

Gestaltungsvorschläge für flexible Demontagesysteme

Dr.-Ing. W. Erdmann, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung

1. Vorbemerkungen

Die veränderten Reproduktionsbedingungen der 80er Jahre erfordern immer dringlicher eine grundlegende Analyse bestehender technologischer Prozesse, um sie mit der Zielstellung einer überdurchschnittlichen Produktivitätssteigerung zu überarbeiten. Dabei sind vor allem moderne Technologien einzuführen, die sich auszeichnen durch:

- Einführung neuer material- und energiesparender Verfahren
- Gestaltung technologischer Prozesse, die mit geringem Aufwand an sich verändernde Produktionsbedingungen anpaßbar sind, über ein hohes Technisierungsniveau verfügen und ein hohes Integrationsniveau von Bearbeitungs-, Materialfluß- und Informationsprozeß aufweisen
- Anwendung leistungsfähiger Hilfsmittel in der technologischen Vorbereitung.

Moderne Technologien werden im Bereich der landtechnischen Instandsetzung auch deshalb immer dringlicher, weil nur durch ihre Anwendung die geplante Effektivitätssteigerung unter den derzeit zu beobachtenden Entwicklungstendenzen erreicht werden kann. Die Entwicklungstendenzen in der landtechnischen Instandsetzung und die daraus ableitbaren Forderungen an die Gestaltung rationeller Instandsetzungsprozesse lassen sich im wesentlichen an den folgenden beiden Merkmalen darstellen [1]:

- Energiewirtschaftliche Maßnahmen und die

Veränderung der Nutzungsbedingungen in den Landwirtschaftsbetrieben, die erhöhte Anforderungen bezüglich der Ausnutzung der Maschinen und Baugruppen, vor allem durch Steigerung ihrer technischen Verfügbarkeit durch die Minimierung instandsetzungsbedingter Stillstandszeiten, stellen, führen zu einer Reduzierung der Einzugsbereiche und damit in vielen Fällen zur Einschränkung der Spezialisierung der Instandsetzungsbetriebe. Daraus entsteht immer mehr die Notwendigkeit, die Instandsetzungsprozesse nach den Gesetzmäßigkeiten der Einzel- und Kleinserienfertigung zu gestalten und gleichzeitig eine hohe Anpassungsfähigkeit des Instandsetzungssystems an die unterschiedlichen konstruktiven und technologischen Bedingungen des Arbeitsgegenstands zu erreichen. Vor allem muß eine dem jeweiligen Schädigungszustand angepaßte Durchlaufzeit sowie Kapazitätsflexibilität (bezüglich der Auslastung der installierten Grundfonds und der eingesetzten Arbeitskräfte) erzielt werden.

- Der Forderung nach weitestgehender Technisierung der Instandsetzungs-, Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse zur Einsparung von Arbeitszeit und Arbeitskräften und zur Verkürzung der Durchlaufzeiten kann nur durch technische und technologische Lösungen entsprochen werden, die den Bedingungen der Klein- und Mit-

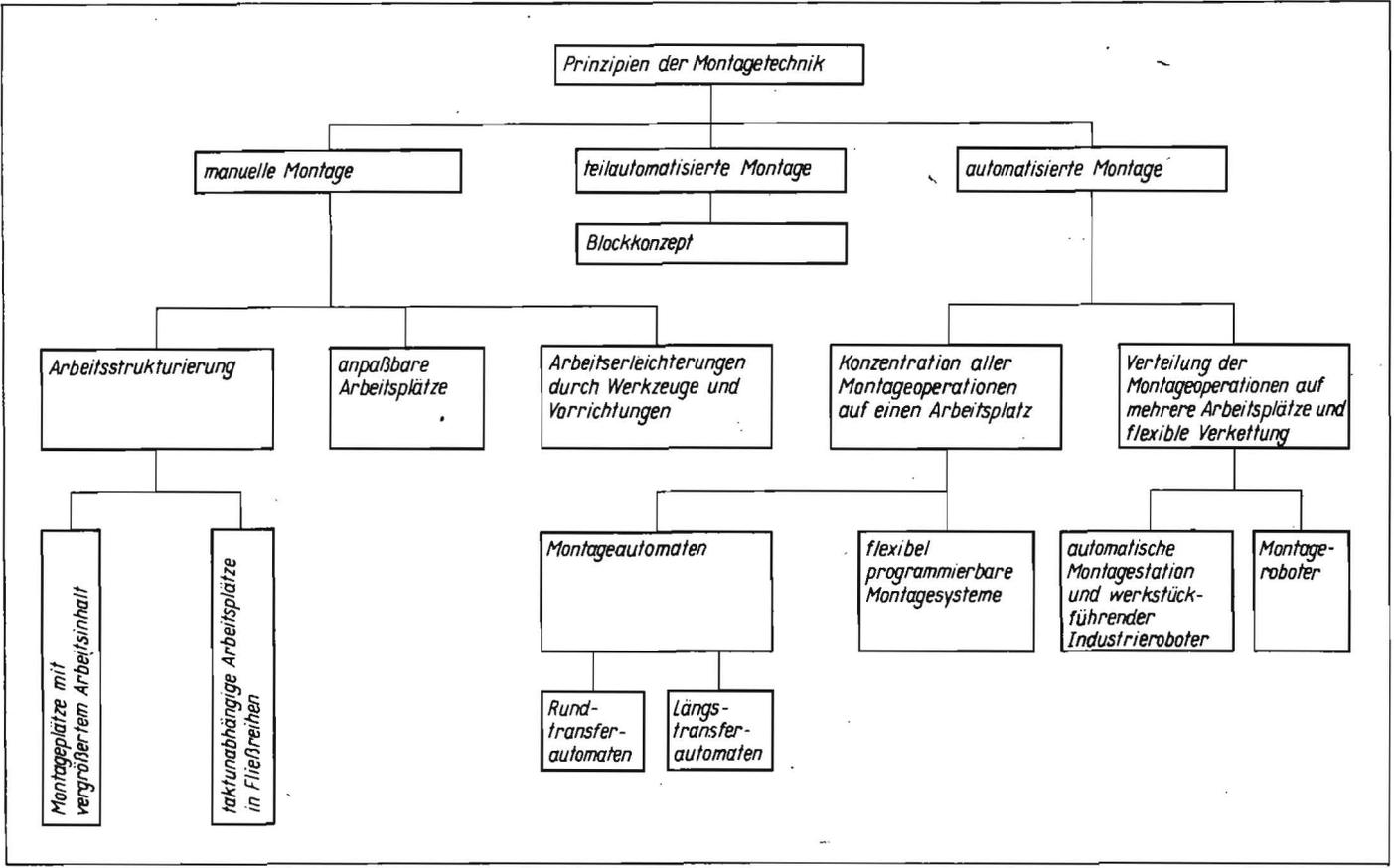
telserienfertigung adäquat sind. Zur Lösung des entstehenden Widerspruchs zwischen der Erhöhung des Technisierungsniveaus und der Verminderung der Serienmäßigkeit werden immer häufiger technologische Vereinheitlichungen durchgesetzt und der Einsatz flexibler Arbeits-, Handhabungs- und Transporttechnik vorbereitet. Aufbauend auf die in [2] bereits unterbreiteten Vorschläge für die strukturelle Gestaltung des Gesamtprozesses, sollen nachfolgend Gestaltungsvorschläge für flexible Demontagesysteme für Baugruppen landtechnischer Arbeitsmittel dargelegt werden.

2. Charakteristik flexibler Systeme

Charakterisiert wird ein System durch seine Elemente bzw. Untersysteme, durch seine Struktur (d.h. durch die funktionellen Beziehungen, die zwischen den Elementen bestehen) sowie durch seine Funktion. Damit wird die Flexibilität eines für eine bestimmte Funktion ausgelegten Systems (z.B. Demontage von Baugruppen) einerseits durch die Gestaltung seiner Elemente, andererseits durch seine Struktur bestimmt.

Unter Flexibilität versteht man in diesem Zusammenhang nach [3] den Grad der Anpassungsfähigkeit eines Fertigungssystems an Veränderungen des Produktionsprogramms, ohne daß sich dabei die Anzahl und Art der Ausrüstungen (Elemente) sowie ihre strukturelle Zuordnung ändern. Das Maß der Flexibi-

Bild 1. Prinzipien der Montagetechnik



Tafel 1. Planung flexibler Demontagesysteme.

Stufe	Inhalt	Schritt	Merkmale
1	Formulierung der Demontageaufgabe	1.1. Einflußgrößen und Randbedingungen ermitteln 1.2. Kriterien für Systembewertung formulieren 1.3. Kriterien wichten	Produkt: Größe, Gewicht, Funktion, Qualität, Komplexität, Typenvielfalt, Verbindungselement, Zustand Produktion: Produktionsmenge, Losgröße, Zeitaufwand, Stabilität des Prozesses, Kostenziele, Nutzensziele Organisation: gesetzliche Vorschriften, Arbeitsgestaltung, Fertigungssteuerung, Arbeitsabläufe Arbeitskräfte: Qualifikation, Struktur, Anforderungen sachbezogene Kriterien: erforderliche Flexibilität in bezug auf Stückzahl, Sortiment, Mechanisierung, Arbeitskräfte Zuverlässigkeit und Sicherheit arbeitskraftbezogene Kriterien: Spielraum in bezug auf Arbeitsaufgabe, individuelle Leistungsentfaltung, Belastungswechsel Arbeitsanforderungen
2	Ermittlung der Demontagestruktur	2.1. Demontageablauf festlegen 2.2. Mechanisierungs- und Automatisierungsmöglichkeiten untersuchen 2.3. Systemgrenzen festlegen	Operationsfolgeschema, Vorranggraf, Werkstückbewegungsfunktionen Wirkprinzipien für das Auflösen von Verbindungselementen/Sicherungselementen Handhabung der Einzelteile nach der Demontage, Ablage- und Bereitstellungssysteme Verkettung der Arbeitsstationen — Transporttechnik Kombination von Teilsystemen zu Arbeitsstationen, Integration der Hilfsprozesse, Schnittstellen
3	Entwicklung alternativer Demontagesysteme		Modifikation vorhandener Systeme Auswahl aus bekannten Arbeitssystemen (Angebotsprojekte) Entwicklung neuer Wirkprinzipien Kombination — Morphologie
4	Bewertung alternativer Demontagesysteme	4.1. Wirtschaftlichkeitsrechnung 4.2. analytische Arbeitssystemwertermittlung	Punktbewertung
5	Ermittlung des optimalen Gesamtsystems	5.1. Idealplan 5.2. Realplan	

lität wird vor allem bestimmt durch die Auslegung des Arbeitssystems (z.B. Schraubeinheit) und des Materialflusssystems sowie —

damit im engen Zusammenhang stehend — durch die Auslegung des Handhabungssystems und der Struktur.

3. Tendenzen der Entwicklung flexibler Montagesysteme

Die Analyse der Entwicklungstendenzen flexibler Montagesysteme ergibt eine Vielzahl von Anregungen für analoge Lösungen in der Demontage unter den Bedingungen der landtechnischen Instandsetzung. Der z.Z. repräsentative Stand soll nachfolgend kurz dargestellt werden. Bild 1 enthält eine Übersicht über die Möglichkeiten der Rationalisierung von Montageprozessen.

3.1. Manuelle Montage

Nach wie vor hat die manuelle Montage bei komplizierten Montageverrichtungen und komplexen Montagetechnologien ihre Bedeutung. Rationalisierungseffekte ergeben sich vor allem durch den weiteren, verstärkten Einsatz von Fertigungsmitteln und anderen Rationalisierungsmitteln sowie durch die Einführung neuer Arbeitsstrukturen, die die schöpferischen Potenzen der Werk tätigen freisetzen. Als Prinzipien der Arbeitsstrukturierung gelten:

Arbeitswechsel

Wechsel der Tätigkeit in vorgeschriebener oder selbst gewählter Reihenfolge

Arbeiterweiterung

Zusammenfassung mehrerer strukturell gleichartiger oder ähnlicher Arbeitsaufgaben

Arbeitsbereicherung

Zusammenfassung strukturell verschiedener Arbeitselemente

Aufteilung der Arbeit auf mehrere Arbeitssysteme

z.B. Partnerplätze. Gruppenplätze. Nestmontagen

Entkopplung des Menschen von der Technik durch Puffer.

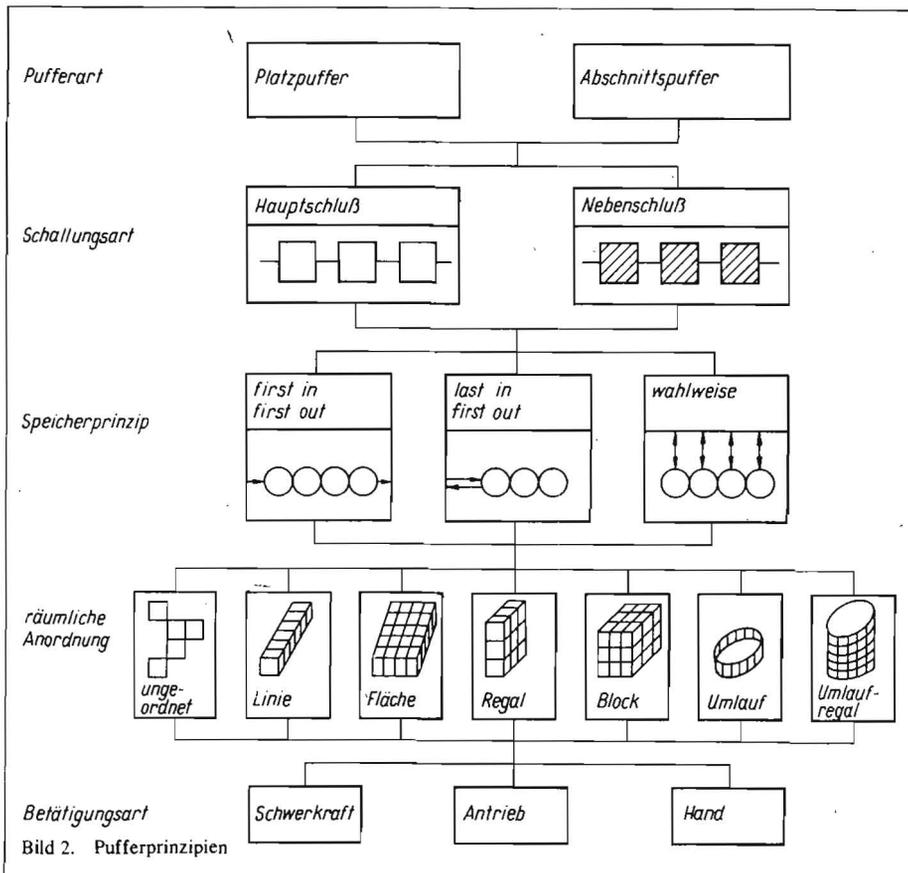


Bild 2. Pufferprinzipien

Die Flexibilität dieser manuellen Arbeitssysteme wird durch den Einsatz universeller Fertigungsmittel, durch die Nutzung von Materialflusssystemen, die einen wahlfreien Zugriff gestatten, sowie durch eine entsprechende Fertigungsprozesssteuerung erreicht.

3.2. Teilautomatisierte Montage

Die teilautomatisierte Montage ist aufgrund des gegenwärtigen Standes der Technik sowie der Kompliziertheit und Komplexität der meisten Montageaufgaben die derzeit dominierende Form der Rationalisierung. Mit ihr erfolgt eine Kopplung manueller Tätigkeiten mit automatisierbaren Montageoperationen. Typisch für teilautomatisierte Montagen ist das sog. Blockkonzept, bei dem die manuellen Abschnitte durch Puffer von automatischen Stationen entkoppelt werden. Damit werden ein höherer Grad der Flexibilität und eine geringere Störanfälligkeit erreicht (Bild 2).

3.3. Automatisierte Montage

Die automatisierte Montage kompletter Baugruppen bei kleinen und mittleren Serien wird derzeit aus Wirtschaftlichkeitsgründen selten angewendet. Häufiger werden automatische Montagestationen im Sinn des Blockkonzepts eingesetzt. Dabei werden zwei Entwicklungskonzepte verfolgt:

- Vereinigung möglichst vieler Arbeitsoperationen auf einer Arbeitsstation bei ausreichender Flexibilität (Montageautomaten,

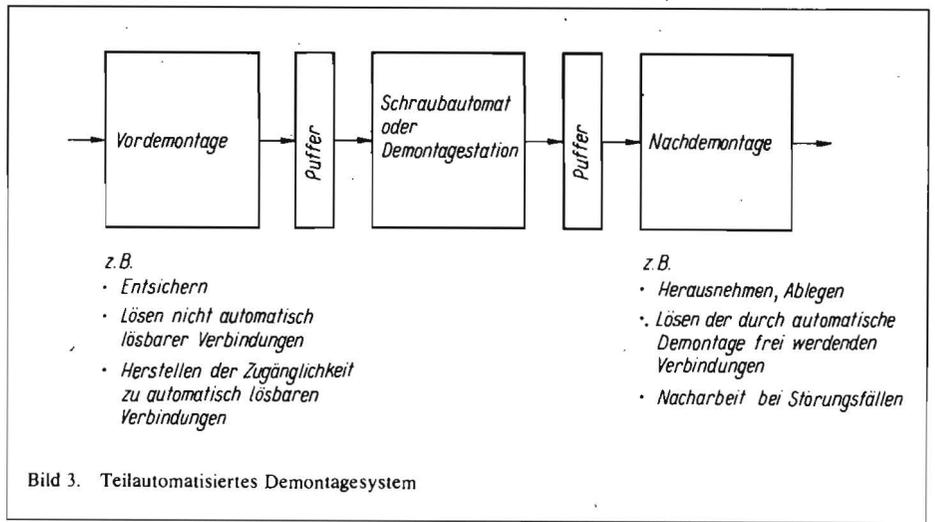


Bild 3. Teilautomatisiertes Demontagesystem

programmierbare Montagesysteme, Montageroboter)

- Kombination verschiedener Einzeck- und Universalmaschinen und Verkettung durch flexible Materialflusssysteme.

Vor allem unter den Bedingungen der landtechnischen Instandsetzung ist das zweite Konzept wirtschaftlich vorteilhaft, da hier auf Montageroboter zugunsten einfacherer werkstückführender Roboter verzichtet werden kann. Außerdem lassen sich damit die peripheren Aufwendungen reduzieren.

4. Gestaltungsvorschläge für flexible Demontagesysteme

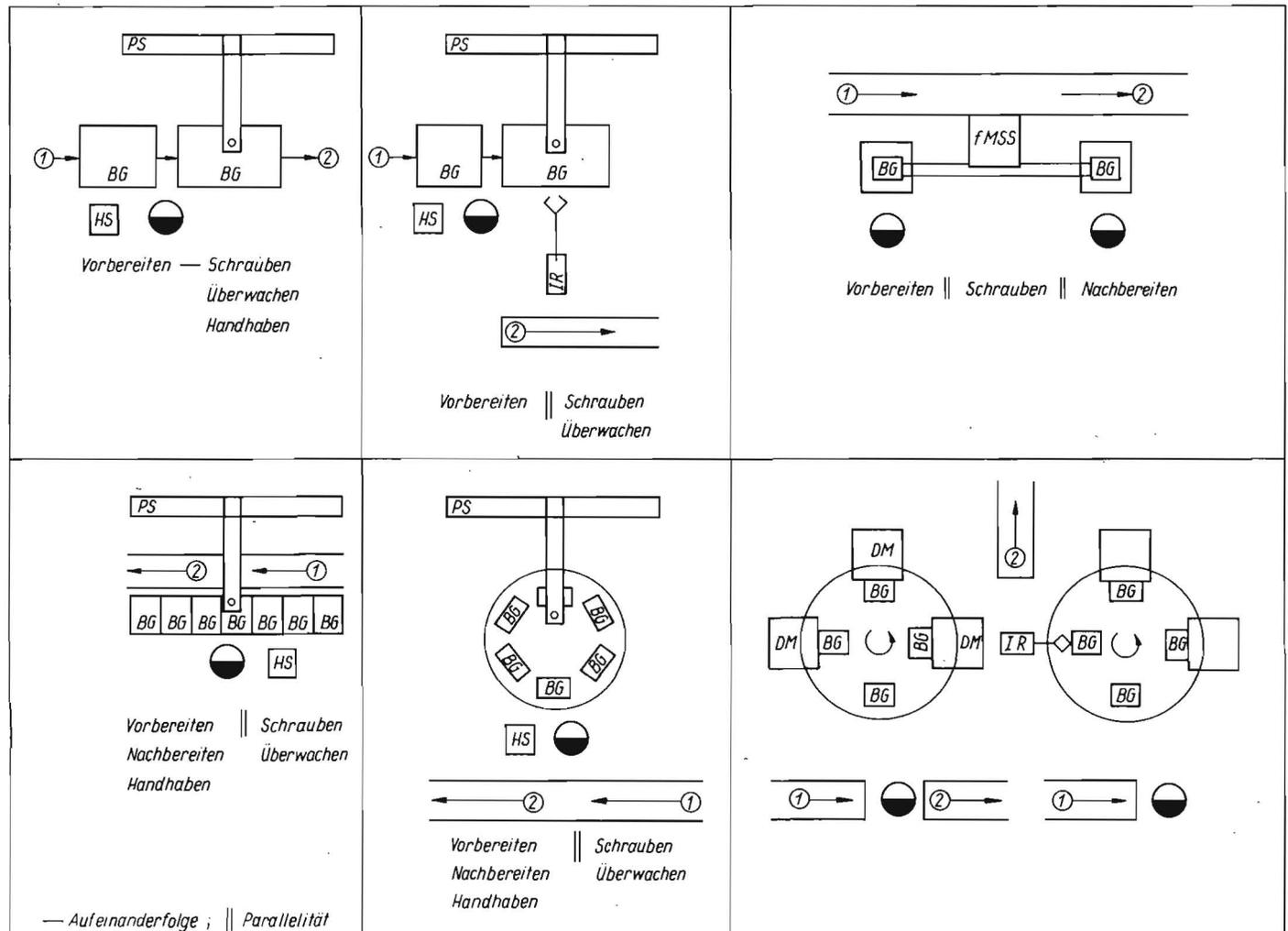
Abgeleitet aus der Gestaltung flexibler Montagesysteme, ergibt sich bei der Planung flexibler Demontagesysteme die in Tafel 1 dargestellte Vorgehensweise.

Bei der Entwicklung alternativer Systeme ist es vorteilhaft, das Demontagesystem in seine Teilsysteme

- Arbeitssystem
- Handhabungssystem
- Materialflusssystem (Verkettung)

Bild 4. Gestaltungsvarianten flexibler Demontagesysteme für Baugruppen;

BG Baugruppe, PS programmierbarer Schrauber, fMSS flexibler Mehrspindelschrauber, HS Handschrauber, IR Industrieroboter, DM automatische Demontageeinheit, 1 Zuführen, 2 Wegführen



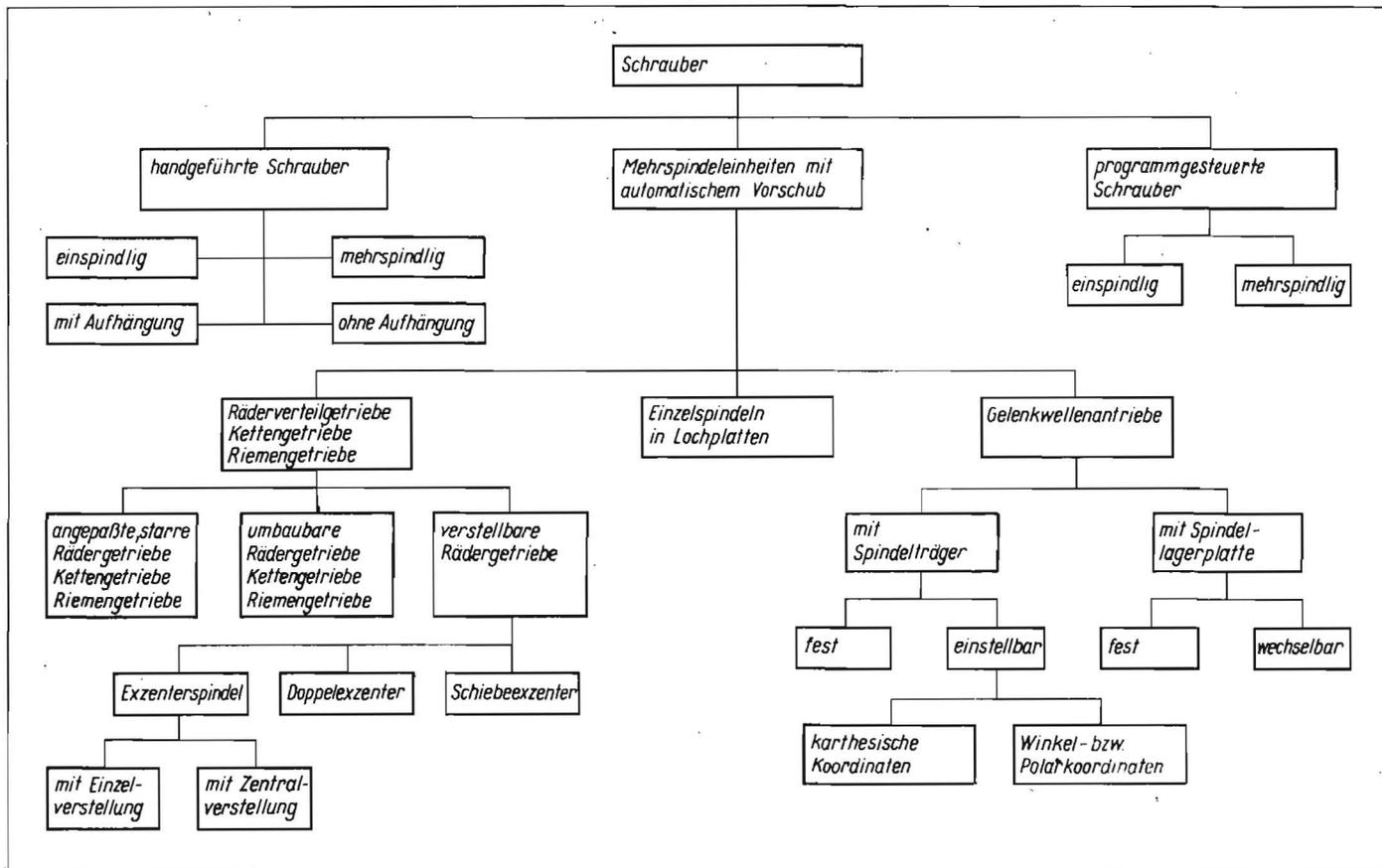


Bild 5. Konstruktionsprinzipien für Schraubildwechsel

— Antriebssystem
 — Steuerungssystem
 — Überwachungssystem
 aufzugliedern und damit einer morphologischen Betrachtung zugänglich zu machen. Auf diese Weise ist es dann auch möglich, unter Beachtung der Aufwand-Nutzen-Relation die wirtschaftliche Flexibilität und das erforderliche Technisierungsniveau festzulegen. Zur Verwirklichung des Blockkonzepts in der Demontage ergibt sich die im Bild 3 dargestellte strukturelle Lösung für ein teilautomatisiertes Demontagesystem. Prinzipiell lassen sich unter Beachtung der im Abschn. 3 getroffenen Feststellungen folgende Merkmale zu Gestaltungsvarianten (Bild 4) kombinieren:

- Schraubprinzip
 - Einspindelhandschrauber
 - programmierbarer Einspindelschrauber
 - Mehrspindelschrauber
 - flexibler Mehrspindelschrauber
- Parallelität oder Aufeinanderfolge der Arbeitsrichtungen Vorbereiten, Schrauben, Überwachen, Handhaben, Nachbereiten sowie deren Technisierungsniveau
- Handhabung
 - manuell
 - Industrierobotertechnik
- Bewegung des Arbeitsgegenstands
 - Rundtakt
 - Transfer.

Auswahlkriterien für die einzelnen Varianten sind neben der Wirtschaftlichkeit, der wirtschaftlichen Flexibilität und dem erforderlichen Technisierungsniveau

- Sortimentsbreite
- Größe und Kompliziertheit der Baugruppe
- Demontageumfang und Anteil der einzelnen Arbeitsrichtungenarten.

Eine zentrale Stellung nimmt bei der Gestaltung flexibler Demontagesysteme die einzusetzende Schraubtechnik ein. Das Herstellen und Lösen von Schraubverbindungen bei der Montage bzw. Demontage beträgt z. B. beim Motor 4 VD 80% des gesamten Montage- bzw. Demontageaufwands. Den Forderungen nach erhöhter Flexibilität und Produktivität der Schraubtechnik wird durch die im Bild 5 dargestellten Konstruktionsprinzipien entsprochen.

Unter bestimmten technologischen Bedingungen bietet der flexible Mehrspindelschrauber gegenüber dem programmierbaren Einspindelschrauber wirtschaftliche Vorteile [5].

5. Zusammenfassung

Die weitere Erhöhung der Arbeitsproduktivität in der landtechnischen Instandsetzung unter Berücksichtigung der Veränderung der Instandsetzungssortimente kann nur durch eine schrittweise Erhöhung des Technisierungsniveaus der einzelnen Elemente des Instandsetzungsprozesses erreicht werden. Dem dabei entstehenden Widerspruch zwischen der Automatisierung abgegrenzter Prozeßabläufe und der Sortimentserweiterung kann durch eine Erhöhung der Flexibilität der eingesetzten Arbeitsmittel und die Gestaltung entsprechender Strukturen begegnet werden. Die im Beitrag vorgestellten Lösungsvorschläge sollen Anregungen und Erfahrungen für die Rationalisierung von Demontageprozessen aufgrund der Analyse von Montageprozessen vermitteln und zugleich zu einer systematischen Lösungsfindung anregen. Einige der vorgestellten Gestaltungsvarianten wurden bereits zu Projektentwürfen für die Demontage von Verbrennungsmotoren, von Einspritzpumpen und von Doppelkupplungen weiterentwickelt. Methodisches

Arbeitsmaterial und Gestaltungsvarianten für die Teilsysteme Handhabung und Materialfluß — auf die im Beitrag nicht eingegangen wurde — steht Interessenten zur Verfügung und kann bei Bedarf nachgenutzt werden.

Literatur

- [1] Scharf, U.; Erdmann, W.: Gestaltung flexibler Instandsetzungssysteme für Maschinen und Baugruppen der Landtechnik. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg. Studie 1981 (unveröffentlicht).
- [2] Scharf, U.; Erdmann, W.: Erweiterung von technologischen Prinzipien für die Instandsetzung von Maschinen und Baugruppen. agrartechnik 31 (1981) H. 5, S. 216—219.
- [3] Woithe, G.; Gottschalk, E.: Möglichkeiten zur Quantifizierung der Flexibilität von Fertigungswerkstätten. Vortrag auf der wissenschaftlich-technischen Tagung der Ingenieurhochschule Wismar 1975.
- [4] Warnecke, H.J.; Lederer, G.: Neue Arbeitsformen in der Produktion. VDI-Taschenbuch T52. Düsseldorf: VDI-Verlag 1979.
- [5] Boy, R.: Flexible Mehrfachschräuber. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1982 (unveröffentlicht). A 3524