

Ansätze zur weiterführenden Rationalisierung von Instandsetzungsprozessen in der Landtechnik

Dozent Dr.-Ing. U. Scharf, KDT

1. Einführung

Die Entwicklung der Instandsetzung im Bereich der Landtechnik hat in Abhängigkeit von der Erzeugnisstruktur (Art und Menge der Bauelemente und Baustufen) zu einer Reihe typischer Instandsetzungsprozesse geführt, deren wirtschaftliche Effekte (Zeit-, Werkstoff-, Energieaufwand, Qualität) in Relation zu anderen Varianten der Erneuerung (Ersatz, Modernisierung) stets akzeptabel waren.

Wird der Instandsetzung jedoch ein höheres Maß an Effekten abverlangt, als sie es bislang erbracht hat, und wird ein Prozeßniveau in „Industriekultur“ postuliert [1], dann resultiert daraus, sofern alle praktikablen Wege ausgeschöpft erscheinen, die Frage nach den offenen Möglichkeiten zur weiterführenden Rationalisierung der Instandsetzungsprozesse.

Die Suche nach diesen Möglichkeiten und der Versuch ihrer systematischen Einordnung in einen Zeitrahmen sind zeitgemäße Aufgaben von Technologenkollektiven in den VEB Kombinat Landtechnik und in der Forschung zur Gestaltung von Instandsetzungsprozessen.

Die Quellen zu einer weiterführenden Rationalisierung von Instandsetzungsprozessen sind in einer weitgehend vollständigen Beschreibung derselben (Gliederung in Hierarchieebenen), der Gleichheit (Identität) und Ungleichheit (Disparität) in der Familie der Fertigungsprozesse sowie in der Menge von Komponenten zur Rationalisierung von Fertigungsprozessen, wie sie durch Praxis und Forschung begründet vorliegen, zu finden.

Eine objektseitig weitgehende Verallgemeinerung der Ansätze zur weiterführenden Rationalisierung von Instandsetzungsprozessen erfordert, Landmaschinen als eine Klasse von Maschinenbauerzeugnissen zu werten.

2. Identität und Disparität von Instandsetzungs- und Fertigungsprozessen

Maschinenbauerzeugnisse haben ambivalenten Charakter, sie existieren elementar als Formelemente und in aggregierter Form, gemäß dem geforderten Funktionsumfang, als Einzelteile, Baugruppen, Maschinen und Anlagen.

Maschinenbauerzeugnisse haben in den Phasen ihrer Fertigung und Nutzung eine Menge möglicher Elementarzustände (Tafel 1).

Da eine Zustandsänderung (Änderung der Form-, Maß-, Oberflächen-, Lage- und Werkstoffparameter) für eine wiederholte Nutzung der Erzeugnisse (mit differenzierter Frequenz) objektiv möglich und erforderlich ist, ergeben sich in einem Erzeugniszyklogramm typische Abläufe (Bilder 1 und 2).

Instandsetzungsprozesse sind offensichtlich Teil einer Familie von Fertigungsprozessen.

Definiert man Fertigungsprozesse als eine Sequenz elementarer Fertigungs-, Handhabungs- und Prüfoptionen, mit denen eine gegebene Basisform des Erzeugnisses in eine definierte Endform durch Gestalt-, Stoff- und/oder Lagezustandsänderung generiert wird (Basis- und Endform haben ambivalenten Charakter), dann ist der Instandsetzungsprozeß als eine Sequenz elementarer Fertigungs-, Handhabungs- und Prüfoptionen zu definieren, mit denen die geschädigte Endform des Erzeugnisses in eine instand gesetzte Endform durch Gestalt-, Stoff- und/oder Lagezustandsänderung generiert wird.

Die Identität von Instandsetzungs- und Fertigungsprozessen ist folglich durch die Kongruenz elementarer Fertigungs-, Handhabungs- und Prüfoptionen sowie deren hierarchische Glieder (Arbeitsstufen, Arbeitsgänge, Prozeßstufen usw.) zur Zustandsänderung von Maschinenbauerzeugnissen ge-

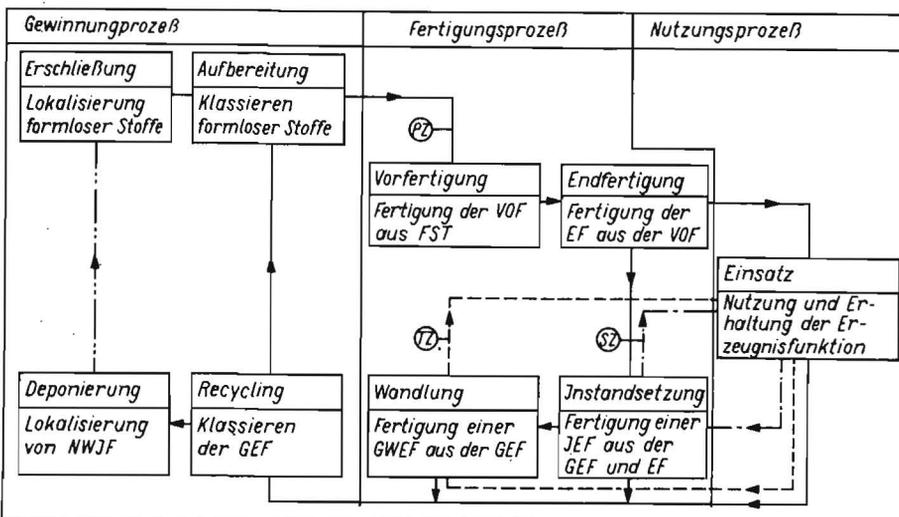
Tafel 1. Elementarzustände von Maschinenbauerzeugnissen und Elemente typischer Prozesse im Erzeugniszyklus

Elementarzustand von Maschinenbauerzeugnissen	Elemente typischer Prozesse im Erzeugniszyklus
formloser Stoff	FST durch Klassieren nach Art, Größe, Zustand erzeugter homogener Stoff
Vorform	VOF durch Urformen und Umformen gefertigte Halbzeuge, i. allg. ohne Gebrauchseigenschaften
Endform	EF durch Trennen, Fügen, Beschichten und Stoffeigenschaftsändern aus der VOF gefertigte Erzeugnisse mit normativen Gebrauchseigenschaften
geschädigte Endform	GEF durch Abnutzung (Verschleiß, Korrosion, Alterung, Ermüdung, Überlastung) erzeugter Formzustand aus der EF, IEF, MEF, GWEF, der den Gebrauch momentan oder in Δt nicht mehr gewährleistet
instand gesetzte Endform	IEF durch Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten, Stoffeigenschaftsändern aus der GEF und EF gefertigte Erzeugnisse mit gleichen (tolerierten) Gebrauchseigenschaften wie die EF
modernisierte Endform	MEF durch Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten, Stoffeigenschaftsändern aus der GEF und EF (mit verändertem Funktionsumfang und veränderter Funktionsstabilität) gefertigte Erzeugnisse mit erhöhten Gebrauchseigenschaften
gewandelte Endform	GWEF durch Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten, Stoffeigenschaftsändern aus der GEF gefertigte Erzeugnisse mit veränderten Gebrauchseigenschaften der EF und IEF

nichtwandelbare NWIF und nicht instand setzbare Form

geben (Bild 3). Instandsetzungsprozesse sind infolge der Disparität von Basis- und Endformzuständen sekundäre Fertigungsprozesse.

Bild 1. Erzeugniszyklogramm und Prozeßstruktur von Maschinenbauerzeugnissen;
 — Primärzyklus (PZ)
 - - - Sekundärzyklus (SZ)
 - - - - Tertiärzyklus (TZ)



Erzeugniszyklus	Prozestufensequenz								maschinenbautypische Erzeugnisgruppen	Zyklusfrequenz
	Erschließung	Aufbereitung	Vorfertigung	Endfertigung	Nutzung	Instandsetzung	Wartung	Recycling		
Primärzyklus									Dichtungen, Keilriemen, Zahnriemen, Federn	$n_1 = 1$
Sekundärzyklus									Lager, Wellen, Achsen, Gehäuse, Hebel, Blechformteile	$1 < n_2 < \gamma$
Tertiärzyklus									Lager, Wellen, Buchsen, Blechformteile	$1 < n_3 < x$

Bild 2
Erzeugniszyklogramm und Prozeßstufensequenzen maschinenbautypischer Erzeugnisgruppen

Bild 3
Elemente von Instandsetzungsprozessen (ISP) und ihre Rationalisierungskomponenten; Fo elementare Fertigungsoperation, Ho elementare Handhabungsoperation, Po elementare Prüfoperation, TAN technisch begründete Arbeitsnorm, MVN Materialverbrauchsnorm, EVN Energieverbrauchsnorm, MSA Mehrstellenarbeit, MMB Mehrmaschinenbedienung

3. Komponenten zur Rationalisierung von Instandsetzungsprozessen

Jede Wissenschaft bestimmt ihren Gegenstand aus der Menge von Komponenten (Gesetze, Modelle, Regeln, Methoden) zu seiner Beschreibung. Die Wissenschaft von der Instandsetzung ist gemäß der Identität von Instandsetzungs- und Fertigungsprozeß disziplinär ein angewandter Teil der Wissenschaft von der Fertigungsprozeßgestaltung, sie wendet die allgemeinen Modelle, Gesetze, Regeln und Methoden der Fertigungsprozeßgestaltung zur Rationalisierung von Instandsetzungsprozessen an und ergänzt den Erkenntnisrahmen dieser Wissenschaft.

Wesentliche Komponenten zur Rationalisierung von Instandsetzungsprozessen enthält Bild 3. Die Art und Menge der zur Rationalisierung eingesetzten Komponenten ist eine Funktion des zu wählenden Zeithorizonts, der bislang im Basisprozeß eingesetzten Komponenten und der damit erreichten Effekte, der Zielfunktion der Rationalisierungsaufgabe (Zeit-, Werkstoff-, Energieaufwand, Qualität) sowie der vorgegebenen zweigwirtschaftlichen und territorialen Restriktionen.

3.1. Erzeugnisorientierte Komponenten

Die Berücksichtigung erzeugnisorientierter Komponenten (Bild 3) in den Etappen der Erzeugnisentwicklung zum Vorteil der Effektivität auch im Instandsetzungsprozeß bedarf eines weiteren Zeithorizonts ($t > 5a$). Sie ist zweifellos die wesentlichste Aktivität jeglicher Fertigungsvorbereitung, da 70% des Produktionsaufwands durch die Konstruktion entschieden werden.

Die technologische Vorbereitung von Instandsetzungsprozessen durch Erzeugnisgruppenleitbetriebe, die Vorausbestimmung künftiger Prozeßcharakteristika durch Fertigungs- und Planungstechnologen (TVF, TVP) ist ein der Erzeugnisentwicklung der technologischen Vorbereitung des Primärfertigungsprozesses parallel zugeordneter mentaler Prozeß (Bild 4).

Die Menge der im Bild 3 dargestellten erzeugnisorientierten Komponenten ist sorgfältig zu prüfen; in Kooperation zwischen Technologen des Primär- und Sekundärprozesses ist die beiderseits optimale Prozeßlösung zu vereinbaren. Das Forderungsprogramm an die Erzeugnisentwicklung ist zu definieren und durchzusetzen.

Sinnvolle Produktionskooperation für ausge-

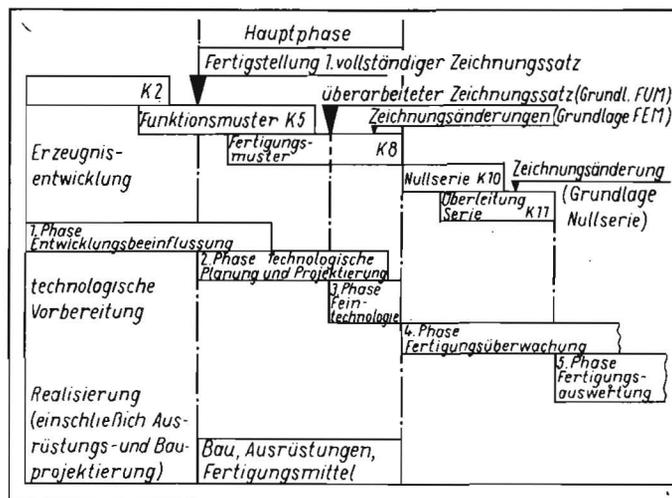
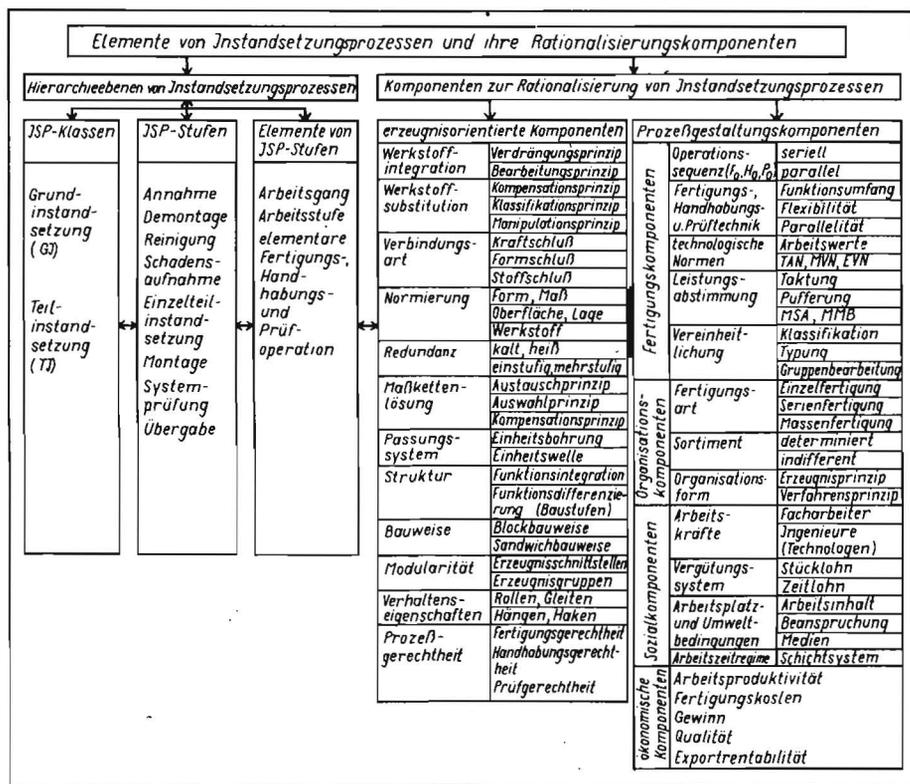


Bild 4. Etappen und Phasen der technischen Vorbereitung von Erzeugnisinnovationen (FUM Funktionsmuster, FEM Fertigungsmuster)

Merkmal	JSP-Klassen						
	GJM	GJB	GJET	GJFE	TJM	TJB	TJET
Strategie	0J						
Anfallintensität	stationär						
Schädigungszustand	instationär						
Operationssequenz	definiert						
Sortiment	stochastisch						
Stückzahl	determiniert						
	indifferent						
	$n = 1$						
	$1 < n < 1000$						
	$n > 1000$						

Bild 5. Merkmale von Instandsetzungsprozeßklassen; ISP Instandsetzungsprozeß, GI Grundinstandsetzung, TI Teilinstandsetzung, OI operative Instandsetzung, VI vorbeugende Instandsetzung, M Maschine, B Baugruppe, ET Einzelteil, FE Formelement

wählte Erzeugnisgruppen sowie die Entwicklung und Fertigung notwendiger Fertigungs-, Handhabungs- und Meßtechnik sollten berücksichtigt werden.

3.2. Einsatz von Prozeßgestaltungs-komponenten

Vorgegebene Bedingungen für Instandsetzungsprozesse, wie sie sich nach abgeschlossener Erzeugnisbeeinflussung ausbilden und wie sie im Bild 5 modellhaft dargestellt sind, gestatten nur noch den Einsatz prozeßorientierter Komponenten. Der kurzfristige Zeithorizont ($t < 2a$) läßt i. allg. nur solche Rationalisierungskomponenten zu, die ohne Veränderung der Fertigungsart, des Sortiments und der Organisationsform eingesetzt werden können, wie z. B. technologische Normen, die Leistungsabstimmung, die Vereinheitlichung und die Sozialkomponenten.

Mittelfristig wirksame Rationalisierungskomponenten ($2a < t < 5a$) sind Organisationskomponenten und der Einsatz integrierter Produktionstechnik. Alle kurzfristig wirksamen Komponenten sind eingeschlossen.

Ist die Zielgröße definiert (Zeit-, Werkstoff-, Energieersparnis, Qualitätssteigerung), sind alle Prozeßstufen der jeweils vorliegenden Instandsetzungsprozeßklasse hinsichtlich ihres Ressourcenumfanges zu prüfen und die zu ihrer Nutzung möglichen Komponenten zuzuordnen (Bild 6). Algorithmen, wie im Bild 7 am Beispiel der Vorbereitung eines bedienarmen Einzelteilinstandsetzungsprozesses allgemein dargestellt, können eine wesentliche Hilfe sein. Alle Prozeßgestaltungs-komponenten korrespondieren mit einer oder mehreren Zielgrößen, ihr funktionaler Zusammenhang ist in der Literatur [2, 3, 4] ausreichend anwendungsbereit dargestellt.

Solche Komponenten, die auf kurz- und mittelfristig erreichbare Effekte orientiert sind, wie die Leistungsabstimmung von Montage- und Demontageoperationen in der operativen Teilinstandsetzung von Landmaschinen, wurden untersucht und erhebliche Einsparungen an Arbeitszeit nachgewiesen [5, 6]. Eine erste Nutzung der technologischen Vereinheitlichung in der Einzelteilinstandsetzung hat zur Erweiterung des Sortiments, zur Reduzierung des Aufwands der technologischen Vorbereitung des Prozesses, zur Erhöhung von Losgrößen (Gruppenlose) und zur Senkung der Durchlaufzeit beigetragen [7, 8].

Die Integration von Funktionsträgern für Handhabungsoperationen in Montageprozessen hat die Entwicklung einer neuen Generation von Montagetechnik begünstigt (integrierte Module zum Auflegen, Einspreizen, Einschleiben, Schrauben), so daß die Zeitkategorien t_{G_m} (Grundzeit Hand) und t_{H_m} (Hilfszeit Hand) dominieren und der Übergang zu bedienarmer Montage auch in der Instandsetzung eingeleitet ist [9, 10].

4. Zusammenfassung

Instandsetzungsprozesse haben zu ihrer weiteren Rationalisierung für kurze und längere Zeithorizonte eine Vielzahl von Quellen. Ihre differenzierte Anwendung auf die Prozeßklassen und Prozeßstufen bringt eine Reihe von Effekten mit differenzierter Intensität hervor. Notwendig für die Nutzung dieser Quellen sind Ingenieure (Technologen), die für differenzierte Gebiete der technischen Vorbereitung von Instandsetzungsprozessen, wie technologische Vorbereitung (TV),

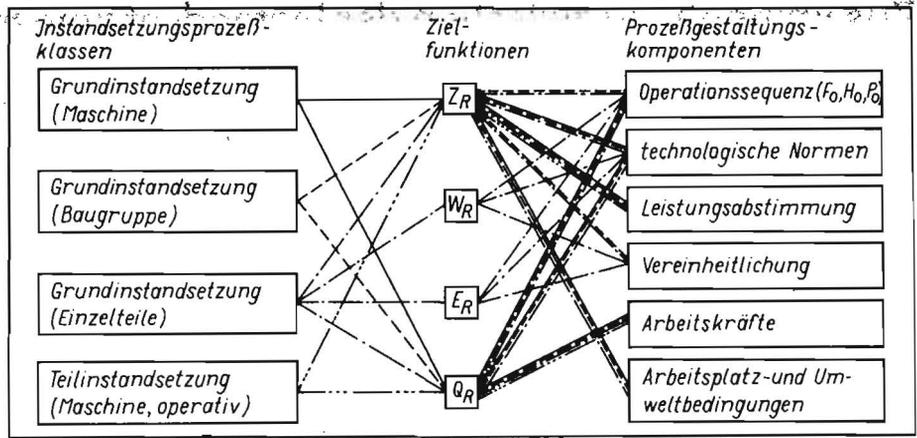
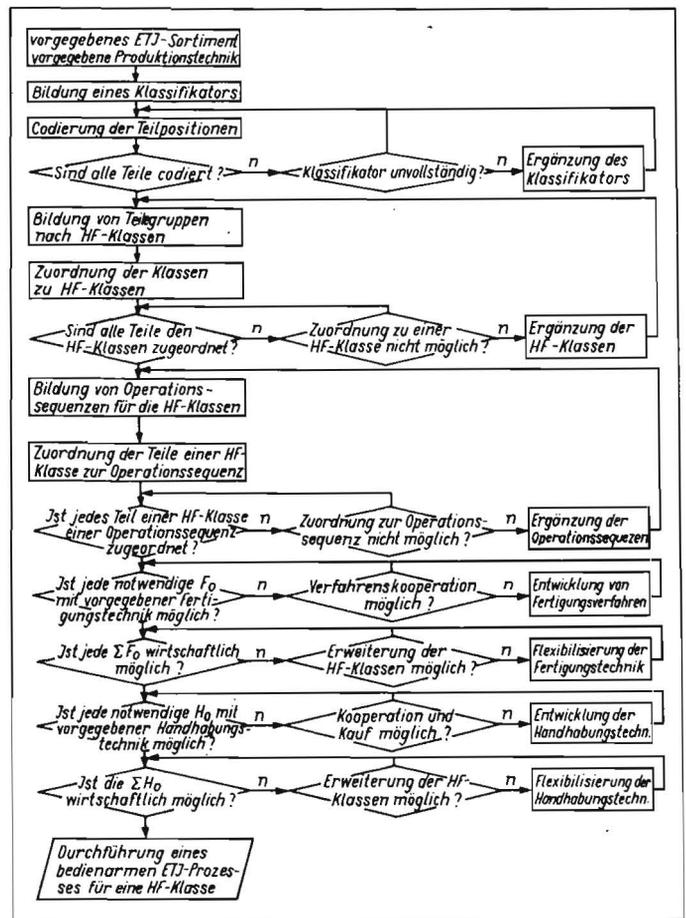


Bild 6
Zuordnung von Prozeßgestaltungs-komponenten, Instandsetzungs-prozeß-klassen und Ziel-funktionen ($t < 2a$); Z Zeit, W Werkstoff, E Energie, Q Qualität, R Ressource

Bild 7
Algorithmus zur Entwicklung eines bedienarmen ETI-Prozesses; HF Hauptformklasse nach Standard TGL 28 260, Fo Fertigungs-operation nach Standard TGL 21 639, Ho Handhabungs-operation nach Standard TGL 28 482



technologischer Fertigungsvorbereitung (TVF), technologische Planung (TVP), Konstruktion und Planung von Betriebsmitteln (TVB), operative Betreuung von Fertigungsprozessen (TVO), einsetzbar sind, die die Fähigkeit haben, sowohl die instand zu setzenden Erzeugnisse als auch den Prozeß in die jeweils konstituierenden Elemente zu gliedern und die unter Verwendung der dargestellten Komponenten eine effektvolle Synthese erreichen. Die Gestalter von Instandsetzungsprozessen schöpfen dabei aus dem wissenschaftlichen Fundus der Fertigungs-prozeßgestaltung und fügen ihm arteigene Erkenntnisse hinzu.

Literatur

- [1] Honecker, E.: Mit dem Blick auf den XII. Parteitag die Aufgaben der Gegenwart lösen. Aus dem Bericht des Politbüros an das Zentralkomitee der SED. Berlin: Dietz Verlag 1988.
- [2] Schiffer, F.; Tempelhof, K.-H.: Fertigungsprozeßgestaltung im Maschinen- und Gerätebau. Berlin: VEB Verlag Technik 1981.
- [3] Müller, G.: Gleichungen für Technologen. Berlin: VEB Verlag Technik 1968.

- [4] Arbeitswissenschaften für Ingenieure. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1988.
- [5] Scharf, U.: Beitrag zur Optimierung der operativen Instandsetzung von Maschinengruppen in der Landtechnik. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation A 1975.
- [6] Saß, S.: Beitrag zur Optimierung der operativen Instandsetzung im Komplex arbeitender landtechnischer Arbeitsmittel. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation A 1982.
- [7] Hunold, F.: Gestaltung typischer Prozesse auf der Grundlage definierter Teilesortimente der Einzelteilinstandsetzung. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation A 1987.
- [8] Roch, J.: Erarbeitung einer Lösung zur Instandsetzung von Einzelteilen auf der Grundlage getypter Prozesse. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1984.
- [9] Scharf, U.; Liebig, B.; Ruckriegel, H.; Ritter, A.: Gestaltung von Modulen für bedienarme Montagesysteme. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1987.
- [10] Scharf, U.: Grundlagen zur Gestaltung von Instandsetzungsprozessen für Einzelteile und Baugruppen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation B 1989. A 5743