse zu bestimmen. Zur Vereinfachung der Berechnung der Regressionskoeffizienten a und b wird Gl. (3) logarithmiert. Damit erhält man einen linearen Funktionstyp

$$\lg K_u = \lg a - b \lg K_a \quad (4)$$

Außerdem steigen mit zunehmendem tech-

nischen Niveau der Arbeitsmittel die stückzahlunabhängigen Kosten an, so daß als Maß für das technische Niveau der Arbeitsmittel folgende Beziehung verwendet wird:

$$\lg K_u = K_N \quad (5)$$

K_N Kennzahl des technischen Niveaus des Arbeitsmittels.

Bei der Bestimmung der Grenzstückzahl treten in der Demontage und Montage drei verschiedene Sachverhalte auf.

Erstens:

Für die Instandsetzung eines Instandsetzungsobjekts wird ein Arbeitsmittel nur einmal verwendet. Das trifft im Normalfall für spezielle (arbeitsgegenstandsbezogene) Arbeitsmittel zu. Die Nutzungshäufigkeit beträgt h = 1 Arbeitsverrichtung/Instandsetzungsobjekt. Für die Berechnung der Grenzstückzahl ist Gl. (2) anzuwenden. Unter Verwendung von Gl. (3) und der Umkehrfunktion von Gl. (5) erhält die Gl. (2) die folgende Form:

$$n_g = \sqrt[b]{\frac{10^{K_N \cdot 2}}{a} \cdot \frac{10^{K_N \cdot 2} - 10^{K_{N1}}}{10^{K_N \cdot 2} - K_{N1} - 1}} \quad (6)$$

Zweitens:

Für die Instandsetzung eines Instandsetzungsobjekts wird ein Arbeitsmittel für eine Arbeitsverrichtung mehrfach verwendet, und alle Arbeitsverrichtungen können mit Arbeitsmitteln verschiedener Technisierungsvarianten ausgeführt werden. Die Nutzungshäufigkeit beträgt h ≥ 2 Arbeitsverrichtungen/Instandsetzungsobjekt. Im Normalfall trifft das für universell anwendbare Arbeitsmittel zu (Dorn-

Tafel 4. Charakteristik und Kennzahl für das technische Niveau der Arbeitsmittel der Arbeitsverrichtung Schrauben

Arbeitsmittelbezeichnung	stückzahl- abhängige Kosten	Spindel- an- zahl n _s	Antriebsart	Beweglichkeit	Drehmoment einstellbar	Kennziffer errechnet K _N	mittlerer relativer Fehler	
	K _u 0,01 M							lg K _u
Normalwerkzeug	700	2.84 510	1	manuell	mobil	nein	2.888	3,4
Drehmomentenschlüssel	3 000	3.47 710	1	manuell	mobil	ja	3.188	
Einspindelschlagschrauber	11 600	4.06 446	1	Fremdenergie	mobil	nein	4.088	
stationärer Einspindelschrauber	134 000	5.12 710	1	Fremdenergie	stationär	nein	5.088	
stationärer Einspindelschrauber	165 500	5.21 880	1	Fremdenergie	stationär	ja	5.388	
stationärer Zweispindelschrauber	200 000	5.30 103	2	Fremdenergie	stationär	ja	5.432	
stationärer Sechsspindelschrauber	222 000	5.34 635	6	Fremdenergie	stationär	nein	5.308	
stationärer Achtspindelschrauber	282 000	5.45 025	8	Fremdenergie	stationär	nein	5.396	
stationärer Neunspindelschrauber	250 000	5.39 794	9	Fremdenergie	stationär	nein	5.440	
stationärer Zehenspindelschrauber	296 000	5.47 130	10	Fremdenergie	stationär	nein	5.484	

presse, hydraulische Presse). Die anzuwendende Gleichung lautet:

$$n_g = \frac{Ku_2 - Ku_1}{h(Ka_1 - Ka_2)} \quad (7)$$

$$n_g = \frac{1}{h} \sqrt{\frac{b}{a} \frac{10^{K_{N2}} - 10^{K_{N1}}}{10^{K_{N2} - K_{N1}} - 1}} \quad (8)$$

Drittens:

Ein Arbeitsmittel wird für eine Arbeitsverrichtung mehrmals verwendet. Nicht alle Arbeitsverrichtungen können mit Arbeitsmitteln verschiedener Technisierungsvarianten ausgeführt werden. Für die Arbeitsverrichtung Schrauben tritt dieser Sachverhalt häufig auf. Wird z. B. für ein Instandsetzungsobjekt Normalwerkzeug (Technisierungsvariante A) mit einer Nutzungshäufigkeit h_1 angewendet und kann die nächsthöhere Technisierungsvariante B (Einspindelschlagschrauber) aufgrund technischer und technologischer Einsatzgrenzen nur mit einer Nutzungshäufigkeit h_2 angewendet werden, so wird ein Anteil ($h_1 - h_2$) weiterhin mit Hilfe der Technisierungsvariante A bearbeitet. Hiervon lautet die anzuwendende Gleichung wie folgt:

$$n_g = \frac{Ku_2}{h_2(Ka_1 - Ka_2)} \quad (9)$$

$$n_g = \frac{1}{h_2} \sqrt{\frac{b}{a} \frac{10^{K_{N2}}}{10^{K_{N2} - K_{N1}} - 1}} \quad (10)$$

5. Quantitative Bestimmung der Eingangsgrößen und der Grenzstückzahl

Voraussetzung für die Anwendung der mathematischen Beziehungen zur Bestimmung der Grenzstückzahl ist die Kenntnis der quantitativen Größe der Regressionskoeffizienten a und b sowie der Kennzahl des technischen Niveaus des Arbeitsmittels. Für die Bestimmung der Regressionskoeffizienten und der Kennzahl wurden folgende Kostenarten in die Berechnung einbezogen:

- Abschreibungskosten
- Lohnkosten
- Energiekosten
- Instandhaltungskosten.

Die Bestimmung der Kennzahl des technischen Niveaus des Arbeitsmittels wurde auf der Grundlage bisher eingesetzter Arbeitsmittel mit folgender Regressionsfunktion vorgenommen:

$$K_N = a_K + b_K n_s + K_{N_{Anr.}} + K_{N_{Bew.}} + K_{N_{Dr.}} \quad (11)$$

- a_K Regressionskonstante
- b_K Regressionskoeffizient für Spindelanzahl
- $K_{N_{Anr.}}$ Regressionskonstante für die Beweglichkeit des Arbeitsmittels
- $K_{N_{Bew.}}$ Regressionskonstante für die Beweglichkeit des Arbeitsmittels
- $K_{N_{Dr.}}$ Regressionskonstante für steuerbares Drehmoment
- n_s Spindelanzahl.

Die Charakteristik bisher eingesetzter Arbeitsmittel, der Logarithmus der stückzahlunabhängigen

Tafel 5. Regressionskonstante d und Regressionskoeffizienten zur Bestimmung der Koeffizienten a und b

Instandsetzungselement	Nenndurchmesser der Verbindungselemente in mm	Regressionskonstante		Regressionskoeffizient			
		da	db	Ca ₁	Cb ₁	Ca ₂	Cb ₂
Demontage	10	5,1185	3,8482	0,0309	0,0718	7,6461	11,8544
	12	5,2979	3,7252	0,0300	0,0537	6,3125	10,2967
	14/16	5,1559	3,2182	0,0435	0,0789	6,8463	10,8993
Montage	10	5,9860	4,9801	0,0252	0,0404	8,0582	12,8906
	12	5,8802	4,3934	0,0331	0,0541	7,3608	11,1350
	14/16	5,6831	3,7272	0,0478	0,0850	7,9362	12,3850

gigen Kosten, die errechnete Kennzahl des technischen Niveaus des Arbeitsmittels und der relative Fehler sind in Tafel 4 zusammengestellt. Für die Arbeitsmittelcharakteristik wurde folgende Regressionskonstanten und Regressionskoeffizienten ermittelt:

- $a_K = 2,344$
- $b_K = 0,044$
- $K_{N_{Anr.}} = 0$ für manuell betriebene Arbeitsmittel
- $= 1,2$ für mit Fremdenergie betriebene Arbeitsmittel
- $K_{N_{Bew.}} = 0,5$ für mobile Arbeitsmittel
- $= 1,5$ für stationäre Arbeitsmittel
- $K_{N_{Dr.}} = 0$ für nicht drehmomentgesteuerte Arbeitsmittel
- $= 0,3$ für drehmomentgesteuerte Arbeitsmittel;

Berechnungsbeispiel für Einspindelschlagschrauber nach Gl. (11):

$$K_N = 2,344 + 0,044 \times 1 + 1,2 + 0,5 + 0 = 4,088.$$

Die Berechnung der Regressionskoeffizienten a und b wurde mit Hilfe von Gl. (4) und der multiplen Regression differenziert nach den Instandsetzungselementen Demontage und Montage, der Baugruppenmasse, dem Nenn-durchmesser der Verbindungselemente und nach der Anzahl der Verbindungselemente der Schraubbilder vorgenommen. Eine weitere Analyse der errechneten Werte a und b ergab, daß zwischen den Regressionskoeffizienten und der Masse der Baugruppe sowie der Anzahl der Verbindungselemente der Schraubbilder ein funktioneller Zusammenhang besteht, der durch folgende Beziehungen beschrieben werden kann:

$$\lg a = da + Ca_1 m + \frac{Ca_2}{n_{sp}} \quad (12)$$

$$b = db + Cb_1 m + \frac{Cb_2}{n_{sp}} \quad (13)$$

- Ca_1, Cb_1 Regressionskoeffizienten für die Masse der Baugruppe
- Ca_2, Cb_2 Regressionskoeffizienten für die Anzahl der Verbindungselemente
- da, db Regressionskonstanten
- m Baugruppenmasse
- n_{sp} Anzahl der Verbindungselemente des Schraubbildes.

Die errechneten Regressionskoeffizienten und die Regressionskonstante sind am Beispiel der Instandsetzungsobjekte nach Tafel 1 auf der

Basis des Kostenniveaus des Jahres 1979 in Tafel 5 ausgewiesen.

Für schraubbild- und instandsetzungsobjektbezogene Arbeitsmittel können die errechneten Grenzstückzahlen zur Entscheidungsfindung herangezogen werden. Die Arbeitsmittel der Technisierungsvariante B sind dagegen universell einsetzbare Arbeitsmittel und können demzufolge bei gleichem Nenn-durchmesser der Verbindungselemente für verschiedene Schraubbilder angewendet werden. Da sich die errechnete Grenzstückzahl auf ein Schraubbild bezieht und an einem Arbeitsplatz mehrere Schraubbilder demontiert oder montiert werden können, ist hierfür die Gesamt-Grenzstückzahl nach folgender Beziehung zu bestimmen:

$$n_{g_{ges.}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^m \frac{1}{n_{g_i}}} \quad (14)$$

m Anzahl der Schraubbilder, die an einem Arbeitsplatz geschraubt werden.

6. Zusammenfassung

Mit der Möglichkeit, die kostenminimalen Technisierungsvarianten auf der Grundlage der konstruktiven Parameter des Instandsetzungsobjekts und der technischen Merkmale der Arbeitsmittel zu bestimmen, können bereits zu Beginn der technologischen Vorbereitung Entscheidungen über das vorzunehmende technische Niveau der Arbeitsmittel getroffen werden. Die errechneten Grenzstückzahlen der Instandsetzungsobjekte sind als Orientierungswerte anzusehen. Für die endgültige Entscheidung sind die in die Berechnung nicht eingehenden Anforderungen und Bedingungen zu berücksichtigen.

Literatur

- [1] Richter, E.; Schilling, W.; Weise, M.: Montage im Maschinenbau. Berlin: VEB Verlag Technik 1974, S. 16.
- [2] Fischer, S.: Eine Methode zur Vorbestimmung des effektiven Technisierungs-niveaus für Montageprozesse unter Beachtung der Einflußfaktoren auf den Montageprozeß. Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt, Fakultät für Maschineningenieurwesen, Dissertation 1975 (unveröffentlicht).
- [3] Anordnung über Nomenklatur und Verzeichnis der Abschreibungssätze für Grundmittel, Anlage 2. GBl. der DDR, SDR. Nr. 550 vom 16. Sept. 1968.
- [4] Müller, G.: Technologischer Variantenvergleich. Berlin: VEB Verlag Technik 1969, S. 74. A 3327