

# Projektierung flexibler Fördersysteme für die Baugruppeninstandsetzung

Dipl.-Ing. B. Reimann, KDT, VEB Rationalisierung Landtechnische Instandsetzung Neuenhagen

## 1. Problematik

Durch die Rationalisierung und Automatisierung der Haupt- und Hilfsprozesse sind in der industriemäßigen Instandsetzung von Baugruppen landtechnischer Arbeitsmittel, die in den landtechnischen Instandsetzungswerken (LIW) durchgeführt wird, Reserven zu erschließen, die zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität, der Qualität der Baugruppen sowie zur Einsparung von Arbeitszeit, Material, Energie und Kosten führen.

Einen Schwerpunkt bilden dabei die innerbetrieblichen TUL-Prozesse, die durch eine Vielzahl unterschiedlicher Förderaufgaben, den besonderen technologischen Ablauf des Instandsetzungsprozesses und einen hohen Anteil am Gesamtarbeitszeitaufwand gekennzeichnet sind. Nach Einschätzungen beträgt gegenwärtig der Anteil der TUL-Prozesse in den LIW rd. 13%. Im Vergleich dazu wird in der metallverarbeitenden Industrie der DDR nur ein Anteil von rd. 9,5% und im internationalen Maßstab sogar nur von 6% erreicht [1].

Die allgemeinen Entwicklungstrends für die spezialisierte Baugruppeninstandsetzung, wie

- Einsatz von Industrierobotertechnik
- Erhöhung der Sortimente
- Rückgang und stärkere Angleichung der Seriengrößen
- Anstieg des Anteils leistungsfähiger und komplizierter Baugruppen landtechnischer Arbeitsmittel
- schrittweise Einführung der schädigungsgerechten Instandsetzung,

erfordern die Einführung grundlegend neuer technischer, technologischer und organisatorischer Lösungen (Tafel 1). Die Palette der Auswahlmöglichkeiten reicht vom Einsatz neu entwickelter Fertigungsverfahren mit reduzierter Prozeßstufenanzahl über neue konstruktive Komplexlösungen der Fertigungsmittelindustrie bis zu neuen Möglichkeiten der Strukturierung der Instandsetzungsprozesse für den flexiblen Einsatz der Maschinen und Ausrüstungen [3].

Eine Lösung zur Gestaltung der Haupt- und Hilfsprozesse (z. B. TUL-Prozeß) in der spezialisierten Baugruppeninstandsetzung, die unter Berücksichtigung des zukünftig geplanten Einsatzes von Industrierobotern eine komplexe Automatisierung in Ausbaustufen bei Beibehaltung der Flexibilität des Instandsetzungsprozesses gewährleistet, besteht in der Bildung integrierter gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitte (IGFA) [4]. Dazu besteht die Zielstellung, multivalent nutzbare Lösungsvarianten für flexible Fördersysteme aus bereits angebotenen Fördersystemen für Stückgüter auf bzw. in standardisierten Transporthilfsmitteln und Transporthilfsmitteln mit standardisierten Abmessungen zu erarbeiten.

Gefordert sind die Realisierung zeitlich nicht gebundener Transportabläufe sowie die mittelbare Transportsteuerung.

## 2. Planung

Unter dem Begriff „flexibles Fördersystem“ wird eine technisch-organisatorische Gestal-

Tafel 1. Charakteristik progressiver Lösungen für die spezialisierte Baugruppeninstandsetzung (nach [2])

Anforderungen	Merkmale
hohe Arbeitsproduktivität	hohe Flexibilität
gute Arbeitsbedingungen	technisch-organisatorischer Zwangslauf
niedrige Investitionen und Betriebskosten	ökonomisch begründete Automatisierung
Eignung zur Rationalisierung in Ausbaustufen	hohe Grundfondauslastung
Realisierungsmöglichkeit bei laufender Produktion	hohe Zuverlässigkeit
	hohe Geschlossenheit
	niedrige Raumanforderung
	niedrige Durchlaufzeiten
	hohe Kontinuität
	hohe Qualität der instandgesetzten Objekte

tungslösung für die Realisierung der innerbetrieblichen TUL-Prozesse verstanden, die ohne Veränderung der räumlichen Struktur und der Instandsetzungs- sowie der Förderkapazitäten zu jeder Zeit die Förderung von Gruppen konstruktiv-technologisch unterschiedlicher, aber ähnlicher Werkstücke ermöglicht, wobei ökonomisch-organisatorische Anforderungen, wie ein vertretbarer Anpassungsaufwand der Ausrüstungen, die Geschlossenheit der Fertigung und die zeitlich auftretenden Transportspitzen, entsprechend berücksichtigt werden [3].

Die Flexibilität eines Fördersystems läßt sich durch drei Merkmale beschreiben:

- **Teileflexibilität**  
Anzahl der Teilearten (konstruktiv unterschiedlicher Teile), die mit dem Fördersystem zu fördern sind. Die Teileflexibilität ist um so größer, je mehr verschiedene Teileklassen mit dem Fördersystem förderbar sind.
- **Durchlaufflexibilität**  
Möglichkeit, unterschiedliche Transportwege zu realisieren und damit den wahlweisen Zugriff sowohl zu Speicherplätzen als auch zu Arbeitsstationen zu ermöglichen. Die Durchlaufflexibilität ist um so größer, je mehr wahlweise Zugriffe zu den Speicherplätzen und Arbeitsstationen realisiert werden können.

— **zeitliche Flexibilität**

Möglichkeit, zum gleichen Zeitpunkt mehrere Transporteinheiten zu transportieren und zu puffern, um eine zeitunkritische, also vorschüssige Versorgung der Arbeitsstationen zu sichern.

Die zeitliche Flexibilität wird mit steigender Anzahl der Transporteinheiten, die gefördert und gepuffert werden können, größer.

Der Einsatz von flexiblen Fördersystemen erfordert hohe Investitionen. Das unterstreicht die große Bedeutung der Einsatzplanung, die auf der Basis der in Tafel 2 aufgeführten Einflußfaktoren vorgenommen werden muß. Die Planung des Fördersystems baut ursächlich vorwiegend auf den Einflußfaktoren auf, andererseits wirkt das Fördersystem wiederum auf die Einflußfaktoren ein.

## 3. Gestaltung

Mit Hilfe eines morphologischen Schemas können durch Kombination bereits bekannter bzw. handelsüblich angebotener Lösungsmöglichkeiten für einzelne Erfüllungsparameter neue Gestaltungslösungen für Fördersysteme gefunden werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, entsprechend den betrieblichen Anforderungen ein Fördersystem aus vorhandenen technischen Gestaltungslösungen (Tafel 3) auszuwählen.

Morphologie bei der Erarbeitung prinzipieller Lösungen ist also ordnendes oder gestaltendes Schematisieren von vorliegenden Problemen. Das Prinzip besteht darin, daß für das vorliegende Problem die bestimmenden Erfüllungsparameter und für die einzelnen Erfüllungsparameter Lösungsmöglichkeiten gesucht werden. Die Bestrebungen sind darauf zu richten, alle möglichen Lösungen zunächst vollständig zu erfassen und diese dann einer Bewertung und Auswahl zu unterziehen.

Die Aufstellung des morphologischen Schemas erfolgt in drei Schritten.

### Benennung der Erfüllungsparameter

Die bestimmenden Erfüllungsparameter werden gesucht und in Form einer Matrix zeilenweise aufgelistet. Einflußgrößen sollten sich nicht überschneiden. Bei Nichtbeachtung dieser Regel sind die Lösungsmöglichkeiten nicht mehr frei kombinierbar, weil dann Zwangsbindungen vorhanden sind.

Tafel 2. Einflußfaktoren für die Planung flexibler Fördersysteme

Fördergut	Fertigungsplätze	Materialfluß	Informations- und Steuerungssystem	Betriebsmittel und Hilfseinrichtungen
Masse	Art	Verkettungsstruktur	Informationsfluß	Versorgung mit
Abmessungen	Anzahl	Förderstreckenführung	zu verarbeitende Informationen	Elektroenergie
Grundform	Anordnung	Art und Anzahl der Fördermittel	Steuerungsaufgaben	Hydraulikversorgung
Empfindlichkeit		Speichereinrichtung	Niveaustufe (manuell, mechanisch, automatisch)	Anzahl und Art der Übergabestationen
Zustand		Kapazität der Speicher		Energiebedarf
Gefährlichkeit		Verkettungsart		
Umstellungshäufigkeit				
Zugriff, Handhabung, Stapelfähigkeit und Reinigung				

Tafel 4. Morphologisches Schema zum Entwurf eines flexiblen Fördersystems (nach [6])

Erfüllungsparameter	Lösungsmöglichkeiten								
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>9</sub>
P <sub>1</sub> Struktur	schleifenförmig	strahlenförmig	vernetzt						
P <sub>2</sub> Förderstreckenführung	überflur	unterflur	Flur	horizontal	vertikal	gerade	gekrümmt	geneigt	in zwei Ebenen
P <sub>3</sub> Richtungsänderung	Anzweigen	Drehen	Stoßen						
P <sub>4</sub> Erkennung der Streckenführung	zwangsläufig	induktiv aktiv	induktiv passiv	optisch					
P <sub>5</sub> Antriebsart	Einzelantrieb	Zentralantrieb	Schwerkraft	manuell	elektrisch	pneumatisch	hydraulisch		
P <sub>6</sub> Antriebsbewegung	rotierend	linear	periodisch						
P <sub>7</sub> Energiezufuhr	Antriebsstation	Batterie	offene Schleifleitung 12/48 V Kleinschutzspannung	berührungsgeschützte Schleifleitung 220/380 V Hochspannung					
P <sub>8</sub> Zielsteuerungsprinzip	mechanisch mechanisch	elektromechanisch	magnetisch permanentmagnetisch	elektromagnetisch	elektronisch Licht	Schall	elektromagnetische Wellen		
P <sub>9</sub> Code-Eingabe	manuell	mechanisiert	Prozeßrechner						
P <sub>10</sub> Anlagensteuerung	zentral	dezentral	PKLA-Operator	Schütz- und Relaissteuerung	Prozeßrechner	Mikroprozessor			
P <sub>11</sub> aktive Sicherheitseinrichtungen	Blockstreckensystem	optische Warnsignale	akustische Warnsignale						
P <sub>12</sub> passive Sicherheitseinrichtungen	Notschalter	Auffahrtsschutzbügel	Puffer/Stoppschild	Nonstopfühler	Notstop	Schutzgitter			
P <sub>13</sub> Tragfähigkeit in kg	bis 100	bis 200	bis 320	bis 500	bis 800	bis 1000	bis 1500		
P <sub>14</sub> Pufferung	intern	extern							
P <sub>15</sub> Auf- und Übergabe	Schwerkraft	Heben/Senken	Anhängen/Abhängen	Ankuppeln/Abkuppeln	Halten/Loslassen (Sauger usw.)				

Tafel 3. Technische Gestaltungslösungen für die Realisierung flexibler Fördereinheiten

	freie Bahnführung	Koordinatenführung
flur- gebunden	Flurförderzeuge <sup>1)</sup> Leitbahnförderer <sup>1)</sup> Rollenbahnen <sup>1)</sup>	Regalbediengerät
flurfrei	Autoear-System DKK <sup>1)</sup> Einschienehängebahnförderer	Stapelkran

1) in der DDR handelsüblich bzw. in der Erprobung

#### Ermittlung der Lösungsmöglichkeiten

Für die einzelnen Erfüllungsparameter werden möglichst alle Lösungsmöglichkeiten ermittelt und spaltenweise in der Matrix aufgelistet. Theoretisch sind alle Lösungsmöglichkeiten kombinierbar. Die Anzahl der Kombinationsmöglichkeiten insgesamt beträgt

$$K = \prod_{i=1}^n K_i$$

Mit steigender Anzahl der Lösungsmöglichkeiten vergrößert sich der Bewertungsaufwand. Deshalb sollten nicht mehr als fünf bis acht Erfüllungsparameter aufgestellt werden, für die es maximal sechs bis acht Lösungsmöglichkeiten gibt.

Bei größer werdender Anzahl der bestimmenden Einflußparameter muß versucht werden,

das Problem in Teilprobleme aufzugliedern. Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, die Morphologie mit EDV auszuwerten.

#### Bewertung und Auswahl der Lösungsmöglichkeiten

Theoretisch sind alle Lösungsmöglichkeiten kombinierbar. In der Praxis scheidet eine Anzahl der Kombinationen aus, weil sie mit den in Tafel 3 aufgeführten Fördermitteln nicht realisierbar sind. Über die Zweckmäßigkeit der gefundenen realisierbaren Kombinationen entscheidet man in Zusammenhang mit der zu realisierenden Förderaufgabe, der Verkettungsart und dem daraus resultierenden Automatisierungsgrad [5].

Tafel 4 enthält ein morphologisches Schema zum Entwurf eines flexiblen Fördersystems für den Transport von Baugruppen. Dieses Schema erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

#### 4. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird eine Methode zum Ermitteln von Lösungsvarianten für die Gestaltung flexibler Fördersysteme für die Baugruppeninstandsetzung vorgestellt.

Wesentliche Vorteile bei der Anwendung des morphologischen Schemas zur Erstellung von Lösungsvarianten sind:

- bessere Nutzung bereits erarbeiteter und funktionierender technischer Detaillösungen

— umfassendere Verwirklichung des Variantenegrundsatzes durch die Bereitstellung einer größeren Anzahl von Lösungsvarianten

- Verkürzung der Bearbeitungszeit
- Erleichterung der Entscheidungsfindung, ob handelsübliche Fördersysteme für betriebsspezifische innerbetriebliche Transportaufgaben geeignet sind
- Finden völlig neuer Gestaltungslösungen.

#### Literatur

- [1] Kleeberger, I.: Rationalisierung der TUL-Prozesse — ein wichtiger Weg zur Erhöhung der Produktivität von Maschinenbaubetrieben. Fertigungstechnik und Betrieb 28 (1980) H. 12, S. 710.
- [2] Kind, U.; Kleeberger, I.; Schmidt, G.: Ausbaustufen flexibler Fertigungen. Fertigungstechnik und Betrieb 28 (1980) H. 12, S. 711—715.
- [3] Reuter, H.-K.: Blockfertigung — Grundsätze und Richtlinien zur Projektierung. IH Wismar, Manuskriptdruck 1978.
- [4] Wirth, S.: Integrierte gegenstandsspezialisierte Fertigungsabschnitte, Grundvariante C. TH Karl-Marx-Stadt, Monographie 1979.
- [5] Schmitz, H.: Systematik in Betrieb und Verwaltung — Teil 2 Verfahren und praktische Beispiele zur Abwicklung komplexer Aufgaben. Düsseldorf: VDI-Verlag 1978.
- [6] Technische Unterlagen der Hersteller von Fördersystemen. A 3528

## KATALOG

über die lieferbare und in Kürze erscheinende Literatur des VEB VERLAG TECHNIK kostenlos erhältlich durch jede Fachbuchhandlung oder direkt durch den Verlag, Abteilung Absatz — Werbung