

nisse und Fähigkeiten hinsichtlich der Einordnung diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen in technologische Verfahren und Prozesse gefordert.

Schlußbetrachtungen

Fügt man die hier vorgetragenen Tatbestände und Sachverhalte sowie damit verbundene Meinungsäußerungen zum Gegenstand „Technologie“ am speziellen Beispiel des Bereichs Agrarproduktion zusammen, so kommt zum Ausdruck, daß der auf dem VIII. Parteitag der SED formulierten Forderung nach zunehmend besserer Beherrschung bestehender technologischer Prozesse und Verfahren und einer planmäßigen Entwicklung sowie Anwendung neuer Wirkprinzipien in produktionswirksamen technologischen Lösungen sowohl forschungsmäßig als auch lehrseitig in wachsendem Maße entsprochen wird.

Technologische Gesetzmäßigkeiten in stetiger Auseinandersetzung mit der sozialistischen Praxis unter schöpferischer

Anwendung und Erweiterung der Lehren des Marxismus-Leninismus zu ergründen und zu formulieren — und damit zu einer Weiterentwicklung der Wissenschaftsdisziplin Technologie beizutragen —, ist als vordringliche Aufgabe ebenso zu betrachten wie es darauf ankommt, auf dem Gebiet der technologischen Lehre die in den Studiendokumenten niedergelegten diesbezüglichen Anforderungen in hoher Qualität zu erfüllen.

Zusammenfassung

Zur Wissenschaftsdisziplin „Technologie“ und ihrer Anwendung in der industriemäßigen Tierproduktion wird der Erkenntnisstand dargelegt. Es wird zum Begriff, zum Gegenstand, zu Inhalt und Aufgaben sowie zum Ziel der Wissenschaft Technologie unter Heranziehung internationaler Literaturquellen Stellung genommen. Außerdem erfolgt ein kurzer Abriß der Lehraufgaben und Lehrinhalte für dieses Gebiet an der Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig.

A 9773

Zur Strukturierung technologischer Verfahren in der industriemäßigen Agrarproduktion

Dr. R. Lommatzsch / Dr. J. Kilian, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin

1. Problemstellung

Durch die industriemäßige Agrarproduktion und die mit ihr gesetzmäßig verknüpfte Intensivierung werden an viele Wissenschaftsdisziplinen ständig steigende Anforderungen gestellt. Insbesondere wächst die Rolle der Wissenschaft Technologie, denn nur über die Umsetzung in das technologische Verfahren werden die Ergebnisse der verschiedenen anderen Wissenschaften produktionswirksam.

Die Entwicklung der Wissenschaftsdisziplin Technologie stellt demzufolge, so wie für alle Arten der industriellen Produktion, auch für die industriemäßige Agrarproduktion eine erstrangige Aufgabe dar.

Für den Verfahrenskonstrukteur, den Technologen, der sich sowohl mit der Analyse von Verfahren als auch mit ihrer Synthese im Prozeß der technologischen Planung und Projektierung auseinandersetzen muß und der darüber hinaus zum Vergleich die ökonomischen Auswirkungen des gewählten Verfahrens und ihres Einflusses auf die Menschen untersuchen will, ist eine Strukturierung technologischer Verfahren unbedingte Voraussetzung erfolgreicher Arbeit. Innerhalb der fortschreitenden Entwicklung komplizierter Produktionsverfahren, die sich durch steigende Spezialisierung und Kooperation auszeichnen, kann eine industriemäßige Agrarproduktion ohne eine richtige, wissenschaftlich begründete Strukturierung ihrer Verfahren künftig nicht mehr überblickt werden. Auch in diesem Zusammenhang ist die Empirie durch wissenschaftliche Ergebnisse zu ersetzen.

Der vorliegende Beitrag soll dem Technologen der Agrarproduktion praktische Hinweise geben, wie durch schöpferische Anwendung von Erkenntnissen der Industrie und ihrer technologischen Strukturierung die ständig wachsenden Aufgaben besser erfüllt werden können.

2. Vergleichende Untersuchungen von Verfahrensstrukturen der Agrar- und Industrieproduktion

Im allgemeinen dienen strukturelle Untersuchungen dazu, ein Untersuchungsobjekt in den Beziehungen seiner Bestandteile zueinander überschaubar zu machen. Im vorliegenden

Falle stellt der technologische Prozeß das Objekt der strukturellen Untersuchung dar. Den technologischen Prozeß gliedert man empirisch in Verfahrensabschnitte, die funktionell ähnliche Tätigkeiten erfassen. In neueren Arbeiten wurden diese Verfahrensabschnitte und ihre Ordnung näher untersucht. Den Arbeiten liegt das Bestreben zugrunde, die Verfahrensabschnitte einer konstruktiven Ordnung zu unterwerfen und dabei allgemeingültige Verfahrensabschnitte für alle Arten der Agrarproduktion zu finden. Als Ordnungsprinzip für die Zusammenfassung zu Verfahrensabschnitten sind die Arbeitsgegenstände gewählt worden. Die Bearbeitungsvorgänge, die an gleichartigen Arbeitsgegenständen vollzogen werden, wurden zu den Verfahrensabschnitten

- Bearbeitung der Ausgangsstoffe,
- Bearbeitung der biologischen Systeme,
- Bearbeitung der Produkte,
- Bearbeitung der Abfälle

zusammengefaßt. Von sowjetischen Autoren wird eine ähnliche technologische Strukturierung des Produktionsprozesses benutzt [1].

Bei der Untersuchung der Struktur von Verfahren ließ sich feststellen, daß die Industrie — speziell die der Agrarproduktion von der Funktion her gleichartige, stoffumwandelnde chemische Industrie — analoge Verfahrensstufen unterscheidet:

- Vorbereitung der Ausgangsstoffe für die Reaktion
- Durchführung der Reaktion
- Aufarbeitung der Reaktionsprodukte.

Das ist nicht verwunderlich, da die stoffumwandelnde Industrie der Agrarproduktion wesentlich näher steht als beispielsweise der stoffverformenden Industrie. Sowohl die chemische Industrie als auch die Agrarproduktion befassen sich mit Stoffwandlung. Im ersten Fall werden dazu Arbeitsmittel, Reaktoren vom Menschen geschaffen, im zweiten Fall benutzt der Mensch bereits in der Natur vorhandene, durch Züchtung weiterentwickelte biologische Reaktoren, d. h. Tiere und Pflanzen für die Produktion (Tafel 1).

Stoffumwandelnde Industrie	Industriemäßige Agrarproduktion	Pflanzenproduktion	Tierproduktion
Vorbereitung der Ausgangsstoffe für die Reaktion	Bearbeitung der Ausgangsstoffe	Vorgänge zur Aufbereitung, Förderung, Dosierung von Dünger, Wasser, Pharmaka	Vorgänge zur Aufbereitung, Förderung, Dosierung von Futter, Wasser, Pharmaka
Durchführung der Reaktion	Bearbeitung der biologischen Systeme	Vorgänge zur Stimulation, Regulation des Stoffumsatzes	Vorgänge zur Stimulation, Regulation des Stoffumsatzes
Aufbereitung der Reaktionsprodukte	Bearbeitung der Rohprodukte	Vorgänge zur Gewinnung, Förderung, Aufbereitung der Pflanzenprodukte	Vorgänge zur Gewinnung, Förderung, Aufbereitung der Tierprodukte
	Bearbeitung der Abprodukte	Vorgänge zur Förderung, Aufbereitung von Pflanzenrückständen	Vorgänge zur Förderung, Aufbereitung von Tierexkrementen, . . .

Tafel 1. Vergleich der Verfahrensgliederung zwischen stoffumwandelnder Industrie und industriemäßiger Agrarproduktion

Anmerkung: Bodenbearbeitung in der Pflanzenproduktion entspricht der Standplatzgestaltung in der Tierproduktion und ist als wiederkehrende bzw. einmalige Produktionsvorbereitung für den Verfahrensablauf anzusehen

3. Haupt-, Hilfs- und Nebenprozeß in der industriemäßigen Agrarproduktion

In Weiterführung der dargestellten Gedankengänge soll auf der Grundlage o. a. Verfahrensabschnitte untersucht werden, inwieweit eine Gruppierung dieser Verfahrensabschnitte nach Prinzipien, wie sie in der Industrie angewendet werden, praktische Hinweise für die Gliederung des technologischen Prozesses der industriemäßigen Agrarproduktion gibt.

Ursache für die Betrachtungen war, daß technologische Untersuchungen in verschiedenen industriemäßigen Anlagen der Tierproduktion immer wieder zeigten, daß es gewisse Schwierigkeiten bereitet, die Bearbeitungsmaßnahmen am Tier in den technologischen Prozeß einzugliedern: Der ungleichmäßige Anfall prophylaktischer, besonders aber therapeutischer Maßnahmen stört, insbesondere wenn sie unvorhergesehen auftreten, den technologischen Ablauf. In ähnlicher Weise stören Instandhaltungsvorhaben, vor allem aber plötzlich notwendig werdende Instandsetzungsarbeiten an technischen Einrichtungen.

Besonders wertvoll für die Lösung des Problems ist in diesem Zusammenhang die Strukturierung, welche die Industrie vom Standpunkt der Arbeitsteilung anwendet, die Gliederung in Haupt-, Hilfs- und Nebenprozeß /2/.

Dabei werden diese Begriffe bereits hin und wieder auch in der landwirtschaftlichen Literatur benutzt. Es ist festzustellen, daß darunter aber unterschiedliche Begriffsinhalte erfaßt werden /3/ /4/.

Es muß jedoch darauf ankommen, keine Sonderinterpretationen für die Agrarproduktion zu entwickeln, sondern die Begriffsinhalte der Industrie auch für die industriemäßige Agrarproduktion anzuwenden, sofern sie anwendbar sind. Das ist bei vorliegendem Sachverhalt der Fall (Bild 1).

3.1. Hauptprozeß

Der Hauptprozeß umfaßt nach Arnold /2/ „alle Bearbeitungsvorgänge, die unmittelbar der Gewinnung bzw. Herstellung

(Stoffumwandlung bzw. Stoffverformung) der Hauptprodukte des Betriebes (der für den Betrieb typischen Produkte) dienen.“

Geht man davon aus, daß im technologischen Prozeß das Tier als „stoffwandelndes System“ das zentrale Arbeitsmittel darstellt, zu dessen Versorgung und Entsorgung technische Einrichtungen installiert wurden, so umfaßt der technologische Hauptprozeß unter Beachtung der veränderten Arbeitsgegenstände die Verfahrensabschnitte: Bearbeitung der Rohstoffe, Bearbeitung der Produkte, Bearbeitung der Abfälle. Hinzu kommt in bestimmtem Umfang der Verfahrensabschnitt „Bearbeitung des biologischen Systems“. Obwohl die Durchführung der Stoffwandlungsreaktionen im jeweiligen Pflanzen- oder Tierorganismus weitgehend autonom und autoregulativ erfolgt, werden diese Vorgänge zunehmend durch Eingriffe in den Regulationsmechanismus der Organismen von seiten des Menschen beeinflusst; das biologische System wird damit zugleich in einer Doppelfunktion zum Arbeitsgegenstand. Diese Eingriffe sind dem Hauptprozeß zuzuordnen. Das könnten Eingriffe sein, durch die eine gewünschte Stoffumsetzung hervorgerufen (z. B. Besamung, Brunstinduktion), eine nicht gewünschte Stoffumsetzung verhindert (z. B. Kastration, Brunsthemmung zur Synchronisation) oder eine bestimmte Verhaltensweise erzwungen wird.

Prinzipiell finden entsprechende Bearbeitungsmaßnahmen der Maschinen und Apparate in der Industrie ebenfalls im Hauptprozeß statt, wenn beispielsweise in der Chemieindustrie in einen Reaktor Katalysatoren eingebracht oder aber in ihm andere Bedingungen (Temperatur, Druck u. a. m.) hergestellt werden.

Bei der Strukturierung des jeweiligen Hauptprozesses findet die Marx'sche Phasenstruktur Anwendung, die besagt, daß Ausgangsstoffe zunächst vorbereitet werden müssen (Vorphase; Verfahrensabschnitt Bearbeitung der Ausgangsstoffe), ehe sie der entscheidenden Stoffveränderung (Stoffumwandlung oder Stoffverformung) zugeführt oder unterworfen werden (Hauptphase).

Als Hauptphase in der Agrarproduktion wird nicht nur der Stoffwechsel im Tier oder in der Pflanze angesehen, sondern gleichzeitig alle gezielten Vorgänge, die der Beeinflussung dieser Stoffproduktion dienen (Verfahrensabschnitt Bearbeitung der biologischen Systeme).

Sowohl die beabsichtigten Stoffwechselprodukte (Rohprodukte) als auch die als Nebenwirkung anfallenden Abprodukte sind in der Nachphase aufzubereiten (Verfahrensabschnitt Bearbeitung der Roh- bzw. Abprodukte).

Hierbei ist zu beachten, daß der produktspezifische Hauptprozeß nicht in einer organisatorischen Einheit abzulaufen braucht, sondern daß Teilprozesse ausgegliedert als Hauptprozeß in einer anderen Anlage auftreten können (Stufenproduktion).

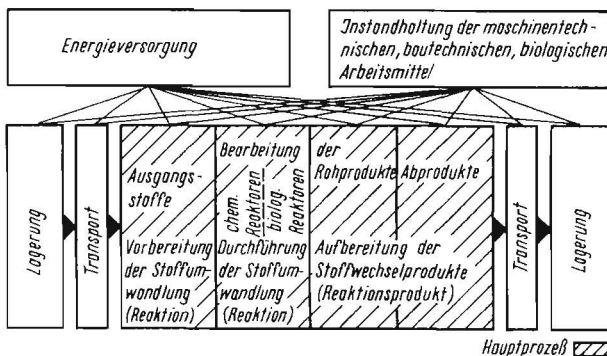


Bild 1. Beziehungen zwischen Hauptprozeß und Hilfsprozessen

3.2. Hilfsprozeß

„Hilfsprozesse unterstützen den Hauptprozeß mit bestimmten Leistungen und sind für die reibungslose Durchführung der Produktionsaufgaben eine wichtige Vorbedingung. Zu den Hilfsprozessen gehören bei stoffwandelnden Prozessen: das Instandhaltungswesen, . . . der innerbetriebliche Transport, die betriebliche Energiewirtschaft und das betriebliche Lagerwesen“ /2/.

Im Hilfsprozeß werden also die Arbeitsmittel des Hauptprozesses Arbeitsgegenstand. Das betrifft die vorbeugende Instandhaltung sowie die Reparatur bautechnischer und maschinentechnischer Mittel. Ebenso bedeuten alle Maßnahmen der Behandlung biologischer Arbeitsmittel zur Erhaltung bzw. zur Wiederherstellung ihrer Veranlagung zur maximalen Stoffproduktion eine Unterstützung des Hauptprozesses. In diesen Prozeß sind demzufolge auch alle prophylaktischen und therapeutischen Maßnahmen der Veterinärmedizin oder des Pflanzenschutzes einzugliedern.

Daneben versteht die Industrie als Bestandteil des Hilfsprozesses auch die betriebliche Energiewirtschaft und das betriebliche Lagerwesen. Die zuverlässige Energieversorgung ist Bedingung für die Mehrzahl aller Prozesse für die Herstellung materieller Güter. In der Tierproduktion ist die Energieversorgung — insbesondere für die Klimatisierung der Anlagen, ihre Beleuchtung u. a. — wichtige Voraussetzung für eine intensive Stoffwandlung durch die biologischen Arbeitsmittel. Mit der Energieversorgung im Zusammenhang stehende Verfahren folgen spezifischen Prinzipien und sind mit dem jeweiligen Hauptprozeß nur mittelbar verbunden.

Eine ähnliche Stellung kommt der betrieblichen Lagerhaltung zu. Das gilt sowohl für die Lagerung von Ausgangsstoffen, wie Futtermittel oder Düngemittel, als auch die Lagerung von Produkten (Rohwolle, Speisekartoffeln) oder Abprodukten (Gülle, Stallmist). Für die rationelle Lagerung gelten eigene, allgemeingültige Regeln, die um so besser beachtet werden müssen, je vielfältiger und/oder umfangreicher die Partien der zu lagernden Materialien werden.

Etwas schwieriger sind Transporte einzuordnen. Fördervorgänge treten im Regelfall vor und nach jedem Bearbeitungsvorgang auf. Häufig sind jedoch die Förderstrecken für das Material von Operation zu Operation sehr kurz und die Förderorgane fester Bestandteil der zugehörigen Maschine. In diesen Fällen ist es unsinnig, nach Haupt- und Hilfsprozeß zu trennen, weshalb — vornehmlich in der stoffwandelnden Industrie — Fördervorgänge in den Hauptprozeß integriert sind. Zu einer solchen Entscheidung kann man auch für die Tierproduktion kommen, während die Unbeweglichkeit des Bodens in der Pflanzenproduktion Transporte in erheblichem Umfang und über große Strecken bedingt, so wie das auch für andere Bereiche der Volkswirtschaft zutrifft, in denen selbständige Bereiche für den Transport bestehen.

Neben der Bearbeitung der biologischen und technischen Arbeitsmittel verbleibt also für den Hilfsprozeß der Tierproduktion der Einsatz der Energie, insbesondere für Heizzwecke und die Lagerung von Rohstoffen, Produkten und Abfallprodukten (vergleiche Bild 1).

3.3. Nebenprozeß

„Nebenprozesse sind technisch-ökonomisch mit dem Hauptprozeß verbunden. Sie sind jedoch nicht Hauptzweck des Betriebs. Durch den engen Zusammenhang der Nebenprozesse mit dem Hauptprozeß ist zum Teil keine eindeutige Abgrenzung zwischen beiden Prozessen möglich“ /2/.

Untersuchungen zur Möglichkeit der Abhebung von Nebenprozessen in der Agrarproduktion zeigten, daß die erwähnte Schwierigkeit der Abgrenzung zwischen den Prozessen auch auf die Agrarproduktion, vielleicht sogar in vermehrtem Maße, zutrifft. Die Schwierigkeit in der Agrarproduktion ergibt sich in erster Linie darin, daß die biologischen Arbeitsmittel sehr häufig Koppelprodukte bilden und sich daraus die Hauptproduktionsrichtung nur von Fall zu Fall

subjektiv bestimmen läßt. Sachlogische Ableitungen führen deshalb zu der Konsequenz, Nebenprozesse zunächst nicht gesondert auszuweisen.

4. Thesen zur Strukturierung der industriemäßigen Agrarproduktion

Überprüft man die vorgetragenen Überlegungen auf ihre praktische Bedeutung, lassen sich folgende Thesen ableiten:

4.1. Die Gliederung in Haupt- und Hilfsprozeß bringt für den Technologen wesentliche Vorteile. Zunächst erfaßt er mit dem Hauptprozeß das entscheidende, produktspezifische Verfahren. Die Planung und Projektierung des Hauptprozesses ist demzufolge die erste und wichtigste Aufgabe des Technologen. Erst nachdem der Hauptprozeß konzipiert ist, werden die Hilfsprozesse erarbeitet. Sie erhöhen die Produktionssicherheit im Hauptprozeß und ermöglichen überhaupt erst eine hohe Zuverlässigkeit des technologischen Prozesses. Ihrer Gestaltung ist große Aufmerksamkeit zu schenken. Die Hilfsprozesse tragen zwar zur Herstellung des Produkts nicht direkt bei, sie heugen jedoch einem Produktionsausfall vor und belasten damit organisatorisch und finanziell den technologischen Prozeß. Deshalb ist ihre rationelle Gestaltung unumgänglich, wobei beispielsweise den Instandhaltungsmaßnahmen ganz andere Gestaltungsregeln zugrunde liegen als dem Hauptprozeß. Sowohl die prophylaktische Instandhaltung von Maschinen und Anlagen (z. B. Abschmieren) als auch von Tieren (z. B. Immunisieren) haben mit dem spezifischen Produkt, das im Ergebnis des Hauptprozesses anfällt, nichts oder nur mittelbar zu tun. Das gleiche trifft auch für die Energieversorgung (z. B. Wärmeversorgung) zu. Sie folgt technologischen Regeln, die sich prinzipiell im Heizwerk des kommunalen Bereichs, der Chemieindustrie, dem Intensivgemüsebau unter Glas oder der industrieartigen Tierproduktionsanlage gleichen. Auch die Lagerung folgt ganz anderen Regeln wie die Herstellung des spezifischen Produkts.

Als Vorteil ergibt sich, daß viele Hilfsprozesse zugleich technologische Querschnittslösungen darstellen, die bausteinartig dem Hauptprozeß zugeordnet und mit ihm später zum technologischen System verflochten werden. Das trifft besonders für die Instandhaltung der biologischen und technischen Arbeitsmittel, die Lagerung der verschiedenen Arbeitsgegenstände und die Energieversorgung zu.

4.2. Die Gliederung in Haupt- und Hilfsprozeß weist im Hilfsprozeß deutlich die Bereiche aus, die sich mit wachsendem Konzentrationsgrad der Anlage zu selbständigen spezialisierten Einheiten entwickeln werden. Das trifft sowohl auf die Brigaden zur Instandhaltung technischer Arbeitsmittel als auch auf selbständige Brigaden zur Instandhaltung biologischer Arbeitsmittel zu. Deutlich läßt sich dieser Trend auch bei der Lagerung sowohl von Ausgangsstoffen als auch bei Produkten und Abfällen nachweisen, die einschließlich dem dazugehörigen Transport zwischen Lager und Tierproduktionsanlage bzw. Lager (ACZ) und Anbaufläche zur Ausgliederung tendiert. Gegenwärtig läßt sich vermuten, daß bei weiterer Bestandskonzentration in der Tierproduktion die Hauptlagerstätten (Silos, Güllelager einschließlich Aufbereitung) verselbständigte Einheiten werden. Damit ist die These aufzustellen, daß sich die Bestandteile der Hilfsprozesse mit steigender Konzentration zu selbständigen, spezialisierten Produktionseinheiten entwickeln. Jede dieser aus dem Hilfsprozeß entstandenen Produktionseinheiten wird dann ihrerseits nach Haupt- und (eigenen) Hilfsprozessen gegliedert werden.

4.3. Der Ausweis der Beurteilungskriterien für technologische Verfahren (Arbeitszeitbedarf, Verfahrenskosten, Investitionskosten u. a.), getrennt nach Haupt- und Hilfsprozeß, erhöht ihre Aussagekraft. Es kann beispielsweise abgelesen werden, in welchen Bereichen Schwerpunkte zur Verbesserung der Verfahrensgestaltung liegen und wie sich die Relationen zwischen ihnen in Abhängigkeit von der Konzentration verändern. Insbesondere wird deutlich, inwieweit neben dem Hauptprozeß auch die Hilfsprozesse eine technologische Veränderung erfahren haben.

5. Zusammenfassung

Die Untersuchungen zur Struktur des technologischen Prozesses der Agrarproduktion gehen davon aus, daß industriemäßige Agrarproduktion und stoffwandelnde Industrie artverwandt sind. Daraus wird abgeleitet, daß die Gliederung der Industrieproduktion vom Standpunkt der betrieblichen Arbeitsteilung vollinhaltlich auch für die industriemäßige Agrarproduktion zutrifft und mit Erkenntnisgewinn auf diese angewendet werden kann. Die Gliederung nach Haupt- und Hilfsprozeß ist besonders für die Synthese von Verfahren (Projektierung) vorteilhaft. Dabei lassen sich sowohl im Hauptprozeß als auch in den Hilfsprozessen die Produktionsphasen nach Marx deutlich abheben. Die abgeleiteten Thesen behaupten außerdem, daß eine aufschlußreichere Verfahrensanalyse bei Gliederung nach Haupt- und Hilfsprozeß

möglich ist und die Tendenz zur Verselbständigung der Bestandteile des Hilfsprozesses mit zunehmender Anlagengröße besteht.

Literatur

- 1/ Evseev, M. K.; Avtinov, J. V.; Zemljanoj, I. N.; Zaika, R. M.; Vodolazuenko, Ju. T.: *Mechanizacija i elektrifikacija životnovodstvo*. Moskau: Verlag Kolos 1972, S. 428—429.
- 2/ Arnold, H.; Borchert, H.; Lange, A.; Schmidt, J.: *Der Produktionsprozeß im Industriebetrieb*. Berlin: Die Wirtschaft, 3. Aufl. 1971, S. 30—32, S. 185—243.
- 3/ Mittag, U.; Eckhof, W.: *Analyse der Methodik der technologischen Projektierung zur Vorbereitung von Tierproduktionsanlagen mit industriemäßigem Charakter*. *Wiss. Zeitschrift Universität Rostock* 22 (1973) Math. Nat. Reihe Heft 1, S. 75—83.
- 4/ Schleitzer, G.: *Betriebswirtschaftliche Projekte für die Schlachtschweineproduktion*. *Tierzucht* 28 (1974) H. 1, S. 18—20. A 9797

Einsatzerfahrungen mit der Lenkautomatik am selbstfahrenden Rodelader KS-6

Doz. Dr.-Ing. P. Jakob, KDT / Dipl.-Ing. E. Petzold, KDT, VEB Weimar-Kombinat

Im Heft 11/1972 wurden bereits der Aufbau und die Wirkungsweise der Lenkautomatik (LA) für den selbstfahrenden Rodelader KS-6 beschrieben. Im nachfolgenden Beitrag wird über Erfahrungen beim Einsatz der LA berichtet.

1. Forderungen an die Lenkautomatik

Die LA ist Bestandteil des freihigen selbstfahrenden Rübenrodeladers KS-6 und muß den Agrotechnischen Forderungen an diese Maschine entsprechen. Die wichtigsten Agrotechnischen Forderungen sind:

Anzahl der Rübenreihen	6
Reihenabstand	45 cm
Rübenabstand in der Reihe	10...300 cm
durchschnittlich	20 cm
Abweichungen der Rüben von der Reihe	± 3 cm
Häufigkeit der Abweichungen	2...10 St./10 m
Rübedurchmesser	5...20 cm
durchschnittlich	10 cm
Rübenköpfhöhe über der Feldoberfläche	0...16 cm
durchschnittlich	3 cm
zulässige Masseverluste stehengebliebene Rüben	≤ 3 Prozent
Beschädigungen	≤ 1 Prozent
erforderliche Nachführgenauigkeit	≤ 3 Prozent
	± 4 cm

Verwendete Formelzeichen

A	Abweichung der Maschine von der Leitlinie am Testpunkt in cm
B	Abweichung der Arbeitswerkzeuge von der Leitlinie in cm
K_R	Übertragungsfaktor in %/cm
S_A	Standardabweichung von A in cm
S_B	Standardabweichung von B in cm
T_L	Nachlaufzeit der Regleinrichtung in s
T_n	Schaltzeit der Elektromagneten in s
T_t	Totzeit der Regleinrichtung in s
T_α	Zeit zur Ermittlung von $\dot{\alpha}$ in s
v	Fahrgeschwindigkeit in km/h
x_1	Klassemittel der Meßwerte in cm
\bar{x}	arithmetisches Mittel der Meßwerte in cm
z	definierte Störgröße = 10°
α	Lenkwinkel des Rades in Grad
$\dot{\alpha}$	Stellgeschwindigkeit des gelenkten Rades in °/s

max. Arbeitsgeschwindigkeit	10 km/h
min. Kampagneleistung	200 ha
Einsatztage je Jahr	20...40
Nutzungsdauer	7 Jahre
Temperaturbereich	-5 °C...+20 °C
rel. Luftfeuchte	bis 100 Prozent
Betriebsspannung	12 V =

2. Lösung der Aufgabe

Zur Lösung der Aufgabe wurde der Verfahrensweg der systematischen Untersuchung [1] gewählt. Als Ausgangsbasis konnte bereits auf Erfahrungen mit der LA an anderen Landmaschinen zurückgegriffen werden.

2.1. Messungen am Fahrsimulator

Der Aufbau des Fahrsimulators geht aus Bild 1 hervor. An diesem Simulator konnten die den Regelvorgang beeinflussenden Parameter beliebig eingestellt werden. Nachfolgend sind die wesentlichsten aufgeführt:

- Achsabstand der Maschine
- Abstand des Tastpunktes von der Triebachse
- Abstand der Arbeitswerkzeuge von der Triebachse
- Übertragungsfaktor K_R
- Fahrgeschwindigkeit v
- Stellgeschwindigkeit $\dot{\alpha}$ des gelenkten Rades

Der Übertragungsfaktor $K_R = \alpha/a$ beeinflusst wesentlich die Stabilität des Regelkreises.

Ziel der Untersuchungen am Fahrsimulator ist es, das statische Verhalten des Regelkreises sowie den Einfluß o. g. Parameter zu ermitteln. Der Verlauf der Parameter wurde mit dem 12-Kanal-Lichtschreiber registriert. Nach Auswertung der Meßschriebe erfolgten die Dimensionierung des LA-Reglers und die Festlegung der Einstellparameter des Regelkreises.

2.2. Messungen an der Testleitlinie

Diese Messungen erfolgten mit der Maschine selbst, jedoch ohne Einsatz der Arbeitswerkzeuge. Die Messungen hatten den Zweck, das dynamische Verhalten des Regelkreises und die möglichen Nachführgenauigkeiten zu ermitteln. Zur Erzielung reproduzierbarer Meßergebnisse erfolgten sie an