

Bild 2. Grundlagen für Sensorentwicklungen biologischer Stoffe

Landwirtschaft elektrische Meßwerte zu erhalten sind.

Auch die biologischen Stoffe haben elektrophysikalische Eigenschaften, sie verfügen über elektrische Ladungsträger, elektrische Dipolmomente und magnetische Momente. Daher sind elektrisches Potential, elektrische Leitfähigkeit, Dielektrizitätskonstante und magnetische Suszeptibilität prinzipiell meßbar. Im Gegensatz zu den Werkstoffen der Industrie ist es aber sehr schwer, reproduzierbare Meßwerte vom biologischen Stoff zu erhalten. Die Ursachen für die große Streuung der Meßwerte ist durch folgende Faktoren bedingt:

- Das Biosystem ist von höchster struktureller, und funktioneller Komplexität (Existenz von Lebensprozessen).
- Es bestehen sehr komplizierte Wechselwirkungen mit der Umwelt.

— Jede biologische Einheit ist von ausgeprägter Individualität.

Die erste Voraussetzung für agrartechnische Anwendungen der elektrophysikalischen Eigenschaften biologischer Stoffe muß trotz der meßtechnischen Schwierigkeiten die Ermittlung eindeutiger und reproduzierbarer Meßwerte mit ausreichender Angabe der Meßbedingungen sein.

Für die praktische Anwendung müssen die elektrophysikalischen Meßwerte zuverlässig mit Stoffkenngrößen für den technologischen Prozeß korrelieren (Bild 2). Ansatzpunkte für die Suche nach derartigen Korrelationen sind elektrophysikalische Vorgänge bei Lebensprozessen. So ist z. B. der Quellprozeß von Saatgut mit elektrischen Ladungsänderungen verbunden, das Streckwachstum von Jungpflanzen ist mit Radikal-Prozessen (magnetischen Zentren)

verknüpft, und der Feuchtigkeitsgehalt biologischer Stoffe ist von elektrischen Polarisationserscheinungen begleitet. Die zweite Voraussetzung ist daher die Ermittlung von Zusammenhängen zwischen eindeutigen und reproduzierbaren Meßwerten elektrophysikalischer Größen mit entsprechenden Stoffkenngrößen.

Als dritte Voraussetzung für einen robusten Sensor, der rauhe Betriebsbedingungen erträgt, sollte das elektrische Meßverfahren so beschaffen sein, daß es einfach und dennoch empfindlich genug ist.

4. Schlußfolgerungen

Die geschilderten Schwierigkeiten der elektrischen Meßtechnik biologischer Stoffe machen verständlich, warum z. B. elektrische Feuchtemesser noch nicht immer den agrartechnischen Forderungen entsprechen.

Die Notwendigkeit, zu objektiven Qualitätsbeurteilungen und Schnellanalysemethoden zu kommen, ist unbestritten. Automatisierung, Robotereinsatz und Optimierung technologischer Prozesse sind Aufgaben, die in nächster Zeit zu realisieren sind und den Einsatz der elektrischen Meßtechnik sowie den Einsatz von Sensoren bei biologischen Stoffen erfordern. Die Analyse der internationalen Literatur und erste eigene Messungen lassen vermuten, daß durch intensive interdisziplinäre Grundlagenforschung von Agrar- und Naturwissenschaftlern die Entwicklung von Sensoren für landwirtschaftliche biologische Stoffe möglich ist. Allerdings darf das hohe Risiko dieser Forschungsrichtung, bedingt durch die Besonderheiten der biologischen Objekte, nicht übersehen werden. Andererseits sind aber gerade hier neue Lösungen und Spitzenleistungen für die Agrartechnik möglich.

A 3672

Als Nachspann der KDT-Fachtagung „Technologie der landtechnischen Instandsetzung“ (s. Heft 11/1982) veröffentlichen wir im folgenden 4 weitere interessante Beiträge dieser Veranstaltung. Die Redaktion

Arbeitsplatzanalysen zur Einsatzvorbereitung der Industrierobotertechnik

Dr.-Ing. R. Büst, KDT/Dozent Dr. sc. techn. F. Mielke, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Arbeitswissenschaften

Bei der Verwirklichung der Direktivziele für den Einsatz von Industrierobotertechnik sind bis zum Jahr 1982, gestützt auf die Leistungsentwicklung im Rationalisierungsmittelgebäude der Kombinate, bedeutende Fortschritte erzielt worden. In der Volkswirtschaft der DDR werden bereits mehr als 15 000 Geräte produktionswirksam eingesetzt. Aus unterschiedlichen Gründen werden die vorgegebenen Effektivitätskriterien noch nicht in jedem Fall erreicht. Die vorliegenden Erfahrungen unterstreichen, daß eine gründliche prozeß- und arbeitsplatzbezogene Analysentätigkeit vor den Einsatzentscheidungen geleistet werden muß, die die Qualität der Einsatzkonzeption verbessert und durch einen fundierten Vergleich der Wertigkeit einzelner potentieller Einsatzfälle das Verhältnis von Aufwand und Nutzen günstig beeinflusst.

1. Zum Aufbau der Arbeitsplatzanalysen in Vorbereitung des Einsatzes von Industrierobotertechnik

Diese Analysentätigkeit muß neben technischen und ökonomischen Gesichtspunkten

arbeitswissenschaftliche Kriterien einschließen. So ist aus einem umfassenden Effektivitätsbegriff heraus die verfügbare Industrierobotertechnik vorrangig dort einzusetzen, wo Handhabungsaufgaben

- sich als Bestandteil von Arbeitsaufgaben oft in gleicher oder ähnlicher Weise wiederholen und dadurch mit hohem anteiligen Arbeitsaufwand verbunden sind
- das Anforderungsniveau der Arbeitstätigkeiten senken und hohe Wahrscheinlichkeiten des Auftretens leistungsmindernder psychischer Beanspruchungsfolgen indizieren
- als ausschlaggebende Momente für das Vorhandensein von körperlich schwerer Arbeit angesehen werden müssen
- noch unter Bedingungen ausgeführt werden, die durch hohe Emissionsintensitäten für Lärm, Luftverunreinigungen u. a. Schadfaktoren sowie das Vorhandensein von Gefährdungen gekennzeichnet sind.

Über Möglichkeiten des direkten und sofortigen Zugriffs zu solchen arbeitsplatzbezogenen Informationen verfügen z. Z. nur wenige Kom-

binat und Betriebe. Zur Erleichterung der dann notwendigen Analysen wurde ein Anleitungsmaterial konzipiert und entwickelt [1]. Dieses als mehrstufige Grobanalyse angelegte Verfahren gestattet

- quantitative Aussagen über die potentiell für die Industrierobotertechnik geeigneten Arbeitsplätze
- die Angabe notwendiger Anpassungsmaßnahmen zur Herstellung der Eignung und damit Orientierungen für den Rationalisierungsmittelbau
- den Vergleich der Beeinflussbarkeit der im Ist-Zustand an den Arbeitsplätzen noch vorhandenen Gestaltungsmängel durch den Einsatz von Industrierobotertechnik.

Die Anwendung des Verfahrens soll stets im Rahmen geschlossener betrieblicher Struktureinheiten erfolgen. Bei Durchführung repräsentativer Untersuchungen in Betrieben und Kombinat können Schlußfolgerungen zu den in Tafel 1 angedeuteten Sachkomplexen aus den gewonnenen Daten gezogen werden [2]. Dabei ist die Art des Betriebs, d. h. das Produktionsspektrum und die vorhandene Or-

ganisationsform der Fertigung, zunächst unerheblich. Bewährt hat sich das Untersuchungsmaterial in Betrieben des Maschinenbaus, der Elektrotechnik, der Lebensmittelindustrie, in den Vorfertigungsbereichen von Baubetrieben und in Instandhaltungsbetrieben. Kernstück des Materials sind vier gestuft anzuwendende Prüflisten, die als Erfassungslisten 1a, 1b, 2a und 2b bezeichnet werden. Das Bild 1 zeigt einen Auszug aus der Erfassungsliste 1a.

Die verwendeten Merkmale entstammen einem umfangreichen Merkmalskatalog und wurden durch praktische Untersuchungen auf ihre Relevanz geprüft. Die Vorgehensweise besteht zunächst in der Überprüfung des technologischen Ist-Zustands der Handhabungsprozesse und in der Suche nach brauchbaren Anpassungsmaßnahmen, die die Eignung des Arbeitsplatzes herbeiführen können.

Auf dieser Basis wird ein vorrangig technisch orientierter vorläufiger Eignungsentscheid getroffen, der durch die nachfolgende Bewertung anhand arbeitswissenschaftlicher und ökonomischer Kriterien (Liste 2a) sowie technischer Anforderungen (Liste 2b) ergänzt werden kann. Auf der Grundlage der so verfügbar gemachten Informationen können Einsatzentscheidungen zielgerichteter und zuverlässiger getroffen werden.

2. Arbeitswissenschaftlich relevante Teilergebnisse durchgeführter Arbeitsplatzanalysen

Die Verdichtung der je Arbeitsplatz gewonnenen Daten führt zu einem multivalent nutzbaren umfangreichen Datenmaterial. Wichtig ist zunächst die Gewinnung von Erkenntnissen zur technologischen Struktur im Untersuchungsbereich, der ja das anvisierte Einsatzfeld für die Industrierobotertechnik darstellt. Ansatzpunkte hierzu kann die Analyse der Ergebnisse aus der Liste 1a liefern, indem die auftretenden Hemmnisse für den Einsatz von Industrierobotern hinsichtlich ihrer Struktur untersucht werden. Bildet man die Rangreihen der Auftretenshäufigkeiten aller Untersuchungsmerkmale, so ergibt sich in einem ausgewählten Untersuchungsbereich mit $n = 526$ Arbeitsplätzen der in Tafel 2 auszugsweise wiedergegebene Befund. Es wird deutlich, welche technologischen Probleme zur Vorbereitung des breiten Einsatzes von Industrierobotern gelöst werden müssen. Sehr häufig sind es solche Hemmnisse wie der mangelhafte Ordnungszustand der Teile während sämtlicher UML-Prozesse. Komplizierte Bewegungsverläufe bei Handhabungen (z. B. bei Schweiß- und Montagevorgängen), sind oft nicht ohne

Tafel 1. Aussagemöglichkeiten des Arbeitsmaterials zur Grobanalyse

Verdichtungsstufe	Aussagemöglichkeiten
Kombinat	Langfristige Einsatzkonzeption Ermittlung effektiver Einsatzformen und -schwerpunkte mögliche Auswirkungen auf das verfügbare Arbeitsvermögen Entwicklung der Arbeitsbedingungen Grundlagen für Eigenentwicklung von Industrierobotertechnik einschließlich Peripherie
Betrieb	Bedarfsfassung Überblick über die für Industrierobotertechnik geeigneten Arbeitsplätze Planung des Einsatzes von Industrierobotertechnik nach Schwerpunkten und Ableitung konkreter Aufgaben für die Jahresplanung Aufgabenstellungen für den Rationalisierungsmittelbau Abbaumöglichkeiten konkreter Arbeiterschwernisse, Freisetzung von Arbeitskräften
Arbeitsplatz	Eignungsbestimmung Beurteilung der Eignung für Industrierobotertechnik Ableitung der Anpassungsmaßnahmen Übersicht über arbeitswissenschaftliche Gestaltungsmängel und ihre Lösbarkeit Anforderungen an die einzusetzende Industrierobotertechnik

weiteres mit der verfügbaren Industrierobotertechnik beherrschbar. Die Häufigkeit manueller Schaltvorgänge weist auf einen relativ niedrigen Automatisierungsgrad hin. Solchermaßen interpretierte Daten machen nachhaltig auf die Notwendigkeit gründlicher analytischer Vorarbeit zur Entscheidungsfindung aufmerksam, die durch das vorgestellte Hilfsmaterial [1] unterstützt werden kann. Die Auswertung führt für vorgegebene arbeitswissenschaftlich relevante Gestaltungsmängel oder für Mehrfachexpositionen, d. h. an einem Arbeitsplatz gleichzeitig wirkende unterschiedliche Mängel, zur Bestimmung einer Mängel-

rate k_M sowie einer Beeinflussbarkeitsrate k_B . Beide beziehen sich auf nach Verfahrenshauptgruppen, Maschinengruppen o. a. Selektionsmerkmalen geordnete Teilmengen der untersuchten Stichprobe von Arbeitsplätzen. Das Produkt beider Raten bildet die mit dem Einsatz von Industrierobotertechnik erzielbare Wirksamkeit bei der Reduzierung oder Beseitigung der Gestaltungsmängel ab [3].

Eine so angelegte Auswertung ermöglicht die Beantwortung der Frage, ob und in welchem Grad arbeitswissenschaftlich relevante Schwerpunkte durch die Industrierobotertechnik

Bild 1
Auszug aus der Erfassungsliste 1a; Merkmalsbereich Ausführung der Arbeit

Ifd. Nr. des Arbeitsplatzes	1	2	3	4	5	...	n-2	n-1	n	Summe 0
	Bezeichnung des Arbeitsplatzes									
Untersuchungsmerkmale	Drehen DP 630 NC		Stanzen PED 63		Fahrschleifen					
Ausgangslage Werkstück	0		0		1					2
Bearbeitungslage Werkstück	L		L		L					
Ablauf zyklisch	L		L		L					
Ablauf stereotyp	L		L		L					
einfache Bewegung	L		L		L					
Selbstpositionierung	L		L		0					1
ohne Kräfteinsatz	L		L		L					
ohne Fingereinsatz	L		L		L					
Ausgangsqualität	0		L		L					1
Qualitätsprüfung	0		L		0					2
ohne Nacharbeit	L		L		0					1

Tafel 2. Rangreihe der den Einsatz von Industrierobotern hemmenden technologischen Arbeitsplatzmerkmale

Rang	Hemmnis (Merkmalsausprägung 0, Liste 1a)	Anteil %
1	Ausgangslage Werkstück nicht definiert	87,1
2	Form für Zangengreifer ungeeignet	63,4
3	komplizierter Bewegungsverlauf	60,2
4	keine Selbstpositionierung des Werkstücks	59,9
5	manuelles Schalten des Fertigungsmittels	58,0
6	Arbeitsausführung unter Fingereinsatz	55,2
7	Bearbeitungsvorgang manuell gesteuert	54,7
8	Spannen manuell	50,2
9	integrierte Qualitätskontrolle	47,3
10	Arbeitsablauf nicht stereotyp	42,3

Tafel 3. Veränderung arbeitswissenschaftlicher Probleme beim Einsatz von Industrierobotern

Wirkungsweise des Einsatzes von Industrierobotern	betroffene Faktoren	neue Probleme
Ursachenbeseitigung, dadurch vollständige Wirkung auf den Menschen	körperlich schwere Arbeit Zwangshaltungen Monotonie Zwangsrhythmus Gefährdungen	neue Gefährdungselemente durch Industrierobotertechnik neue Arbeitsanforderungen
keine Ursachenbeseitigung, dadurch nur partielle Wirkung (Belastungsreduktion)	Lärm Luftverunreinigungen Klima Arbeiterschwernisse	Überlagerung mit benachbarten Arbeitsplätzen Umweltverschmutzung

nik tatsächlich überdeckt werden (Tafel 3). Das trägt dazu bei, die Einsatzkonzeptionen mit den langfristigen Zielstellungen zur Verbesserung der materiellen Arbeitsbedingungen besonders für die Produktionsarbeiter zu koordinieren. Gleichzeitig entstehen daraus Anforderungen an die Feinprojektierung der Einsatzfälle, die sichern muß, daß die mit dem Einsatz von Industrierobotern in Abhängigkeit von der zeitlichen Bindung des Werk tätigen an die Technik möglichen Reduzierungen bzw. Beseitigungen nicht — möglichst auch nicht teilweise — durch Überlagerungswirkungen benachbarter Arbeitsplätze aufgehoben werden.

Für die Feinprojektierung erweisen sich dar, über hinaus weitere Informationen als nützlich, die ebenfalls mit arbeitsplatzbezogenen Analysen der Basisvarianten gewonnen werden. Quelle der Arbeitszeiteinsparung und

damit der Arbeitskräftefreisetzung sind z. B. nicht allein die unmittelbar substituierten Handhabungsvorgänge, sondern auch arbeits- teilig und prozeßbedingte Wartezeiten der Arbeitskraft, die in unterschiedlichen Größenordnungen in Abhängigkeit vom Teilesortiment auftreten und bei NC-Werkzeugmaschinen Größenordnungen bis zu 15% der Schichtzeit erreichen können, sowie Zeitverluste nach Standard TGL 2860-56 [4].

Auch Restaufwände, die mit dem Einsatz von Industrierobotern nicht beeinflussbar sind, müssen ebenso wie nunmehr neu hinzukommende Betreuungsaufwände objektiviert werden. Entsprechende Analysen helfen, mehr Sicherheit bei der Bestimmung der ökonomischen Effektivität je Einsatzfall zu erreichen. Solche Untersuchungen sind vor allem dort wichtig, wo ältere NC-Werkzeugmaschinen mit Industrierobotertechnik ausgestattet

und mit dementsprechenden Lösungen nicht alle ehemaligen Arbeitsfunktionen des Bediensteten abgelöst werden.

Literatur

- [1] Büst, R.: Anleitungsmaterial zur arbeitswissenschaftlich begründeten Auswahl von Arbeitsplätzen für den Einsatz von Industrierobotern. Technische Universität Dresden, Reprint 1981.
- [2] Büst, R.: Untersuchungen zur Planung und Leitung des Einsatzes von Industrierobotern. Sozialis- tische Rationalisierung in der Elektrotechnik/ Elektronik, Dresden 10 (1981) 7, S. 180—182.
- [3] Arbeitswissenschaftliche Entscheidungshilfen zur Vorbereitung des Einsatzes von Industrierobotern. Technische Universität Dresden, Studie 1982 (unveröffentlicht).
- [4] Weiß, D.: Zeitliche Bilanzierung von Maßnahmen zur Veränderung der Arbeitsteilung am Beispiel von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. Technische Universität Dresden, Reprint 1981.

A 3688

Gestaltung von Montageabschnitten mit progressiven Arbeitsstrukturen

Dozent Dr.-Ing. H. Enderlein, KDT/Dozent Dr.-Ing. F. Lohwasser, KDT, Ingenieurhochschule Zwickau, Sektion Technologie der metallverarbeitenden Industrie

1. Einleitung

Rationell gestaltete Montageprozesse in der Großserien- und Massenfertigung erfordern Gestaltungslösungen, die der zunehmenden Intensivierung der Produktion ebenso gerecht werden wie ihrer Anpaßbarkeit an wechselnde Fertigungsaufgaben und der bestmöglichen Erfüllung progressiver Arbeitsinhalte. Diese Feststellung gilt neben der Montage in der Großserien- und Massenfertigung weitgehend auch für die industrielle Instandsetzung von gleichen oder ähnlichen Bau- bzw. Funktionsgruppen in größeren Stückzahlen.

2. Zur Konzeption der Nestmontage

Bei der Entwicklung flexibler und auch arbeitswissenschaftliche Grundforderungen erfüllender Montagesysteme werden die Nachteile der konventionellen Fließmontage immer deutlicher. Typisch für die von den Autoren in die Untersuchungen einbezogenen Montagefließprozesse waren

- überdurchschnittlich hohe Fluktuationserscheinungen
- entscheidende, schwer zu beherrschende Qualitätsmängel an den Erzeugnissen
- Störungsanfälligkeit gegenüber stochasti-

schen Einflüssen (besonders durch die Arbeitskräfte hervorgerufen)

- geringe Flexibilität und damit beschränkte Anpaßbarkeit an Veränderungen des Erzeugnissortiments
- negative Befindlichkeitsbeeinträchtigung der Werk tätigen durch Monotonie, psychische Sättigung und Streß.

Alle diese Erscheinungen wirken negativ auf die Produktivität derartiger Systeme. Der Trend geht wie bei modernen Teilefertigungssystemen hin zu integrierten und flexiblen Lösungen, die sowohl an wechselnde Montageaufgaben anpaßbar sind (Wechselfließbän- den [1], integrierte Montageabschnitte [2], automatisierte Montagezellen [3]) als auch progressive Arbeitsinhalte aufweisen (Nestmontage [4]).

Unter Nestmontage ist eine arbeitsgestalterisch begründete Organisationsform der Montage zu verstehen, in der mit progressiven Inhalten der Arbeit sozialpsychologisch und organisatorisch begründete Kollektive in räumlich konzentrierten und abgegrenzten Arbeitsbereichen komplexe Arbeitsaufgaben in weitestgehend freier Organisation ausführen.

Die Wirkungen der Nestmontage wurden in

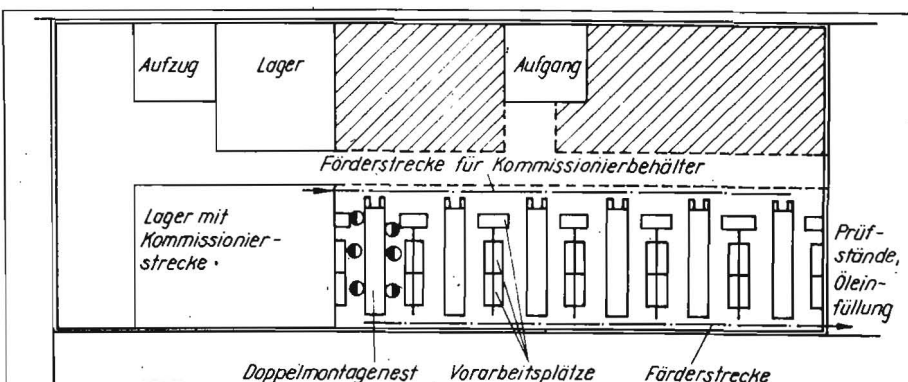
den zurückliegenden 5 Jahren an einer Reihe von Beispielen nachgewiesen, wobei besonders die Persönlichkeitsförderung, die Beanspruchungsoptimierung und die Effektivitätssteigerung im Mittelpunkt des Interesses standen. In der Einheit dieser 3 Gestaltungsziele wird ein progressiver Arbeitsinhalt angestrebt. Am Beispiel der Montage von Mokickmotoren soll das Gestaltungsergebnis mit den erreichten Wirkungen vorgestellt werden.

Ausgangssituation war ein Montagefließband mit 26 Takten (Taktzeit 0,64 min), einer überdurchschnittlich hohen Rückweisquote und Fluktuationsrate.

Nach der Neugestaltung des Montageprozesses in einem Montagenest (3 Arbeitskräfte montieren einen Motor komplett), einem langzeitigen Arbeitsversuch mit Nachweis der Produktivitätssteigerung auf 140%, einer wesentlichen Qualitätssteigerung und Befindlichkeitsverbesserung wurde die gesamte Motormontage nach diesem Grundprinzip (Parallelschaltung von Montagenestern) gestaltet (Bild 1).

Eine andere Lösung zur Nestmontage, in der Pkw-Karosserien auf parallelen Montageplattformen, einem Fließmontageabschnitt vorgeschaltet, montiert werden, ist im Bild 2 dargestellt [6].

Bild 1. Nestmontagebereich für Mokickmotoren nach [5]



3. Flexibilität von Montagesystemen

Ein wichtiges Gestaltungsziel ist eine hohe Flexibilität dieser entstehenden Montagesysteme.

Nach Schmigalla ist unter der Flexibilität eines Fertigungssystems die Eigenschaft einer Ausrüstung zu verstehen, Veränderungen des Produktionsprogramms und des technologischen Prozesses realisieren zu können, ohne Veränderungen der Ausrüstungen und der räumlichen Struktur vornehmen zu müssen.

Entsprechend der Funktion, der Elementmenge und der Struktur eines Fertigungssystems werden drei Seiten der Flexibilität unterschieden: die technologische, die kapazitive und die strukturelle Flexibilität [7].