

Ergebnisse zur Qualitätskontrolle auf dem Feld bei der Ausbringung von Stickstoffdüngern

Dr. agr. L. Hannusch, Institut für Düngungsforschung Leipzig der AdL der DDR

Zunehmend wird die volkswirtschaftliche Leistung der Landwirtschaft aller Länder nicht nur an den erzeugten Nahrungsmengen gemessen, sondern künftig in steigendem Umfang auch an der Qualität ihrer Produkte und an ihrem Beitrag zur Erhaltung der natürlichen Umwelt. Durch präzises Arbeiten kann ein erheblicher Beitrag zur Schonung der Umwelt geleistet werden, und hohe Akkerkultur, spezifische Düngung und gute Pflanzenbestände sind mit ökologischen Forderungen durchaus vereinbar. Mit den rechnergestützten Düngungsempfehlungen als Entscheidungsgrundlage und den MC-Programmen BEFU (Version 88/1) für die 1., 2. und 3. N-Gabe für Getreide sowie Kartoffeln und Zuckerrüben stehen ernährungsphysiologisch und ökologisch begründete, operativ präzisierete N-Düngungsvorschläge zur Verfügung. Bei einem hohen Ertragsniveau ist die so errechnete Düngermenge mit einer maximalen Abweichung von ± 5 kg Reinstickstoff/ha auszubringen, wobei der Variationskoeffizient für die Streugenauigkeit 15% nicht übersteigen darf. Diese hohen Forderungen können mit Düngerstreuern, die im Frühjahr weder überprüft noch eingestellt worden sind, nicht erreicht werden. Andererseits ist unter Praxisbedingungen bei oftmals begrenztem Ersatzteilsortiment und ständig wechselnden Einsatzbedingungen eine optimale Streugenauigkeit nur schwer zu realisieren.

Es war daher zu untersuchen, in welchem Umfang die agrochemischen Zentren (ACZ) die gestiegenen Forderungen an die Arbeitsqualität, besonders bei der N-Düngung des Getreides, erfüllen und auf welchen Gebie-

ten sich Schwachstellen bei der Realisierung dieser Forderungen ergeben. Aus diesem Grund wurde im Frühjahr 1988 in einigen ACZ des Bezirks Leipzig ohne Anmeldung die Arbeitsqualität auf dem Feld überprüft. Die geprüften LKW-Streuer wurden zufällig bestimmt. Es wurden 2 Streufahrzeuge je ACZ untersucht, wobei die Streugenauigkeit von jedem Düngerstreuer mit 3 Wiederholungen ermittelt worden ist.

Untersucht wurden folgende Parameter:

- Streugenauigkeit nach Standard TGL 20 891/04
- Einhaltung der Ausbringmenge je ha
- Schleuderscheibendrehzahl bei der Arbeit auf dem Feld
- Einhaltung der Arbeitsbreite, wenn keine Fahrspuren vorhanden waren.

Ergebnisse der Untersuchungen zur Einhaltung der Streugenauigkeit

Bei der Beurteilung der Streugenauigkeit muß berücksichtigt werden, daß sich im Meßwert nicht nur die z. T. unbefriedigenden physikalischen Eigenschaften des Mineräldüngers (z. B. Ammonsulfat), sondern auch der Pflegezustand des Düngerstreuers und die Kenntnisse und Fertigkeiten des Mechanisators auf dem Gebiet der Einstellung des Streuers widerspiegeln. In diesen Zahlen werden aber auch das Niveau der Leitungstätigkeit und die Einstellung der ACZ-Leitung zur Problematik Qualitätsarbeit sichtbar.

Auf die große Bedeutung einer vollen technischen Funktionssicherheit wesentlicher Baugruppen am Düngerstreuer wurde wiederholt hingewiesen [1, 2, 3]. Das Nichteinhalten dieser Empfehlungen war bei einer gan-

zen Reihe von Streuern die Ursache dafür, daß bei der Erfüllung von Qualitätsnormen auf dem Feld Probleme sichtbar wurden.

Es kommt nicht nur darauf an, defekte Teile instand zu setzen und diesen Streuer dann einzusetzen. Eine hohe Genauigkeit bei der Applikation ist zum Beispiel an die Einhaltung bestimmter Toleranzen zwischen den Baugruppen gebunden. Wird das nicht gewährleistet, sind selbst bei genauer Anschlußfahrt auf dem Feld Streufehler nicht zu vermeiden. Zu den häufigsten Fehlern gehörten:

- falsche Drehzahlen der Streuscheiben
 - Streuscheiben mit zu großen horizontalen Abweichungen
 - Aufgabepunkte auf die Streuscheibe, die jahrelang nicht überprüft worden sind
- Das Ergebnis einer solchen Arbeitsweise wird im Bild 1 sichtbar, wo mit einem sehr gut granulierten Düngemittel (KAS/Schwedt) bei einer vorgegebenen Arbeitsbreite von 18,4 m nur eine Streugenauigkeit von 43% erreicht wurde. Ertragsverluste sind unter diesen Bedingungen nicht zu vermeiden.

Daß man auch mit einem in seinen physikalischen Eigenschaften nicht optimalen Mineräldünger, wie z. B. KAS/Wolfen, bei Arbeitsbreiten von 9 bis 12 m Variationskoeffizienten < 20% erreichen kann, beweisen zwei andere ACZ. Hier wurden die Streufahrzeuge vor der Kampagne abgedreht, bezüglich ihrer technisch-funktionellen Parameter überprüft und der Aufgabepunkt auf die Schleuderscheibe exakt eingestellt. Mit einem alten Streuer D032/N wurden so bei der Ausbringung von KAS/Wolfen bei einer Arbeitsbreite von 12 m Variationskoeffizien-

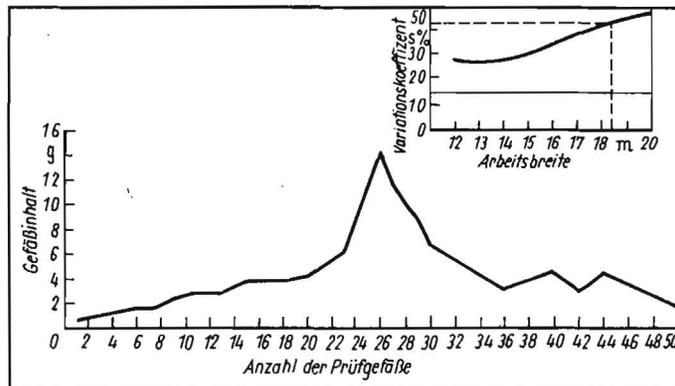


Bild 1
Streubild des LKW-Streuaufsatzes D035 mit KAS/Schwedt

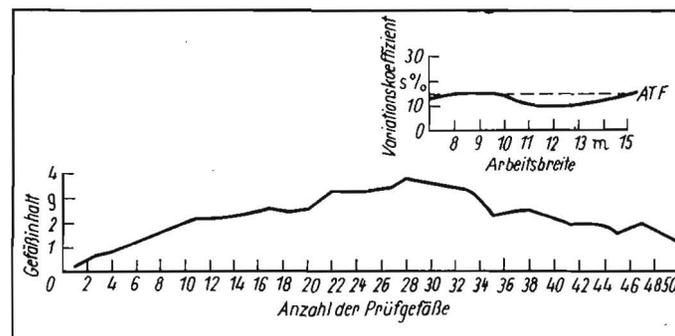
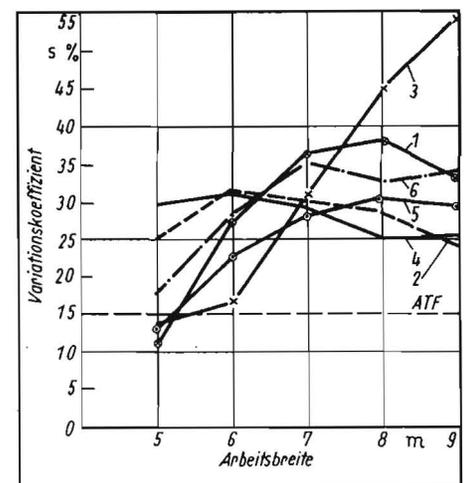


Bild 2
Streubild des LKW-Streuaufsatzes D032/N mit KAS/Wolfen nach korrekter Einstellung der Leitbleche (ATF) agrotechnische Forderung)

Bild 3
Ergebnis der Überprüfung von Praxisstreuern bei der Ausbringung von Ammonsulfat in verschiedenen ACZ (D035, D032/N); 1 bis 6 Mineräldüngerstreuer



ten von 9,1 bis 17,2% ermittelt (Bild 2). Besonders problematisch ist die genaue Verteilung von Ammonsulfat, da neben dem schwer zu findenden Aufgabepunkt auch keine optimale Gleichmäßigkeit bei der Zuführung zu den Schleuderscheiben gewährleistet werden kann, was sich besonders in einer schlechten Längsverteilung widerspiegelt. Die Streugenauigkeitsmessungen in mehreren ACZ ergaben, daß Ammonsulfat in der Praxis bei der allgemein üblichen Arbeitsbreite von 7 m offensichtlich kaum mit einem Variationskoeffizienten < 30% appliziert wird (Bild 3). Die Forderungen an die chemische Industrie bezüglich der Produktion von grobkristallinem bzw. granuliertem Ammonsulfat sollten deshalb auf kürzestem Weg realisiert werden.

Von den LPG werden für die Düngung des Getreides teilweise noch Anbauschleuderstreuer D028/4 eingesetzt. Die Streugenauigkeit dieser Maschine ist schwer zu beherrschen. Ursache dafür ist, daß die Einstellung einer symmetrischen Verteilung nur nach visueller Kontrolle auf dem Feld keine befriedigenden Resultate liefert. Auf diese Art können nur sehr krasse Verteilungsfehler erkannt werden (Bild 4). Bei diesem Streuer wurde eine Seite annähernd mit 50% überdüngt, während die andere Seite stellenweise nur die Hälfte der beabsichtigten Mineraldüngeremenge bekam. In dieser Form war das Streubild auf dem Feld nicht erkennbar. Nach dem Beispiel der ACZ Großsteinberg, Kleinzschepa und Delitzsch (Bezirk Leipzig) ist es jetzt sehr leicht möglich, auf einem stationären Prüfstand die gleichmäßige Einstellung innerhalb weniger Minuten zu kontrollieren. Im Rahmen der kooperativen Zusammenarbeit sollten die ACZ dafür die materiell-technischen Voraussetzungen schaffen und auch die Einstellung dieser Streuer für die LPG übernehmen.

Eine zusammenfassende Wertung aller untersuchten Düngestreuer ergibt, daß in den Klassen bis 20% Streugenauigkeit etwa 40% der untersuchten Düngestreuer und in den Klassen 20 bis 30%, 30 bis 40% und > 40% etwa 60% der untersuchten Düngestreuer zu finden sind (Tafel 1). Ähnliche Untersuchungen in Ländern mit fortgeschrittener Agrarproduktion ergaben, daß dort etwa 2/3 aller untersuchten Düngestreuer eine Streugenauigkeit bis 20% erreichen und nur 1/3 der Düngestreuer mit einem Variationskoeffizienten > 20% arbeiten.

Die Ergebnisse in Tafel 1 zeigen, daß die Reserven u. a. auch bei der Applikation gut granulierter Düngemittel zu suchen sind. Die Ausbringung von KAS/Schwed in den Klassen 20 bis 30% und 30 bis 40% ist durch nichts zu rechtfertigen und offenbart Nachlässigkeiten bei der Kampagnevorbereitung. Durch die Erschließung dieser Reserven kann ein sichtbarer Beitrag zur Ertragssteigerung und Ertragsstabilisierung geleistet werden.

Einhaltung der Ausbringungsmenge

Die Einstellung der Ausbringungsmenge am Düngestreuer erfolgt durch Änderung des Volumstroms. Damit beeinflussen die anwendungstechnischen Eigenschaften des Mineraldüngers, besonders der Wassergehalt, die Teilchengröße, das Kornspektrum und die Dichte, aufgrund einer normalen Schwankungsbreite auch die Ausbringungsmenge.

Die dadurch möglichen Abweichungen von der eingestellten Ausbringungsmenge betragen

Bild 4
Streubild des Anbauschleuderstreuers D 028/4 mit asymmetrischer Einstellung (KAS/Wolfen)

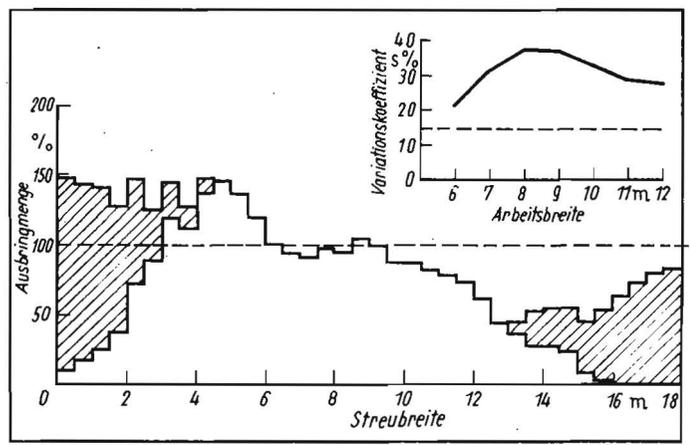


Bild 5
Verteilung von Stickstoff mit einer Arbeitsbreite von 18,4 m bei einem Variationskoeffizienten von 33,4%.

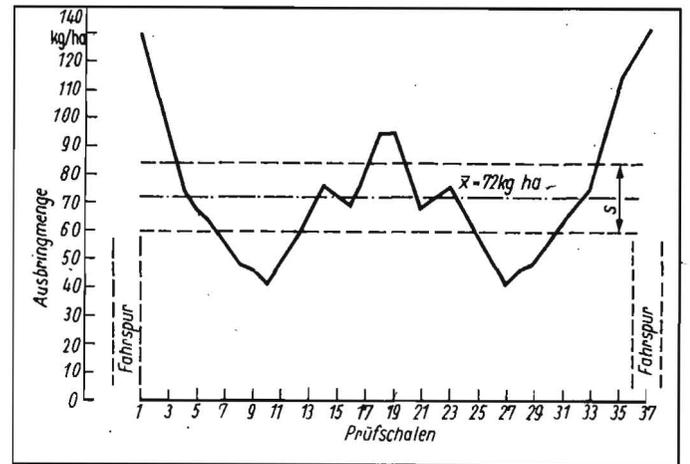


Bild 6
Schleuderscheibendrehzahl des Streuaufsatzes D035 bei Fahrt auf Winterweizen im Frühjahr

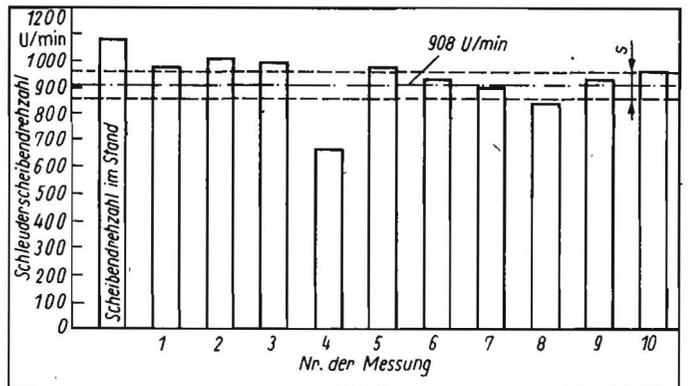
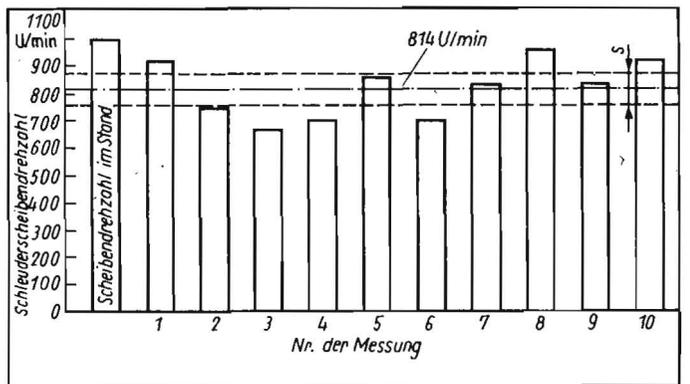


Bild 7
Schleuderscheibendrehzahl des Streuaufsatzes D035 bei Fahrt auf Winterfurche



Tafel 1
Klassifizierung aller Untersuchungsergebnisse zur Streugenauigkeit (relativer Anteil der Streufahrzeuge)

Mineraldünger	Arbeitsbreite m	Variationskoeffizient in %				
		10...15	15...20	20...30	30...40	> 40
KAS/Schwed	18,4	-	13	8	12	-
KAS/Wolfen	12,0	7	20	-	-	6
Ammonsulfat	7,0	-	-	20	14	-
insgesamt			40			60

Betrieb	Düngemittel	Arbeitsbreite		Schwankungsbereich	Anzahl der Meßwerte
		Soll m	Ist rel.		
A	KAS/Wolfen	12	91,5	76,7...110,8	30
B	KAS/Wolfen	12	113,9	87,5...109,2	31
C	KAS/Wolfen	9	106,7	90,0...126,7	20
D	Ammonsulfat	7	111,4	87,1...135,7	31
E	Ammonsulfat	7	115,7	85,0...137,1	20
\bar{x}				85,3...123,9	

Tafel 2
Einhaltung der Arbeitsbreite beim Düngestreuen auf Sommergetreide- und Hackfruchtflächen vor der Bestellung

ren wird. Diese Differenz sollte bei der Einstellung der Schleuderscheibendrehzahl gegenüber der Normdrehzahl vorgegeben werden.

Einhaltung der Arbeitsbreite

Nach der planmäßigen Anlage von Fahrgassen im Getreide kann bei abgestimmten Arbeitsbreiten der Applikationsmaschinen flächendeckend Qualitätsarbeit geleistet werden. Kritisch wird die Einhaltung der Arbeitsbreite auf Sommergetreide-, Mais- und Hackfruchtflächen vor der Bestellung, wo als einzige Orientierungsmöglichkeit nur die Spur des letzten Umlaufes genutzt werden kann. Diesbezügliche Untersuchungen ergaben Abweichungen von der Sollarbeitsbreite, die im Mittel eine Schwankungsbreite von -15 bis +24 % hatten (Tafel 2). Bezogen auf die Stickstoffausbringung von 140 kg/ha als Ammonsulfat zu Kartoffeln bedeutet das die streifenweise Ausbringung von Stickstoff mit Mengen von 165 kg/ha bei zu engem und von 112 kg/ha bei zu weitem Fahrabstand. Die mittlere Differenz von 50 kg/ha kann bei extremen Fahrspurabweichungen noch um 50 % höher liegen und führt in Verbindung mit anderen Wachstumsfaktoren zu erheblichen Ertrags- und Qualitätsunterschieden.

Beachtenswert ist, daß sich im Gegensatz zu früheren Untersuchungen jetzt eine deutliche Tendenz zur Überschreitung der Sollarbeitsbreite zeigt, während in den Gründerjahren der ACZ (1967 bis 1969) viel häufiger die vorgegebene Arbeitsbreite im Interesse einer höheren Sicherheit unterschritten wurde. Die Abrechnung hoher täglicher Arbeitsleistungen und die nicht immer sichtbaren Verstöße gegen die Qualitätsforderungen dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß noch erhebliche Reserven erschlossen werden können.

Literatur

- [1] Hannusch, L.; Kämpfe, K.: Vorbereitung des Einsatzes der LKW-Streuaufsätze D035 und D032/N. *agrar-technik*, Berlin 31 (1981) 9, S. 388-389.
- [2] Jäschke, H.; Hannusch, L.: Die Einstellung der Streugenaugigkeit am Schleuderscheibenstreuer D035. *Feldwirtschaft*, Berlin 28 (1987) 1, S. 34-36.
- [3] Hannusch, L.; Eckardt, F.: Hohe Erträge nur bei qualitätsgerechter Applikation von Stickstoffdüngern. *Bauern-Echo* vom 26./27. März 1988. A 5540

bei vorschriftsmäßiger Lagerung der Düngemittel bis 5 %. Unter Berücksichtigung der Abweichungen, die sich aus dem hinzukommenden normalen Verschleiß des Düngestreuers ergeben, ist aus diesem Grund eine jährliche Überprüfung der streuerspezifischen Dosiertabellen dringend erforderlich. Diesbezügliche Untersuchungen auf dem Feld ergaben, daß alle Mechanisatoren zwar Dosiertabellen hatten, ihre jährliche Überprüfung jedoch nur in 43 % der untersuchten Betriebe erfolgte. Der Effekt war folgender:

- Düngestreuer mit jährlicher Überprüfung ergaben bei der Abrechnung des Arbeitsauftrags Abweichungen von 1 bis 6 % gegenüber der Sollausbringung/ha.
 - Bei Verwendung älterer Dosiertabellen betragen die Abweichungen im Durchschnitt 11 bis 17 % (Extremwerte um 40 %).
- Diese mittleren Abweichungen von der Ausbringung sagen aber noch nichts darüber aus, welche Düngermengen je m² Arbeitsbreite tatsächlich gefallen sind. Nachmessungen auf dem Feld ergaben z. B., daß bei der Ausbringung von Ammonsulfat (auf Winterfurche) Arbeitsbreiten zwischen 5 und 9 m anfallen. Die gemessenen örtlichen Ausbringungsmengen betragen auf diesem Schlag zwischen 458 kg/ha und 824 kg/ha, obwohl die Schlagabrechnung nur eine Abweichung von 5,3 % ergab. Diese im wesentlichen auf eine variable Arbeitsbreite zurückzuführende starke Schwankung der Düngermenge je m² kann auch dann nachgewiesen werden, wenn die Arbeitsbreite konstant bleibt, aber die Querverteilung der Schleuderscheibe nicht korrekt eingestellt ist. Das Prüfergebnis nach Bild 5 zeigt, daß bei einem Variationskoeffizienten von 33,4 % die Fahrspurmitte etwa die 3,2fache N-Menge gegenüber der Stelle bekommt, auf die die geringste Stickstoffmenge fällt. Da sich der Hektarertrag aber aus der Summe des Ertrages seiner m²

ergibt, erwächst daraus die Forderung, jedem m² die ihm zustehende Düngermenge zu geben. Höchstserträge sind ohne Realisierung dieser Forderung nicht erreichbar. Aus diesen Zusammenhängen ergibt sich aber auch die Forderung nach teilschlagspezifischer Nährstoffanalyse und Applikation, um das Bodenfruchtbarkeitsniveau des Schlags auszugleichen und die landwirtschaftliche Kultur gezielt zu düngen. Mit steigendem Ertragsniveau wächst deshalb auch der Zwang zur Disziplin bei der Verfahrensgestaltung und zur Genauigkeit bei der Arbeitsausführung. Die ACZ können dazu einen großen Beitrag leisten.

Einhaltung der Schleuderscheibendrehzahl

Eine der wesentlichsten Voraussetzungen für das Einhalten einer vorgegebenen Arbeitsbreite ist eine konstante Schleuderscheibendrehzahl. Bis zu einem bestimmten Grenzwert ergeben steigende Drehzahlen zunehmende Arbeitsbreiten. Wird dieser Punkt überschritten, werden die Granulate zerschlagen und als Feinanteil in der Fahrspurmitte abgelegt. In Abhängigkeit von der dynamischen Kornfestigkeit liegt dieser Grenzwert bei 1000 bis 1200 U/min. Kann diese Normdrehzahl bei der Arbeit auf dem Feld nicht eingehalten werden, verändert sich nicht nur die Arbeitsbreite, sondern auch die Arbeitsqualität. Diesbezügliche Untersuchungen ergaben, daß im Mittel aller Meßergebnisse mit einer Drehzahl von 862 U/min auf dem Feld gefahren wird, obwohl die Drehzahl der Schleuderscheibe im Stand bei Vollgas im Mittel 1013 U/min betrug. Ursache dafür ist die nachlassende Motordrehzahl bei Belastung, die naturgemäß auf festem Boden (Bild 6) geringer ist als bei Fahrt auf Winterfurche (Bild 7). Insgesamt kann damit gerechnet werden, daß auf dem Feld gegenüber der Prüfung im Stand mit einer um 15 % geringeren Schleuderscheibendrehzahl gefahren

Landtechnische Dissertationen

Am 25. November 1987 verteidigte Dipl.-Ing. Manfred Fitzner an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg erfolgreich seine Dissertation A zum Thema

„Entwicklung einer computergesteuerten Anlage zur Sortierung von Kleinteilen“

Gutachter:

Dozent Dr.-Ing. U. Scharf, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Prof. Dr. sc. techn. W. Frank, Technische Universität Dresden

Dr. rer. nat. W. Schönborn, Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse Berlin.

In der Arbeit wird das Problem der automatischen Sortierung von Norm- und Kleinteilen dargestellt.

Die Lösungskonzeption geht von folgenden Anfangsbedingungen aus:

- Sortimente mit rd. 100 verschiedenen Objektklassen
- chaotische Lagerung der Objekte
- Wirrteile werden als jeweils ein Objekt behandelt und aussortiert.

Die Zielfunktionen sind:

- Sortierung in homogene Teilsortimente (Sortierung)

- Sortierung in definierte inhomogene Teilsortimente (Sortimentszusammenstellung).

Die Lösung umfaßt:

- Unterteilung der Sortierung in die drei Teilfunktionen Vereinzeln, Klassifizieren und Zuordnen
- Herleitung der Lösungsprinzipie dieser Teilfunktionen
- Konstruktions- und Steuerungsentwicklung der Teilfunktionen Vereinzeln, Zuordnen und Transport
- Darstellung der Ergebnisse eines Labormusters, mit dem ein Sortiment zu 30 Zielorten sortiert werden kann.