

# Entwicklung demontagegerechter Arbeitsmittel

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

## 1. Gegenstand und Ziel der technologischen Vorbereitung

Der Gegenstand der technologischen Vorbereitung von Instandsetzungsprozessen ist die vorausbestimmende Gestaltung der technischen, technologischen, ergonomischen, organisatorischen und ökonomischen Lösungen des Instandsetzungsprozesses mit seinen Teilprozessen.

Die Notwendigkeit der technologischen Vorbereitung von Instandsetzungsprozessen kann sich aus unterschiedlichen Gründen ergeben. Dazu gehören:

- Die Zuführung neuer oder weiterentwickelter landtechnischer Arbeitsmittel (nachfolgend als Instandsetzungsobjekte bezeichnet) in den landwirtschaftlichen Produktionsprozeß erfordert, daß für diese Instandsetzungsobjekte der Instandsetzungsprozeß technologisch und materiell-technisch vorzubereiten ist.
- Die Umprofilierung des Instandsetzungssortiments durch die Spezialisierung oder durch die Sortimentserweiterung aufgrund sich verändernder Instandsetzungsstückzahlen oder instandsetzungsstrategischer Entscheidungen ergeben veränderte Eingangsgrößen für die Gestaltung bestehender Instandsetzungsprozesse.
- Die ständige technologische Durchdringung des Instandsetzungsprozesses und die ständige Entwicklung der Produktivkräfte führte zu neuen Erkenntnissen für die Gestaltung bestehender Instandsetzungsprozesse.

Unabhängig vom Anlaß für die technologische Vorbereitung von Instandsetzungsprozessen bestehen die Ziele in der Minimierung der entstehenden Instandsetzungskosten bei gleichzeitiger Erhöhung der Instandsetzungsqualität und Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen der Werkstätigen. Um die entstehenden Instandsetzungskosten, die Instandsetzungsqualität und die Arbeits- und Lebensbedingungen der Werkstätigen nicht dem Zufall zu überlassen, ist es notwendig, die Wirkungen der einzelnen möglichen Detaillösungen auf den Gesamtprozeß zu erkennen. Wesentliche Einflußgrößen auf die genannten Ziele sind die angewendeten technologischen Verfahren und

die verwendeten Arbeitsmittel im Instandsetzungsprozeß.

Für den Bereich der Demontage werden die anzuwendenden technologischen Verfahren weitestgehend von der konstruktiven Gestaltung der Instandsetzungsobjekte sowie die Arbeitsfolge von der konstruktiven Gestaltung und vom Schädigungszustand der Instandsetzungsobjekte bestimmt, so daß die vom Instandsetzungsbetrieb unmittelbar beeinflussbare Effektivität des Demontageprozesses im hohen Maß durch die angewendeten Arbeitsmittel bestimmt wird.

## 2. Charakteristik der bisher eingesetzten Arbeitsmittel

Die gegenwärtig in der Demontage eingesetzten Arbeitsmittel lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Vorherrschend sind es Arbeitsmittel, die die menschliche Kraftaufbringung zur Ausführung der Arbeitsoperationen durch Fremdenergie verringern bzw. ersetzen. Diese Arbeitsoperationen sind:
  - Abschrauben von Verbindungselementen
  - Lösen von Preßverbindungen durch Abziehen oder Herauspressen
  - Abnehmen von schweren Bauteilen und Baugruppen
  - Wenden und Transport von Instandsetzungsobjekten.

Weiterhin werden Arbeitsmittel zur Ablage und zum Transport von Bauteilen und Baugruppen sowie zur Aufnahme von Instandsetzungsobjekten angewendet.

- Mit der Zunahme des technischen Niveaus der Arbeitsmittel erfolgte tendenziell ein Übergang von universell anwendbaren Arbeitsmitteln zu bauteilspezifischen Arbeitsmitteln, woraus häufig eine Verringerung der Arbeitsmittelnutzungshäufigkeit resultierte. Mit dem Einsatz von Arbeitsmitteln, die das zeitlich parallele Ausführen einer Arbeitsverrichtung gestatten, wie z. B. die Mehrspindelschrauber, wurden Einzweckmaschinen geschaffen.

- Bauteilspezifische Arbeitsmittel, wie Abziehvorrichtungen oder Aufnahmevorrichtungen für Instandsetzungsobjekte, sind speziell den konstruktiven Parametern des Bauteils (Masse, geometrische Abmessun-

gen und Form, Art und Lage der Verbindungsflächen zwischen Bauteil und Arbeitsmittel), z. T. auch den konstruktiven Parametern des Instandsetzungsobjekts und, wo erforderlich, den auftretenden Lösekräften angepaßt.

Für die Auswahl universell anwendbarer Arbeitsmittel sind die gleichen konstruktiven Parameter bestimmend wie für die Konstruktion bauteilspezifischer Arbeitsmittel. Eine Analyse der konstruktiven Gestaltung der Feldhäcksler-Grundmaschine E285 hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit der Arbeitsmittel für die Arbeitsverrichtung Schrauben gibt Tafel 1 wieder.

Daraus sind zwei Tendenzen erkennbar:

- Mit zunehmendem technischen Niveau der Arbeitsmittel nimmt die Anzahl der Einflußfaktoren, die auf die Arbeitsmittelnutzungshäufigkeit wirken, ebenfalls zu.
- Mit der Zunahme der geometrischen Abmessungen der Instandsetzungsobjekte steigt der Anteil der nicht höher mechanisierbaren Arbeitsverrichtungen.

## 3. Angestrebte Ziele des Arbeitsmittleinsatzes

Mit dem Einsatz von Arbeitsmitteln wird ein Komplex von Zielen angestrebt:

- Verringerung der operativen Zeit, z. B. durch Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit oder durch das zeitlich parallele Ausführen von Arbeitsoperationen
- Verringerung des manuellen Kraftaufwands, z. B. durch den Einsatz von Fremdenergie (bei der Wahl der Energieart sind das Expansionsverhalten der Druckluft und das Auftreten von Kriechströmen der Elektroenergie in Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit zu beachten)
- Vermeidung von Schädigungen des Instandsetzungsobjekts und dessen Bauteile während des Demontageprozesses
- Schädigungen während des Demontageprozesses treten vorwiegend durch Werfen demontierter Bauteile in Ablagebehälter (Verletzung der technologischen Disziplin) und durch ungeeignete Arbeitsmittel für das Lösen von Preßverbindungen auf. Die häufig anzutreffende achtlose Handhabung

Fortsetzung von Seite 489

- Investitionsaufwand
- Betriebskosten
- erreichbarer Nutzen (Arbeitskräfteeinsparung, Bedarf an Produktionsfläche, Senkung der Durchlaufzeit, Verbesserung der Produktionsorganisation, Erhöhung der Demontagequalität)
- technisches Niveau der Elemente am Arbeitsplatz
- Flexibilität u. a. m., optimiert. Ein spezifischer Einsatzfall wird vorbereitet. In weiterführenden Arbeiten werden u. a. Probleme des Werkstückflusses sowie der Werkzeug- und Werkstückhandhabung betrachtet.

## Literatur

- [1] Direktive des X. Parteitag des SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR in den Jahren 1981—1985. Berlin: Dietz Verlag 1981.
- [2] Heine, C.: Untersuchungen zur Abnahme gelöster Teile bei der Demontage am Beispiel 4VD 14,5/12-1 SRW. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1981.
- [3] Richter, W.: Weiterentwicklung der Produktionsorganisation bei der spezialisierten landtechnischen Instandsetzung am Beispiel der Demontage- und Montageprozesse in der Dieselmotoreninstandsetzung. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1981 (unveröffentlicht).
- [4] Schnitzendöbel, G.; Sobiak, M.: Gestaltung einer

autonomen Fertigungszelle für eine durch Handhabungstechnik gestützte Montage von Reihentriebmotoren. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1982.

- [5] Industrieroboter im Einsatz, Teil 1 bis 3. Informationsdienst des Forschungszentrums des Werkzeugmaschinenbaus Karl-Marx-Stadt 1981/82.
- [6] Industrieroboterdatenbank. Informationsdienst des Forschungszentrums des Werkzeugmaschinenbaus Karl-Marx-Stadt.
- [7] Industrieroboterdatenblätter. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung, Loseblattsammlung (unveröffentlicht).
- [8] Marzahn, W., u. a.: Abschlußbericht zur Gestaltung der robotergestützten Motordemontage im VEB LIW Neuenhagen. VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen 1982 (unveröffentlicht).

Tafel I. Nutzungshäufigkeit der Arbeitsmittel für die Arbeitsverrichtung Schrauben an der Feldhäcksler-Grundmaschine E 285

	E 285 ohne Baugruppe	Häcksel-aggregat	übrige Baugruppen	Abhängigkeit der Nutzungshäufigkeit bei vorhandener Zugänglichkeit von
<b>Werkzeuge zur Lösung der Verbindungselemente:</b>				
Normalwerkzeug	262	139	564	
Einspindelschlagschrauber	85	67	456	Kopfform, Kopfgröße
Mehrspindelschrauber (mobil)	74	62	420	
Mehrspindelschrauber (stationär)	—	—	265	Kopfform, Kopfgröße, Schraubbild
<b>Schraubbildarten lösbar mit:</b>				
Mehrspindelschrauber (mobil)	21	24	93	Kopfform, Kopfgröße, Schraubbild, geometrische Abmessungen des Instandsetzungsobjekts
Mehrspindelschrauber (stationär)	—	—	36	
<b>Schraubbilder lösbar mit:</b>				
Mehrspindelschrauber (mobil)	13	10	55	
Mehrspindelschrauber (stationär)	—	—	21	

von Kleinteilen ist der nichtreparablen Schädigung gleichzusetzen.

- Sicherung bzw. Erhöhung der Instandsetzungsqualität
- Minderung beeinträchtigender oder schädigender Einflüsse auf den Werk tätigen, z. B. durch Lärm, Schwingungen, ungünstige Arbeitsstellung u. a., sowie auf die Arbeitsmittel, z. B. durch Überlastung, zweckfremden Einsatz u. a.
- Senkung der Gesamtselbstkosten.

Häufig tritt der Sachverhalt auf, daß mit dem Einsatz eines Arbeitsmittels der technologische Prozeß erst realisierbar wird.

Das Erreichen der angestrebten Ziele hängt nicht allein vom Arbeitsmittel ab, sondern wird im hohen Maß von der konstruktiven Gestaltung des Instandsetzungsobjekts bestimmt, da während des Demontagevorgangs die Bauteile mit den Arbeitsmitteln in Verbindung zu bringen sind.

Das bedeutet, daß bereits bei der Konstruktion zukünftiger Instandsetzungsobjekte die Effektivität des Demontageprozesses z. T. durch die Konstruktion selbst oder durch die Vorgabe relevanter Merkmale der einzusetzenden Arbeitsmittel, z. B. die Ansatzpunkte für Abziehvorrückungen, vorbestimmt wird.

Eine wesentliche, nicht vorher bestimmbare Größe sind die auftretenden Demontagekräfte. Untersuchungen am Motor 4VD 14,5/12-1 SRW für die Arbeitsverrichtung Schrauben, Pressen und Abnehmen zeigten, daß die auftretenden Kräfte in einem großen Bereich streuen:

- Schrauben: 1- bis 5facher Wert des vorgeschriebenen Anzugsmoments
- Abnehmen: 1,3- bis 10facher Wert des Eigengewichts.

Beim Verkanten des Bauteils (Zylinderkopf, Zylinderblock) mußten der Abnahmevorgang

unterbrochen und die Verkantung beseitigt werden.

#### 4. Maßnahmen zur Effektivitätserhöhung des Arbeitsmitteleinsatzes

Ein wesentlicher Aspekt für die Effektivität des Einsatzes der Arbeitsmittel besteht in deren universeller Anwendbarkeit, gegenwärtig besonders durch die zunehmende Sortimentsbreite bei gleichzeitiger Verringerung der Instandsetzungsstückzahl der einzelnen Kostenträger in den Instandsetzungseinrichtungen.

Das hat zur Folge, daß sich die Kosten der bauteilspezifischen Arbeitsmittel auf eine geringere Instandsetzungsstückzahl verteilen und damit deren ökonomischer Einsatz in Frage gestellt werden kann.

Daher ist der Entwicklung universell anwendbarer Arbeitsmittel erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen.

Beispielsweise existieren in Betrieben der Motoreninstandsetzung Transportsysteme für verschiedene Motorentypen. Die Anpassung der Instandsetzungsobjekte an die Transporteinrichtungen wird mit bauteilspezifischen Stützrollen realisiert.

Ein anderes Beispiel ist eine teilweise universelle Abziehvorrückung, die aus einer kostenaufwendigen hydraulischen Antriebsstation, einem Arbeitszylinder und mehreren austauschbaren bauteilspezifischen Abziehköpfen besteht.

Durch den universellen Charakter der Arbeitsmittel werden deren Nutzungshäufigkeit erhöht und damit die ökonomischen Einsatzgrenzen von Arbeitsmitteln mit höherem technischen Niveau eher erreichbar.

Vom Konstrukteur landtechnischer Arbeitsmittel kann die Erhöhung der Arbeitsmittelnutzungshäufigkeit durch eine hohe Aufgliederung der Instandsetzungsobjekte in Baugruppen und durch eine weitere Vereinheitlichung von Bauteilen und Baugruppen, wie z. B. Vorzugsschraubbilder, positiv beeinflusst werden.

A 3527

## Fertigungszellen für die Einzelteilinstandsetzung

Prof. Dr.-Ing. E. Rast, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung

### 1. Einleitung

Im Maschinenbau der DDR sowie auch international in hochindustrialisierten Ländern werden Fertigungszellen (FC) seit einigen Jahren mit hoher Produktivität und Effektivität eingesetzt. Fertigungszellen sind in sich geschlossene Maschinen- oder Montageeinheiten, in denen die Teilsysteme Bearbeitung der Werkstücke, Werkstück- und Werkzeugfluß, Werkzeugspeicherung und Werkzeugwechsel, Steuerung, Ver- und Entsorgung (Energie, Kühlmittel, Späneabfuhr u. a.) sowie Prüf- und Kontrolloperationen zusammengefaßt bzw. als Gesamtsystem gestaltet sind. Die Beschickung mit Werkstücken erfolgt hauptsächlich über Palettenwechseleinrichtungen und Speicher und teils durch Einsatz von Handhabungsgeräten (Industrieroboter).

Bei der automatisierten Fertigungszelle ist die Arbeitskraft nur noch indirekt im Prozeß tätig.

Im vorliegenden Beitrag sollen einige Beispiele aus dem Maschinenbau der DDR analysiert und Möglichkeiten des Einsatzes für die Einzelteilinstandsetzung in der Landtechnik aufgeführt werden.

### 2. Definition

Im Standard TGL 27324[1] ist der Begriff „Fertigungszelle“ definiert. Die Fertigungszelle ist eine Werkzeugmaschine bzw. eine technologische Einheit, die aus o. g. Teilsystemen besteht und weitestgehend automatisch arbeitet, d. h. Werkstücke konstruktiv-technologisch ähnlicher Form in einer oder mehreren Spannstationen automatisch bearbeitet bzw. montiert. Sie können ohne größeren Anpassungsaufwand als Bausteine in Fertigungs-komplexe eingeordnet bzw. zu integrierten Werkzeugmaschinen- oder Montagesystemen gestaltet werden. Die Endstufe der Integration stellt die vollautomatisierte Form der Produk-

tionszelle dar. Ist die Bearbeitung mehrerer konstruktiv-technologisch ähnlicher Teile in einer Fertigungszelle möglich, so werden diese als flexible Fertigungszellen bezeichnet.

### 3. Beispiele der Rationalisierung der Klein- und Mittelserienfertigung im Maschinenbau

#### 3.1. Gestaltung moderner Prozeßtechnologien

In der metallverarbeitenden Industrie der DDR, besonders im Maschinenbau mit der vorherrschenden Klein- und Mittelserienfertigung, wurden in den letzten 10 Jahren bemerkenswerte Fortschritte durch umfassende Automatisierung in der Fertigung von Einzelteilen und in der Montage erzielt. Die Arbeitsproduktivität konnte erheblich gesteigert werden. Dies wurde hauptsächlich durch die Konzentration und Spezialisierung der Produktion, vor allem in gegenstandsspezialisier-