

Kombinat Fortschritt — Landmaschinen — Neustadt in Sachsen stellen dazu eine wichtige Voraussetzung dar. Somit ergibt sich die folgende Berechnungsgleichung:

$$\frac{K(t_p)}{t} = \frac{1}{t_k} \left[ \sum_{i=1}^{n_p} \sum_{j=1}^n \frac{t_p}{mtbf_j(t_p)} \left[ t_{js} k_L \left( 1 + \frac{k_G}{100} \right) + \bar{K}_{M_{ET}} + \bar{K}_{B_{ET}} + \bar{K}_{A_{ET}} + \bar{K}_{N_{ET}} \right] \right] \quad (13)$$

Auf die Bestimmung der einzelnen Bestandteile

der Gleichung (13) soll an dieser Stelle verzichtet werden.

Bei der Auswertung der Rechenergebnisse ist zu beachten, daß die Rechnung mit den Mittelwerten bzw. Instandsetzungszeiten eine grobe Näherung darstellt. Zu dieser Problematik sind noch weitere Untersuchungen erforderlich.

### 6. Zusammenfassung

Zur Bestimmung der optimalen Instandsetzungsstrategie von landwirtschaftlichen Großmaschinen sind die unter den Punkten 4 und 5 beschriebenen Modelle anwendbar, wobei die ermittelten Kurvenverläufe überlagert werden müssen.

Die Optimierung der mathematischen Modelle ermöglicht die Auswahl der optimalen Instandsetzungsstrategie in Abhängigkeit vom Instandsetzungsintervall bzw. von der Kampagneleistung.

Ausgehend von den mathematischen Modellen lassen sich außerdem erste Abschätzungen der Rechenparameter vornehmen.

### Literatur

- [1] Sindermann, H.: Bericht zur „Direktive des IX. Parteitag des SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR in den Jahren 1976—1980“. Berlin: Dietz Verlag 1976.
- [2] Eichler, C.: Grundlagen der Instandhaltung am Beispiel landtechnischer Arbeitsmittel. Berlin: VEB Verlag Technik 1973. A 1738

## Rationalisierung der technologischen Projektierung von Instandsetzungseinrichtungen

Dipl.-Ing. W. Erdmann, KDT/Dipl.-Ing. G. Kadenbach, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

### 1. Einleitung

Die komplexe Mechanisierung als wesentlicher Intensivierungsfaktor stellt erhöhte Anforderungen an das Niveau der Beherrschung der Produktionsprozesse. Mit der Zunahme der Mechanisierung und Automatisierung steigen einerseits der Konzentrationsgrad und die Kompliziertheit der Technik, andererseits werden höhere Maßstäbe an die Verfügbarkeit der Arbeitsmittel gestellt. Die zunehmenden Kosten und die Leistungsfähigkeit der modernen Grundmittel bedingen ihre maximal mögliche Auslastung. Damit bilden neben den Problemen der vorbeugenden Instandhaltung auch die Fragen der Instandsetzung von Arbeitsmitteln, Baugruppen und Einzelteilen immer mehr einen Untersuchungsschwerpunkt. Angestrebt wird die industriemäßig organisierte Instandsetzung durch Spezialisierung und Konzentration.

Damit erhöht sich die Bedeutung der technologischen Vorbereitung und Projektierung von Instandsetzungswerkstätten, insbesondere zur Rationalisierung bzw. zur Neuprofilierung vorhandener Kapazitäten. In der Phase der Produktionsvorbereitung ist nach Ansatzpunkten und Möglichkeiten der Rationalisierung der geistigen Prozesse zu suchen, wobei erprobte Erfahrungen der Industrie zu übertragen sind.

### 2. Möglichkeiten der Rationalisierung der technologischen Projektierung

Die technologische Projektierung kann nach Rockstroh als informationsverarbeitender Prozeß beschrieben werden [1]. Dabei werden Eingangsinformationen  $I_E$  mit Hilfe bestimmter Vorschriften in Ausgangsinformationen  $I_A$  transformiert (Bild 1).

In diesem Informationsverarbeitungsprozeß werden jährlich immer mehr Werkstätige gebunden. Gleichzeitig besteht die Forderung, im Zeitraum 1976—1980 insgesamt 234 Mrd. Mark in der Volkswirtschaft mit höchster Wirksamkeit zu investieren. Damit gewinnt die technologische Projektierung als Bestandteil der

Produktionsvorbereitung immer mehr an Bedeutung. Es gilt, „den Wirkungsgrad der Investitionen zu erhöhen sowie die exakte und konzentrierte Durchführung der Investitionen zu sichern. Dabei geht es vor allem darum, die Kräfte und Mittel zu konzentrieren...“ [2].

Diese hohen Anforderungen sind nur zu erfüllen, wenn der gesamte Prozeß der technologischen Projektierung so gestaltet wird, daß der Technologe seine schöpferischen Fähigkeiten voll entfalten und dazu beitragen kann, die Qualität und die Kreativität der Lösungen zu verbessern. Das kann im wesentlichen nur durch die Rationalisierung des Vorbereitungsprozesses erfolgen. Dazu ergeben sich Rationalisierungsansätze, die sich ausgehend vom Charakter der Projektierung in drei Komplexe einordnen lassen:

- Herauslösung geistig-formaler und schematischer Tätigkeiten aus der ingenieurmäßigen Arbeit und Mechanisierung bzw. Automatisierung dieser Tätigkeiten
  - Algorithmierung und Programmierung häufig wiederkehrender Arbeitsoperationen
  - systematische Nutzung vorhandener und erprobter Erfahrungen und Lösungen.
- Dementsprechend lassen sich drei Gruppen von Rationalisierungsmöglichkeiten der technologischen Projektierung ableiten:
- Anwendung allgemeiner Rationalisierungslösungen für Elementaroperationen
  - Anwendung allgemeingültiger oder objektbezogener Transformationsvorschriften

— Nutzung in der Praxis erprobter und bestätigter Objektlösungen.

### 2.1. Allgemeine Rationalisierungslösungen für Elementaroperationen der Projektierung

Die Elementarisierung von Prozessen ist stets die erste Stufe analytischer Tätigkeit. Mit ihr lassen sich allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten für entsprechende Prozeßteile erarbeiten.

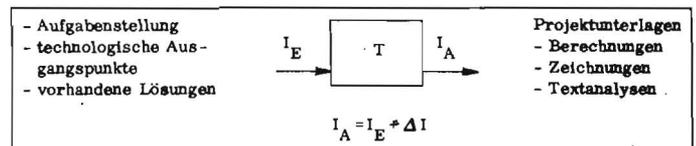
Nach Neumann [3] können alle Tätigkeiten der technologischen Vorbereitung auf folgende Elementaroperationen zurückgeführt werden:

- Berechnen
- Zeichnen
- Bewerten/Entscheiden
- Vergleichen/Kontrollieren
- Suchen von Informationen
- Speichern von Informationen
- Vervielfältigen.

Aus diesen Elementaroperationen können dann für die jeweiligen Operationen bzw. Operationsgruppen [4] geeignete Rationalisierungsmaßnahmen direkt abgeleitet werden [3]. Übertragen auf die Problematik der technologischen Projektierung läßt sich somit in Anlehnung an den Standardentwurf TGL 27214/03 die in Tafel 1 dargestellte prinzipielle Elementarisierung vornehmen.

Mit Hilfe der in [3] vorgenommenen Wertung und Beschreibung der allgemeinen Rationalisierungslösungen kann eine zweckmäßige Variante erarbeitet werden. In Tafel 2 wird eine

Bild 1. Darstellung der technologischen Projektierung als informationsverarbeitender Prozeß; T Transformationsvorschrift (Vorschrift, Algorithmus, Programm)  $\Delta I$  Informationszuwachs (Methodik, Objekt)



Rationalisierungsvariante dargestellt, die für kleinere Projektierungseinrichtungen im Bereich der landtechnischen Instandsetzung geeignet ist.

### 2.2. Nutzung von Projektierungsbausteinen

Nach Zeidler [5] ist ein Projektierungsbaustein als eine Transformationsvorschrift in Form von Algorithmen und Programmen definiert. Er stellt ein vereinheitlichtes Ergebnis eines gedanklichen, geistig-schöpferischen Prozesses dar, das gestattet, bestimmte Eingangsinformationen zu bestimmten Ausgangsinformationen zu verarbeiten.

Projektierungsbausteine können als allgemeingültige oder als objektbezogene Transformationsvorschriften vorliegen. Sie werden entweder als manuell abzuarbeitende Algorithmen oder als EDV-gerecht aufbereitete Programmsysteme genutzt. Mit ihrer Hilfe werden geistig-formale Operationen schematisiert und aus dem Prozeß der geistig-schöpferischen Arbeit herausgelöst. Zur Abarbeitung der Transformationsvorschriften ist meist eine geringere Qualifikation notwendig, als für die Lösung der gleichen Aufgabe ohne Algorithmierung notwendig wäre. Gleichzeitig werden mit den Algorithmen oder Programmen die entsprechenden Datenbanken geschaffen, so daß gleichzeitig das Suchen von Informationen erleichtert wird.

Projektierungsbausteine liegen in den verschiedenen Zweigen der Industrie mit unterschiedlichem Allgemeingrad in großer Zahl vor. Die Übertragung der Projektierungsbausteine auf spezielle Aufgabenstellungen wird jedoch dadurch erschwert, daß ihre Systematisierung und zentrale Erfassung noch nicht erfolgt. Beispiele für Projektierungsbausteine, die für die Projektierung von Instandsetzungswerkstätten genutzt werden können, sind in Tafel 3 zusammengestellt.

### 2.3. Anwendung von Projektbausteinen

Projektbausteine werden als selbständige, funktions- und wiederverwendungsfähige Lösungen mit angegebener Kapazität und wirtschaftlichen Einsatzgruppen definiert. Die Kopplungsparameter der Projektbausteine beinhalten im wesentlichen die Angaben zur Ver- und Entsorgung sowie zur bautechnischen und raumphysikalischen Einordnung [6]. Projektbausteine liegen gegenwärtig vor allem als Objektlösungen der Anlagentechnik und für Produktionsabschnitte (z. B. Getriebemontage, Montage von Hydraulikbaugruppen usw.) vor. Eine besondere Form der Projektbausteine ist die Typenlösung. Durch sie wird in Form einer zweidimensionalen Darstellung eine zweckmäßige Lösung angegeben, die den wesentlichen Anforderungen des zu gestaltenden Prozesses entspricht [7].

Typenlösungen liegen z. Z. für Montage- und Werkzeugmaschinenarbeitsplätze vor. Mit ihrer Hilfe läßt sich die Phase der Gestaltung im Prozeß der technologischen Projektierung erheblich vereinfachen, indem komplette Arbeitsplätze mit sämtlichen technologischen Ausüstungselementen und unter Beachtung der notwendigen Abstandsmaße in Form eines zweidimensionalen Modells in das Layout übertragen werden.

Einen höheren Informationsgehalt haben Typenlösungen der wissenschaftlichen Arbeitsorganisation (WAO) für Arbeitsplätze, in denen alle technischen, technologischen und arbeitswissenschaftlichen Parameter in einer entsprechenden Dokumentation festgelegt sind [8].

Tafel 1. Prinzipielle Elementarisierung der technologischen Projektierung

Operationsgruppe	Operationen (Beispiele)	Elementaroperationen						
		Berechnen	Zeichnen	Bewerten/Entscheiden	Vergleichen/Kontrollieren	Suchen von Informationen	Speichern von Informationen	Vervielfältigen
Funktionsbestimmung	Technologische Grundkonzeption Auswahl der Fertigungsverfahren Auswahl der Fertigungsmittel			×	×	×	×	
Dimensionierung	Arbeitsmittelbedarf Arbeitskräftebedarf Flächenbedarf Energiebedarf	+		×	×			×
Strukturierung	Strukturtyp Kopplung der Elemente Zuordnungsoptimierung	+		×	×			×
Gestaltung	Anordnung der Elemente Feinprojekt der Arbeitsplätze		+	×	×	+		×

× Elementaroperation tritt in OP auf  
+ Rationalisierungsschwerpunkt

Tafel 2. Auszug aus der Rationalisierungsvariante für kleinere Projektierungseinrichtungen der landtechnischen Instandsetzung (in Anlehnung an [3])

Elementaroperation	alg. Rationalisierungslösung	Merkmal	erforderliche Arbeitsmittel
Berechnen	B 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>— größtenteils manuelle Berechnungsausführung</li> <li>— Anteil der maschinellen Lösung rd. 30 %</li> <li>— maschinelle Berechnung führt der Bearbeiter selbst am eigenen Arbeitsplatz oder an speziellem Berechnungsarbeitsplatz aus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Berechnungsvorschriften, Standards</li> <li>— Tabellen, Nomogramme</li> <li>— Formelsammlungen</li> <li>— Formblätter</li> <li>— heuristische Programme</li> <li>— vereinfachte grafische Ermittlungsverfahren</li> <li>— Entscheidungstabellen</li> <li>— manuell abzuarbeitende Algorithmen</li> <li>— Programmkatalog</li> <li>— elektronische oder mechanische Kleinstrechner</li> </ul>
Zeichnen	Z 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>— im wesentlichen manuelle Zeichnungsausführung</li> <li>— Teilmechanisierung durch Einsatz technischer Hilfs- und Arbeitsmittel</li> <li>— Rationalisierungseffekt tritt durch Wegfall einzelner Arbeitsgänge und Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit ein</li> <li>— Aufbereitung erforderlicher Informationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Standards</li> <li>— Prinzipzeichnungen/vordrucke</li> <li>— Kataloge</li> <li>— Einrichtungen zur Fotomontage</li> <li>— Zeichnungsbeschriftungsgeräte</li> </ul>
Suchen und Speichern von Informationen	I 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>— weitgehend manuelle Informationssuche und -speicherung mit stark eingeschränkter Nutzung von Klein-EDVA und Mikrofilmtechnik</li> <li>— weitgehende Dezentralisierung</li> <li>— Literatur- und Patentberichte, ausgewählte Kataloge liegen aufbereitet vor</li> <li>— Anteil aufbereitet vorliegender Informationen 30 bis 40 % der insgesamt benötigten Informationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Kataloge</li> <li>— Programmablaufpläne</li> <li>— Programmbibliotheken</li> <li>— Lochkarten, Kerblockkarten, Karteikarten</li> <li>— einfache Mikrofilmgeräte</li> <li>— Kleinrechner</li> </ul>

Tafel 3. Beispiele für Projektierungsbausteine

Projektierungsbaustein	erarbeitet von:
Projektierungssystem PARS	FZ Wema Karl-Marx-Stadt
Druckluftversorgung von Werkstätten	FZ Wema Karl-Marx-Stadt
BSK-System	FZ Wema Karl-Marx-Stadt
Dimensionierung und Gestaltung von Zwischenlagern	FZ Wema Karl-Marx-Stadt
Berechnung der erforderlichen Beleuchtungsstärke	Ing.-Büro Wälzlager und Normteile
Bestimmung des Arbeitskräfte- und Arbeitsmittelbedarfs	Ingenieurschule Wildau
Rohrleitungsberechnungen	VEB Germania Karl-Marx-Stadt
Auswahl — Fördermittel für Fließmontagen	FZ Wema Karl-Marx-Stadt
Auswahl — Hebezeug für Demontage Kleinbaugruppen	Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Mit Hilfe der vorliegenden Typenlösungen der WAO für Arbeitsplätze kann der technologische Projektant mit geringem Aufwand die Einheit von hohem technologischen Niveau und bestmöglichen Arbeitsbedingungen als Voraussetzung für hohe Arbeitsproduktivität und Arbeitskultur realisieren. Typenlösungen der WAO werden in verschiedenen arbeitswissenschaftlichen Zentren der Industriezweige erarbeitet und im Zentralen Forschungsinstitut für Arbeit Dresden erfaßt, systematisiert und in einem Informationssystem, in das ab 1980 auch das Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft einbezogen werden soll, allen Nutzern zur Verfügung gestellt.

Die erarbeiteten Typenlösungen sind auf die Probleme der spezialisierten Instandsetzung übertragbar. Die Anwendung der Rahmenmethodik zur Erarbeitung von Typenlösungen der WAO für Arbeitsplätze führt in der spezialisierten Instandsetzung zu zweckmäßigen Lösungen.

### 3. Ausarbeitung von Typenlösungen der WAO für Arbeitsplätze in der spezialisierten Instandsetzung von Pflanzenschutzgeräten „Kertitox 2000 I“

Bei der Ausarbeitung und Anwendung von Typenlösungen der WAO für Arbeitsplätze in der spezialisierten Instandsetzung von Pflanzenschutzgeräten wurden die Ergebnisse der Industriebetriebe der DDR und besonders die Erfahrungen der Sowjetunion genutzt. Die Analyse des gegenwärtigen Standes ergab, daß weder in den Forschungsinstituten der Industrie noch im Bereich der landtechnischen Instandsetzung anwendungsreife Typenlösungen zur Instandsetzung vorliegen.

Auf der Grundlage der bestätigten Rahmenmethodik [9] in den Katalogen für Typenarbeitsplätze und Ausrüstungen des Werkzeugmaschinenbaus der DDR [10] wurden drei Typenlösungen der WAO für Arbeitsplätze in der spezialisierten Instandsetzung von Pflanzenschutzgeräten „Kertitox 2000 I“ erarbeitet. Diese Typenlösungen betreffen die Arbeitsplätze

- Zerlegen
- Instandsetzen
- Zusammenbau.

**3.1. Inhalt und Anwendung der Typenlösungen**  
Entsprechend der Rahmenmethodik enthalten die Typenlösungen Aussagen zu folgenden Punkten:

- Arbeitsaufgaben, die mit der Typenlösung zu realisieren sind

- Arbeitsplatzausnutzung und räumliche Gestaltungselemente des Arbeitsplatzes
- typische Vertreter der Arbeitsgegenstände
- Anschlußwerte
- Qualitätskennziffern, Zeitaufwände und Arbeitsabläufe
- Anforderungen an die Werk tätigen
- arbeitshygienische Bedingungen und farbliche Gestaltung
- Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz
- sonstige Regelungen und Festlegungen, die der Spezifik des Arbeitsplatzes entsprechen.

Die Typenlösungen sollen bei der Rekonstruktion und Rationalisierung bestehender Arbeitsplätze angewendet werden. Mit ihnen wird die schnelle Umsetzung arbeitswissenschaftlicher Forderungen und Erkenntnisse realisiert. Gleichzeitig werden die Phasen der Produktionsvorbereitung rationalisiert und eine systematische Arbeitsweise gesichert. Auf den Seiten 398 und 399 ist die an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg erarbeitete Typenlösung Zerlegen auszugsweise dargestellt.

#### 3.2. Ökonomischer Nutzen

Sowjetische Erfahrungen zeigen, daß bei der Einführung von Typenlösungen der WAO für Arbeitsplätze eine Steigerung der Arbeitsproduktivität um rd. 25 % und eine Senkung der Kosten um rd. 20 % zu erwarten sind. Die Typenlösungen Zerlegen, Instandsetzen und Zusammenbau können nach dem gegenwärtigen Stand in 19 VEB KfL der spezialisierten Instandsetzung von Pflanzenschutzgeräten mit 57 Anwendungsmöglichkeiten für 97 Arbeitskräfte genutzt werden.

Eine Möglichkeit der Berechnung des ökonomischen Nutzens in der Produktionsvorbereitung ergibt sich nach der folgenden Beziehung [9]:

$$E_{PV} = K_{ind} p - K_{TL};$$

$E_{PV}$  in der Produktionsvorbereitung durch Einsparung von Projektierungskapazität erreichter Nutzen

$K_{ind}$  mittlere Kosten des individuell ausgearbeiteten Projekts für ähnliche Produktionsbedingungen

$p$  Anwendungshäufigkeit

$K_{TL}$  Kosten der Ausarbeitung der Typenlösungen (Lohnkosten, Erprobungskosten).

Daraus ergibt sich für den vorliegenden Fall mit  $p = 57$ ,  $K_{ind} = 1500$  M und  $K_{TL} = 7000$  m (geschätzter Wert; setzt sich zusammen aus 2000 M Lohnkosten, 1000 M Erprobungskosten und 4000 M Selbstkosten) ein Nutzen von 78.500 M [11].

## 4. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurden prinzipielle Mittel und Wege zur Rationalisierung der technologischen Vorbereitung, insbesondere der technologischen Betriebsprojektierung, dargestellt. Die Analyse des gegenwärtigen Standes der Projektierungshilfsmittel zeigt, daß eine Vielzahl von Methoden und Lösungen, die für die Industrie entwickelt wurden, mit geringem Anpassungsaufwand auch im Bereich der landtechnischen Instandhaltung genutzt werden können. Eine besondere Bedeutung haben dabei Typenlösungen der wissenschaftlichen Arbeitsorganisation für Arbeitsplätze. Durch die Nutzung von Typenlösungen im Projektierungsprozeß kann der technologische Projektant mit der technisch-organisatorischen Lösung gleichzeitig die arbeitsgestalterische und arbeitshygienische Auslegung von Arbeitsplätzen vornehmen. Dabei zeigt sich die Notwendigkeit, für typische Arbeitsplätze der landtechnischen Instandhaltung Typenlösungen zu erarbeiten und dazu die in der Industrie und im Bauwesen vorhandenen Lösungen in größerem Umfang als bisher zu nutzen. Am Beispiel der Typenlösungen für Arbeitsplätze in der spezialisierten Instandsetzung von Pflanzenschutzgeräten wurde nachgewiesen, daß mit ökonomischem Erfolg Lösungen aus der Industrie übertragen werden können.

## Literatur

- [1] Rockstroh, W.: Technologische Betriebsprojektierung. Gesamtbetrieb. Berlin: VEB Verlag Technik 1968, S. 13.
- [2] Schürer, G.: Referat zum Entwurf des Fünfjahresplanes 1976—1980. Berlin: Dietz Verlag 1976, S. 53—54.
- [3] Neumann, D.: Allgemeine Rationalisierungslösungen für Elementaroperationen der TEVO. Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaus Karl-Marx-Stadt 1973.
- [4] TGL 24214/01 bis 03 (Entwurf).
- [5] Zeidler, H.: Rationalisierung der Projektierungstätigkeit durch Anwendung von Projektbausteinen. Fertigungstechnik und Betrieb 24 (1974) H. 5, S. 309—313.
- [6] Zeidler, H.; Wirth, S.: Probleme bei der Anwendung des Bausteinprinzips in der TBP. Vortrag Nr. K II/3, Fachtagung Betriebsgestaltung, Leipzig 1976.
- [7] Katalog „Typenlösungen für Montagearbeitsplätze“. Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaus Karl-Marx-Stadt.
- [8] Rahmenmethodik zur Erarbeitung von Typenlösungen der WAO für Arbeitsplätze. Verfügungen und Mitteilungen des Staatssekretariats für Arbeit und Löhne 5/1974.
- [9] Walther, T.: Rahmenmethodik zur Erarbeitung von Typenlösungen der WAO für Arbeitsplätze. Zentrales Forschungsinstitut für Arbeit Dresden 1975.
- [10] Ausrüstungskatalog Montage Teil I und II. Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaus Karl-Marx-Stadt.
- [11] Kadenbach, G.: Ausarbeitung und Anwendung von Typenlösungen der WAO für Arbeitsplätze. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1976 (unveröffentlicht). A 1686