

# Zu Fragen der Kontinuität technologischer Prozesse

Prof. Dr. agr. habil. G. Mätzold / Dipl.-Ing. H. Ludley, KDT, Universität Rostock, Sektion Landtechnik

## 1. Notwendigkeit einer kontinuierlichen Prozeßgestaltung

Unter Kontinuität versteht man einen „zeitlich und räumlich lückenlosen Zusammenhang“ [1]. Sie kennzeichnet daher Beziehungen zwischen Dingen, die durch Stetigkeit, Fortdauer und Gleichmäßigkeit charakterisiert werden. Eine allgemeine Definition geben Arnold u. a. [2] bezüglich des Produktionsprozesses: „Objektive Kategorie für die planmäßige Organisation des Produktionsprozesses, ein ununterbrochenes Wirken der Elemente des Prozesses.“ Die Forderung nach Kontinuität des Produktionsprozesses erwächst aus der objektiven Tendenz der Arbeitsteilung und der sich daraus ergebenden Kooperation. Sie ist damit gleichzeitig Bedingung und Kennzeichen einer industriemäßigen Produktion.

Nachstehend werden Betrachtungen zur Kontinuität des technologischen Prozesses in der Pflanzenproduktion angestellt. Wie in der Industrie so wird auch in der Pflanzenproduktion der technologische Prozeß durch eine optimale Zusammenführung der Komponenten Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstand und Arbeitskraft bestimmt. Demzufolge ergibt sich eine kontinuierliche Prozeßgestaltung aus einer Gewährleistung der

- Kontinuität der Arbeitsmittel
- Kontinuität des Arbeitsgegenstandes
- Kontinuität der produktiven Tätigkeit der Arbeitskraft.

Für die weitere Untersuchung ist primär die Kontinuität der Arbeitsmittel von Interesse, da das Erreichen von Durchsatz- und Flächenleistungen an ihren Einsatz gebunden ist und außerdem eine kontinuierliche produktive Tätigkeit der Arbeitskräfte zur Folge hat. Im Bild 1 werden diese Zusammenhänge dargestellt. Es interessiert dabei neben der technischen Auslastung der landtechnischen Arbeitsmittel auch deren zeitliche Ausnutzung. Das ist um so notwendiger, je

- größer und teurer einzelne Maschinen werden
- länger die Maschinenketten werden
- unterschiedlicher die Einsatzbedingungen werden
- größer die Massen sind, die je Flächeneinheit von den Maschinen bewältigt werden müssen (Erträge, Düngergaben usw.) [3].

Zur Ausnutzung der durch den Konstrukteur vorgegebenen Kapazität eines landtechnischen Arbeitsmittels in der Pflanzenproduktion muß eine hohe Kontinuität beim Einsatz dieses Arbeitsmittels in der planmäßig nutzbaren Einsatzzeit gefordert werden. Nur so lassen sich agrotechnische Zeitspannen einhalten und dadurch hohe Erträge bzw. niedrigere Verluste gewährleisten. Das verbessert die Grundfondseffektivität und die ökonomischen Ergebnisse des Maschineneinsatzes. In prognostischen Verfahren wird eine hohe Kontinuität des eingesetzten landtechnischen Arbeitsmittels eine wichtige Voraussetzung für eine Automatisierung von Prozeßabläufen sein.

## 2. Beeinflussbarkeit durch den Technologen

Technologische Fragen gewinnen zunehmend an Bedeutung — insbesondere hinsichtlich der Durchsetzung einer kontinuierlichen Prozeßgestaltung. In diesem Zusammenhang formuliert Hager [4] folgende Schwerpunktaufgaben:

- stärkere Forschungsarbeit zur Erarbeitung neuer und zur Vervollkommnung bereits vorhandener technologischer Verfahren sowie zur Erhöhung des Anteils kontinuierlich ablaufender Prozesse
- tiefere ökonomische Durchdringung der technologischen Prozeßabläufe, um ihre Auswahl unter Nutzung des Variantenvergleichs wissenschaftlich begründeter vornehmen zu können
- breitere Typisierung technologischer Prozesse mit dem Ziel der Vereinheitlichung ständig wiederkehrender Prozesse und der rationellen Gestaltung von technologischen Gesamtabläufen nach dem Baukastenprinzip.

Als Kriterien für die Qualität des technologischen Prozesses werden also Kontinuität, Ökonomie und Standardisierung herausgestellt.

Bei der technologischen Projektierung wird hierfür wichtige Arbeit geleistet. Möglichkeiten zur Einflußnahme auf die Kontinuität technologischer Prozesse bieten sich aber nicht nur in der Phase der Projektierung neuer Verfahren, sondern auch bei der Anpassung oder Verbesserung von Verfahren auf der Grundlage vorhandener landtechnischer Arbeitsmittel. In jedem Falle aber verlangt eine erfolgreiche Verbesserung der Kontinuität eine kameradschaftliche Zusammenarbeit der verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen bzw. eine komplexe Anwendung ihrer Erkenntnisse in der Praxis.

## 3. Darstellung und Stand der Kontinuität

Soll ein technologischer Prozeß hinsichtlich der Kontinuität der Arbeitsmittel verändert werden, ist eine Analyse des gegenwärtigen Zustands vorzunehmen. Dabei kann man von zwei Gesichtspunkten ausgehen:

- Kontinuität im System Maschine
- Kontinuität im System Maschinenkette.

Unter dem hier betrachteten Aspekt wird die Struktur des Systems Maschine nicht benötigt, sondern das Verhalten des Elements Maschine im System Maschinenkette, also die Struktur der Maschinenkette. Die Struktur der Maschinenkette wurde von Weber/Rohde [3] erläutert. Sie besteht aus Maschinengruppen. In der Pflanzenproduktion sind Maschinenketten im Prozeßabschnitt Ernte von besonderer Bedeutung. Im allgemeinen werden dabei entsprechend den Arbeitsgängen Ernten, Transportieren und Annehmen drei Maschinengruppen gebildet.

Die Maschinengruppe der Erntemaschinen ist leistungsbestimmend und erhält die Priorität in der Sicherung ihres Einsatzes. Ausgangspunkt der Betrachtung ist die Einzelmaschine. Ihre Stetigkeit im Arbeiten läßt sich durch folgende Größen charakterisieren:

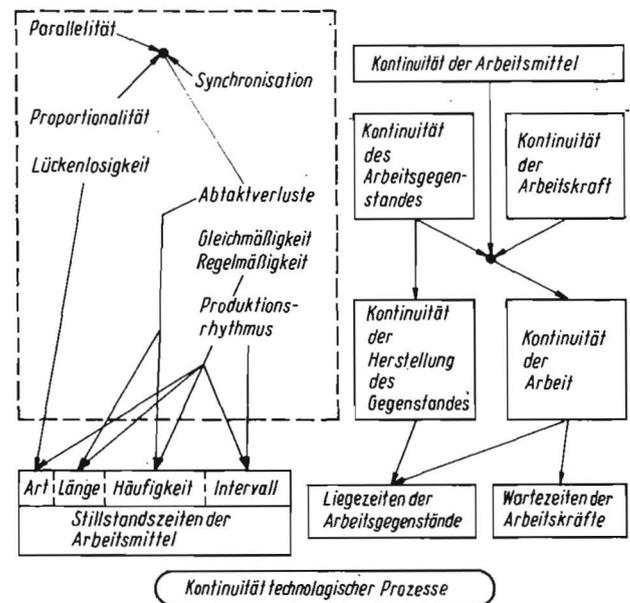


Bild 1. Kriterien zur Charakterisierung der Kontinuität technologischer Prozesse

# WS „Land- und Nahrungsgütermaschinenbau“ der KDT gegründet

Am 24. Oktober 1975 erfolgte in Dresden die Bildung der Wissenschaftlichen Sektion (WS) „Land- und Nahrungsgütermaschinenbau“ des Fachverbandes Land-, Forst- und Nahrungsgütertechnik der KDT. Teilnehmer waren Vertreter aus den Kombinat des Land- und Nahrungsgütermaschinenbaus und des Anlagenbaus, aus Bildungseinrichtungen und Instituten.

Die von der WS zu lösenden Aufgaben wurden in den einleitenden Referaten von Dr. Otto, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim, Gen. Pertig, Stellvertreter des Ministers für Allgemeinen Maschinenbau, Landmaschinen- und Fahrzeugbau, und Prof. Dr.-Ing. Soucek, TU Dresden, umrissen.

Die Bildung der WS erfolgt in der Zeit der Vorbereitung des IX. Parteitages der SED, in der die Bilanz über die Erfüllung der vom VIII. Parteitag beschlossenen Hauptaufgabe auch von den Werktätigen der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft gezogen wird. Die erfolgreiche Lösung ihrer spezifischen Aufgaben war nur durch die weitere Vertiefung des Bündnisses der Arbeiterklasse mit der Klasse der Genossenschaftsbauern und durch die Anstrengungen der Werktätigen der Industrie, insbesondere des Land- und Nahrungsgütermaschinenbaus, möglich.

Von der steigenden Leistungsfähigkeit dieses Industriezweiges der DDR wird auch in Zukunft und in noch größerem Maß das Niveau und die Effektivität der Pflanzen- und Tierproduktion in der DDR sowie in den Ländern des RGW bestimmt. Die auf der 15. Tagung des ZK der SED hervorgehobenen Fragen verlangen u. a. Maßnahmen bezüglich Qualität, Technologie, Grundfonds- und Materialökonomie, Ausnutzung der Arbeitszeit und Einsatz des Arbeitskräftepotentials. Mit der Gründung der WS soll dem Erfordernis der weiteren

Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts im Land- und Nahrungsgütermaschinenbau und in den Anlagenbetrieben Rechnung getragen werden.

Hauptaufgabe der Sektion, zu deren Vorsitzenden Prof. Soucek, TU Dresden, berufen wurde, ist die Gestaltung der wissenschaftlich-technischen Gemeinschaftsarbeit zwischen den Fachgremien und einzelnen Mitgliedern der KDT der Kombinate, Betriebe und Institutionen, die spezielle technische Erzeugnisse für die Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft entwickeln und produzieren. Aus den allgemeinen Anforderungen des Anwenders und aus den Planzielen des Herstellers technischer Arbeitsmittel ergibt sich eine Reihe querschnittsbezogener, zweigspezifischer Aufgaben, deren Lösung neben der Leitung durch die wirtschaftsleitenden Organe entsprechend den Aufgaben der KDT besonders durch die freiwillige wissenschaftlich-technische Gemeinschaftsarbeit der Mitglieder unterstützt werden muß. Das betrifft besonders die Aufgaben, die sich aus den Anforderungen zur Gewährleistung der Gesamtgüte eines Erzeugnisses ableiten. Im einzelnen betrifft das Güteanforderungen zur Funktionsgüte, Technologiegüte, Lösungsgüte, Gestaltgüte und Schutzgüte.

Aufgabenbezogen gliedert sich die WS in 6 Fachausschüsse (FA), die schrittweise gebildet werden:

FA Rationalisierung der konstruktiven Vorbereitung, FA Technische Zuverlässigkeit, FA Industrielle Formgestaltung, FA Schutzgüte, FA Maschinensysteme, FA Rationalisierung der technologischen Vorbereitung.

Wir wünschen der neuen Wissenschaftlichen Sektion und deren Fachausschüssen eine erfolgreiche Arbeit und hoffen, bald über erste Ergebnisse in unserer Zeitschrift berichten zu können.

- Stillstandszeiten (Diskontinuitäten)
- Produktionsausfälle
- Kosten infolge der Stillstandszeiten.

Im weiteren soll die Meßgröße Stillstandszeit betrachtet werden, da sie unter anderem am einfachsten zu ermitteln ist. Als Bezugsgröße dient die von Rohde [5] definierte planmäßig nutzbare Einsatzzeit. Die ermittelten Daten lassen sich in Kennzahlen darstellen, die nach Scharping [6] folgende Forderungen erfüllen müssen:

- Universalität — Die Kennzahl muß sowohl für einzelne betriebliche Produktionsabschnitte als auch für Betriebe, Wirtschaftszweige und für die Volkswirtschaft insgesamt verwendbar sein sowie eine möglichst umfassende Aussage zu wesentlichen Aspekten des technologischen Niveaus geben.
- Aggregation — Die Kennzahlen müssen mit anderen Kennzahlen kombinierbar und vergleichbar sein.
- Erfäßbarkeit — Die Ausgangsdaten der Kennzahlen müssen umfassend und mit minimalem Aufwand in der Praxis erfäßbar sein.

Das Kriterium Universalität ist aufgrund der Spezifik der Pflanzenproduktion eingeschränkt, und die Kennzahlen können nur für diesen Bereich angewendet werden. Zur umfassenden Darstellung der Kontinuität der Arbeitsmittel sind folgende Angaben notwendig:

- Verhältnis von Kontinuität (Operativzeit  $T_{02}$ ) und Diskontinuität (Stillstandszeiten)
- Häufigkeit und Länge des Auftretens von Kontinuität und Diskontinuität.

Ausgehend von diesen theoretischen Grundlagen wurden erste Untersuchungen zur Kontinuität bei Ernteprozessen durchgeführt. Brinckmann und Schwiager [9] haben bei der Welkguternte mit dem selbstfahrenden Feldhäcksler E 280 in der ZBE Bandelstorf, Kr. Rostock, umfangreiche Messungen vorgenommen. Sie können bei einer Meßdauer von 165 Stunden keine

allgemeingültige Grundlage besitzen. Es lassen sich aber Tendenzen ableiten und Zusammenhänge erkennen. Für die erste Darstellungsart wurden die Kennzahlen in Tafel 1 zusammengestellt. Es zeigte sich, daß die Kennzahl  $K_0$  nach Mätzold u. a. [7] den Anforderungen von Scharping am besten entspricht. Weiterhin bestätigen die Ergebnisse, daß es für die Einschätzung der Kontinuität der Arbeitsmittel notwendig ist, neben der Verfügbarkeit auch die Teilzeiten  $T_{43}$ ,  $T_{44}$  und  $T_5$  einzubeziehen. Das entspricht aus technologischer Sicht der Forderung von Ludley [8]. Berechnungen, wie sie Wukasch [10] ausführte, der für die Ermittlung der Kennzahl  $K_0$  die Teilzeiten  $T_1 \dots T_n$  benutzte, beziehen außerdem Einflüsse von Arbeitsgegenstand und Arbeitsorganisation mit ein. Sie gehen daher in der Aussage über die Kontinuität der Komponente Arbeitsmittel hinaus.

Während durch die Verhältniskennzahlen nur die qualitative Seite zum Ausdruck kommt, wird mit der zweiten Darstellungsart der quantitative Charakter betrachtet. Das heißt, die Stillstandszeiten werden bezüglich Länge und Häufigkeit analysiert. In Tafel 2 sind die Häufigkeitsverteilungen mit ihren Meßzahlen für die einzelnen Teilzeiten nach [9] angegeben. Für die Teilzeiten  $T_{02}$  und  $T_{421}$  sind sie in den Bildern 2 und 3 graphisch dargestellt. Besonders das Verhalten von  $T_{421}$  zeigt, daß in dem untersuchten Beispiel bei der Welkguternte im Mittel alle 134 Minuten Ausfallzeiten  $T_{421}$  von 72 Minuten auftreten.

Eine weitere Betrachtungsweise stellt die Kontinuität des Arbeitsgegenstands dar. Sie führt zur Einschätzung des gesamten technologischen Prozesses mit relativ einfachen Mitteln und läßt sich durch den Gutstrom charakterisieren.

Ausgehend von der Betrachtung der Einzelmaschinen leiten sich Schwerpunkte für weitere Untersuchungen ab:

- Verdichten der Erkenntnisse zur Kontinuität des Arbeitsmittels hinsichtlich der Einzelmaschine
- Suchen von Möglichkeiten für die Beschreibung der Kontinuität der Maschinengruppe und Maschinenkette

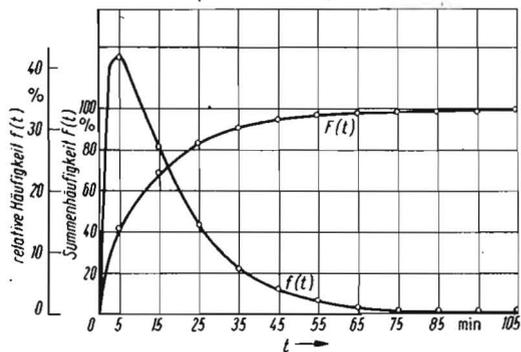
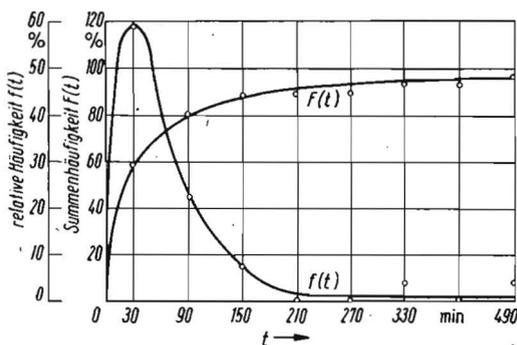


Bild 2  
Summenhäufigkeits- und  
Dichtefunktion der  
Kontinuität beim Einsatz  
des Feldhäckslers E 280  
(Operativzeit  $T_{02}$ ) [9]

Bild 3  
Summenhäufigkeits- und  
Dichtefunktion der Diskontinuität beim Einsatz  
des Feldhäckslers E 280  
(Stillstandszeit  $T_{421}$ ) [9]



Tafel 1. Verhältnisskennzahlen zur Charakterisierung der Kontinuität der Arbeitsmittel für den E 280 [9]

Kennzahl <sup>1)</sup>	Definitionsgleichung	Ergebnis
$K_{041}$	$\frac{T_{02}}{T_{02} + T_{41}}$	0,95
$K_{0421}$	$\frac{T_{02}}{T_{02} + T_{421}}$	0,85
$K_{043}$	$\frac{T_{02}}{T_{02} + T_{43}}$	0,96
$K_{044}$	$\frac{T_{02}}{T_{02} + T_{44}}$	0,87
$K_{043 + 44}$	$\frac{T_{02}}{T_{02} + T_{43} + T_{44}}$	0,84
$K_{04}$	$\frac{T_{02}}{T_{04}}$	0,67
$K_{05}$	$\frac{T_{02}}{T_{02} + T_5}$	0,88
A	$\frac{T_{02}}{T_{02} + T_3 + T_{41} + T_{421}}$	0,73
B	$\frac{K_{43} + K_{44} + K_5}{T_{02}}$	0,33
$K_0$	$\frac{A}{1 + A + B}$	0,59

1) Die Kennzahl  $K_0$  wird auf  $T_{02}$  berechnet im Gegensatz zu den bisher bekannten Betriebskoeffizienten  $K_i$ , bei denen als Berechnungsbasis  $T_i$  diente

Tafel 2. Statistische Maßzahlen zur Häufigkeitsverteilung der die Kontinuität der Arbeitsmittel charakterisierenden Teilzeiten [9] (Angaben in Minuten)

Teilzeit	Verteilungstyp	Mittelwert $\bar{x}$	Standardabweichung s
$T_{02}$	Weibull-Verteilung	13,4	17,7
$T_3$	nicht erkannt	14,3 <sup>1)</sup>	80,4 <sup>1)</sup>
$T_{41}$	Weibull-Verteilung	11,99	22,5
$T_{421}$	Weibull-Verteilung	72,4	177,2
$T_{43}$	Weibull-Verteilung	2,9	7,6
$T_{44}$	Weibull-Verteilung	4,1	7,2
$T_5$	Normalverteilung	31,8	11,7
Intervalle zwischen den $T_{421}$	Logarithmische Normalverteilung	134,5	148,3

1) nach logarithmischer Normalverteilung ermittelt

- Rationalisierung der Erfassung der Diskontinuitäten durch die Entwicklung entsprechender Meßgeräte
- Systematisieren und Wichten der Einflüsse auf die Kontinuität technologischer Prozesse.

#### 4. Zusammenfassung

Der Intensivierungsfaktor Mechanisierung beinhaltet auch Fragen des Maschineneinsatzes, die mit der Thematik Kontinuität technologischer Prozesse verbunden sind. Der Technologe hat Möglichkeiten der Beeinflussung, die aufgezeigt wurden. Daraus ergeben sich Maßnahmen zur kontinuierlichen Prozeßgestaltung. Ausgangspunkt dafür ist die Darstellung und das Niveau der Kontinuität an einem speziellen Beispiel. Das wurde insbesondere an der Komponente Arbeitsmittel und an Zusammenhängen zwischen dem qualitativen und quantitativen Charakter der Kontinuitätskenngröße am Beispiel des Feldhäckslers E 280 dargelegt.

#### Literatur

- [1] —: Fremdwörterbuch. Leipzig: Verlag Enzyklopädie 1958, S. 328.
- [2] Arnold, H.; Borchert, H.; Schmidt, J.: Der Produktionsprozeß im Industriebetrieb. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1975.
- [3] Weber, H.; Rohde, M.: Untersuchungen über leistungsbeeinflussende Faktoren von Maschinen in der Pflanzenproduktion. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Forschungsabschlußbericht 1970 (unveröffentlicht).
- [4] Hager, K.: Wissenschaft und Technologie im Sozialismus. Berlin: Dietz Verlag 1975.
- [5] Rohde, M.: Untersuchungen zur Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel in der Pflanzenproduktion. Universität Rostock, Dissertation 1975.
- [6] Scharping, H.: Zur Bedeutung der Fertigungstechnologie als Einflußkomponente bei der Gestaltung der sozialen Aktivitäten der Produktionsarbeiter in den sozialistischen Industriebetrieben. Thesen zum Kolloquium an der Universität Rostock, Sektion Marxismus-Leninismus, in Rostock am 28. Nov. 1974.
- [7] Mätzold, G.; Rohde, M.: Probleme des Maschineneinsatzes und der Maschinenkosten in der Pflanzenproduktion. agrartechnik 24 (1974) H. 11, S. 555—558.
- [8] Ludley, H.: Technologische Untersuchungen zur Ausnutzung der Zeitfonds der Arbeitsmittel in der Pflanzenproduktion. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1974 (unveröffentlicht).
- [9] Brinckmann, U.; Schwieger, E.: Untersuchungen zur Kontinuität technologischer Prozesse in der Welkguternte. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1975 (unveröffentlicht).
- [10] Wukasch, H.: Untersuchungen zur Verfügbarkeit ausgewählter landtechnischer Produktionsmittel der Pflanzenproduktion unter Nutzung der 1973 ermittelten Ergebnisse. WTZ Schlieben, Ergebnisbericht 1974 (unveröffentlicht).
- [11] Kieselbach, H.J.: Mathematisch-statistische Untersuchungen zur Ermittlung der Kennzahl Verfügbarkeit. Universität Rostock Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1974 (unveröffentlicht).