

Anwendung der Arbeitsstudienmethode „Zweiseitige Beobachtung“ am Beispiel von Trocknungs- und Pellettieranlagen

Dipl.-Ing. W. Erdmann, KDT/Dipl.-Ing. B. Hänel, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Die Intensivierung der Landwirtschaft und die Durchsetzung industriemäßiger Produktionsmethoden stellt immer höhere Anforderungen an das Niveau der Arbeitsorganisation. Deshalb sind bestehende Prozesse gründlich zu analysieren, um künftige Prozesse optimal projektieren zu können.

Insbesondere müssen durch den rationellen Einsatz von Energie und Material bei hoher Produktivität die Qualität der Erzeugnisse und die Effektivität der Verfahren erhöht werden. Der wissenschaftlich-technische Fortschritt und die Entwicklung in der Landwirtschaft der DDR stellen damit immer höhere Anforderungen an Güte und Genauigkeit von Analyseergebnissen. Die wachsende Komplexität und Kompliziertheit der Prozesse zwingt dazu, spezifische Analysemethoden zu entwickeln, weiterzuentwickeln oder vorhandene Methoden hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit zu überprüfen. Dabei sind die entsprechenden Analysemethoden vor allem für eine mathematische Behandlung (z.B. mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung) aufzubereiten. Die planmäßige Entwicklung der sozialistischen Landwirtschaft erfordert, die Erkenntnisse, Instrumentarien und Methoden der wissenschaftlichen Arbeitsorganisation gezielt zu entwickeln und einzusetzen. Im folgenden soll deshalb mit der zweiseitigen Beobachtung eine Arbeitsstudienmethode vorgestellt werden, die für die Analyse und Gestaltung von Apparateprozessen z.B. in Trocken- und Pellettieranlagen oder in Kraftfuttermischwerken geeignet ist.

1. Methode der zweiseitigen Beobachtung

„Die zweiseitige Beobachtung ist eine Methode des Arbeitsstudiums zur gleichzeitigen Analyse von steuernden und regelnden Tätigkeiten in Abhängigkeit vom technologischen Verfahrensablauf“ [1] bei Prozessen, deren Ablauf und Ergebnis von technologischen Parametern bestimmt werden, die im wesentlichen durch den Eingriff des arbeitenden Menschen zu steuern sind.

Damit ist die Methode der zweiseitigen Beobachtung eine komplexe Analyseverfahren, die in sich sowohl Ablauf- und Aufwandsanalyse als auch Beschaffenheitsanalyse vereinigt (Bild 1). Nach ihrer Aufnahmeart ist sie eine fortlaufende Untersuchung und nach dem Untersuchungsverfahren eine Beobachtung, die mit speziellen Meß- und Registriertechniken gekoppelt ist. Sie wird als erweiterte Arbeitstagaufnahme durchgeführt [2]. Die Komplexität dieser Analyseverfahren liefert einerseits Aus-

sagen mit hoher Genauigkeit, andererseits bedingt sie aber einen beträchtlichen Aufwand, dessen mögliche Reduzierung jeweils zu prüfen ist.

Bei der Analyse von Apparateprozessen müssen zwei Seiten, nämlich das Verfahren und die Bedienung der Apparatur, gleichzeitig beobachtet werden. Die Methode der zweiseitigen Beobachtung ist für derartige Prozesse besonders gut geeignet, weil sie durch ihre Struktur von allen derzeit bekannten Analysemethoden des Arbeitsstudiums diesen Bedingungen am besten Rechnung trägt.

Die Technologie in Trocken- und Pellettieranlagen ermöglicht die Anwendung der zweiseitigen Beobachtung mit Erfolg. Die Voraussetzung der steuernden und regelnden Tätigkeit in Abhängigkeit vom technologischen Verfahren ist erfüllt. Die Aggregate und der Trocknungs- und Pelletierverlauf werden durch Meßeinrichtungen kontrolliert. Der Anlagenfahrer hat eine regelnde Funktion. Betriebsanleitungen und notwendige Instruktionen liegen vor. Von der Einhaltung der vorgegebenen Arbeitsweise ist der Arbeitserfolg der Kollektive abhängig. Die Ergebnisse der zweiseitigen Beobachtung können die Zielstellung der technischen Trocknung — Erreichen eines maximalen Durchsatzes an Trockenprodukten bei optimaler Endfeuchte mit Einsatz minimaler Fonds — zum Positiven beeinflussen.

2. Durchführung der zweiseitigen Beobachtung im Trockenwerk

Für die erfolgreiche Anwendung der Analyseverfahren sind ein zielgerichtetes Vorgehen und eine gründliche Vorbereitung erforderlich. Methodisch richtig und rationell wird vorgegangen, wenn Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Analyse nach dem im Bild 2 dargestellten Algorithmus erfolgen.

In der Phase der Voruntersuchungen werden Informationen über den technologischen Prozeß, die Arbeitsweise der Anlagenfahrer sowie über die Meß- und Regelstellen gesammelt. Als Informationsquellen können die technologische Dokumentation, Unterlagen für den Einsatz der Arbeitskräfte und Betriebsaufzeichnungen genutzt werden. Fließschemata des technologischen Prozesses mit Angabe von Kontaktstellen, über die der Arbeiter mit dem Verfahren in Verbindung steht, sowie Standortschemata, grafische Übersichten und tabellarische Aufstellungen (Bild 3, Tafel 1) [3] [4] erleichtern die Übersicht.

Im Ergebnis der Voruntersuchungen für das Beispiel Trockenwerk Friedersdorf, Bezirk

Frankfurt (Oder), wurden die im Bild 4 dargestellten Merkmale als wesentlich für den Trockenprozeß erkannt, wobei die Merkmale 1 (Durchsatz) und 2 (Trockensubstanzgehalt des Trockenguts) die Zielgrößen sind [5]. Die Analyse wird zweckmäßigerweise kombiniert als Selbst- und Fremdaufnahme durchgeführt. Dabei werden die Verfahrenswerte durch Fremdaufnahme erfaßt, die Werte der Bedienung durch die Anlagenfahrer selbst registriert. Zur Erleichterung der Datenerfassung dient ein spezieller Aufnahmebogen (Tafel 2).

3. Auswertung der Meßwerte

Zur Auswertung der gewonnenen Beobachtungsergebnisse stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Neben der qualitativen Auswertung mit Hilfe grafischer Methoden, der Koeffizientenbildung [6] oder einer modifizierten Kowaljew-Studie [2] wird die quantitative Auswertung mit Methoden und Verfahren der mathematischen Statistik durchgeführt.

Wegen der Spezifik der Methode der zweiseitigen Beobachtung (gleichzeitiges Erfassen von Bedienung und technologischem Prozeß) und der kausalen Zusammenhänge zwischen beiden Seiten der Beobachtung sowie zwischen Ziel- und Einflußgrößen ist die Korrelations- und Regressionsanalyse für die Auswertung besonders geeignet.

Da bei der Auswertung meist multiple Korrelationen und Regressionen zu berechnen sind, ist

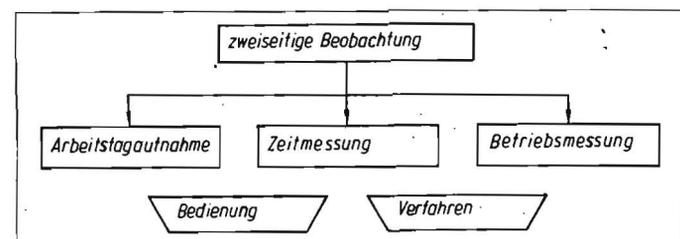
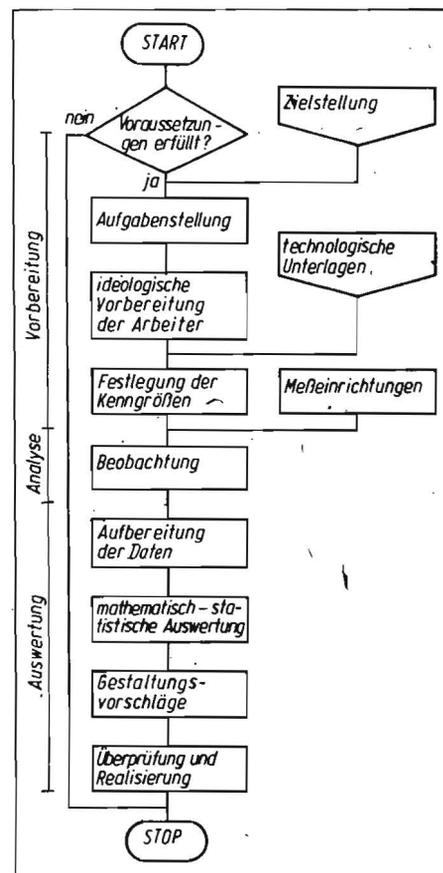


Bild 1
Struktur der Methode der zweiseitigen Beobachtung
Bild 2
Vereinfachter Ablaufplan zur Vorbereitung und Durchführung der Analyse



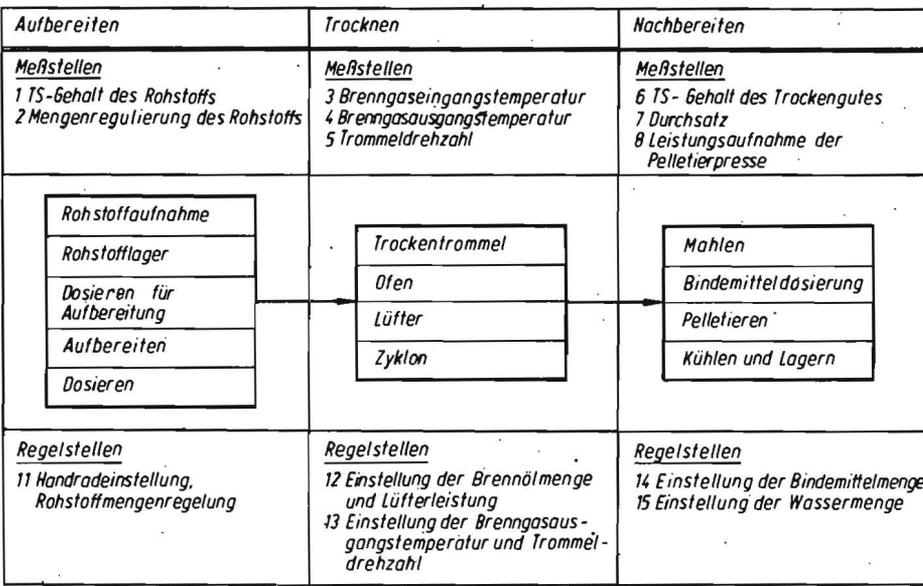


Bild 3. Technologie im Trockenwerk; Meß- und Regelstellen

Z1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	
Z2								
M1			0,93 0,04 0,94		0,27 0,03 0,34		0,33 0,02 0,42	Verfahren
M2								
M3		0,19 0,03 0,20						
M4					0,32		0,26	
M5								Bedienung
M6							0,84 0,48	
M7							0,50 0,05	
								Verfahren
								Bedienung

Regressionskoeffizient
 einfacher Korrelationskoeffizient
 partieller Korrelationskoeffizient

(es werden nur signifikante Koeffizienten angegeben)

5

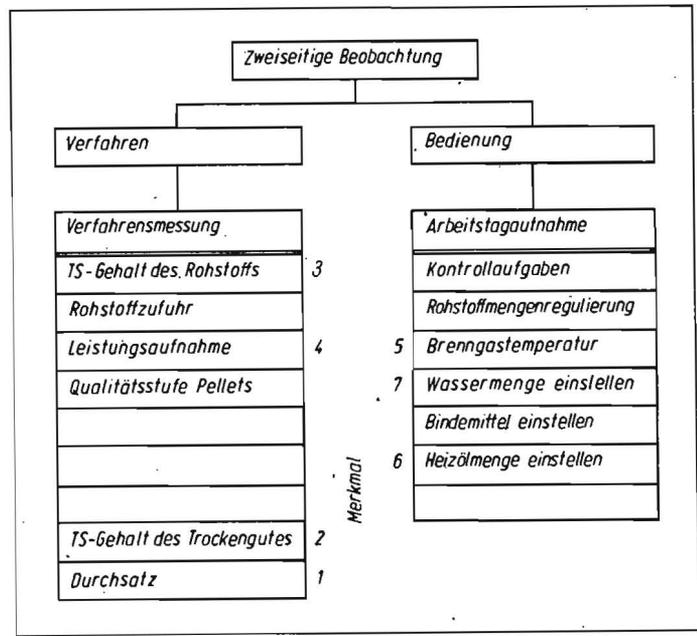
Tafel 3. Veränderungsvorschläge

Bezeichnung	Vorschläge
Technologie	<ul style="list-style-type: none"> maximales Vorwelken in optimalen Grenzen des Rohstoffs optimale Ofenausnutzung in Abhängigkeit der Rohstofffeuchte
Arbeitsmittel	<ul style="list-style-type: none"> Automatisierung der Regelstrecke Ofentemperatur und Rohstoffmengen-zufuhr
Arbeitsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> Einbau kontinuierlicher Feuchtemesser für Rohstofffeuchte Einbau kontinuierlicher Feuchtemesser für Trockengutfeuchte
Stimulierung der Arbeitsergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Anordnung eines automatischen Schreibers der Brenngastemperaturen zur optimalen Trocknerführung Gestaltung von anlagenspezifischen Bedienanleitungen auf der Grundlage der regressiven Beziehungen zwischen Zielgröße, Rohstoffwerten und Regelwerten (Eingangstemperatur, Trommeldrehzahl, Brenngas-temperatur)

Bild 5. Auswertungsmatrix:

Z 1 Zielgröße 1: Durchsatz
 Z 2 Zielgröße 2: TS-Gehalt des Trockengutes

Bild 4 Wesentliche Merkmale des Trocknungsprozesses



Tafel 1. Verknüpfung der Meß- und Regelstellen

Aufgabe	Meßstelle	Regelstelle
Einstellen der Rohstoffmenge	Anzeigeskale am Getriebe	Handrad am Dosierband
Einstellen der Brennöl- und Luftmenge	Trommeleingangstemperatur	Brennerventil und Luftschieber
Einstellen der Brenngasausgangstemperatur	Thermometer am Trommelende	elektromagnetischer Regler im Trommel-ausgang
Einstellen der Trommeldrehzahl	Antriebsgetriebe der Trommel	Handrad am Variator
Einstellung der Wasser- und der Bindemittelmenge	Pelletierpresse (Festigkeit und Feuchtigkeit der Pellets)	Handrad am Ventil über Pelletierpresse

Tafel 2. Komplexer Aufnahmebogen (Merkmale s. Bild 4)

Nr. der Messung	Merkmal							Bemerk.
	1	2	3	4	5	6	7	
	t/h	%	%	A	°C	Skalen-teile	l/min	
1	1,4	86,6	67	85	500	1,5	6,0	T _A = 75 °C
2	1,4	86,6	67	87	500	1,5	6,0	
3	1,4	87,2	66	90	505	3,0	6,0	
4	1,4	88,4	67	92	590	3,0	6,0	
5	1,4	88,1	67	91	600	1,5	6,0	
6	1,3	86,1	63	100	700	3,2	6,5	
7	1,3	86,2	64	95	650	1,5	6,5	
8	1,4	86,5	66	92	610	1,5	6,5	
9	1,4	86,8	67	98	500	1,5	6,5	
10	1,4	87,1	66	95	500	1,5	6,5	

der Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen (EDVA) unumgänglich. Zur effektiven Verarbeitung der Meßreihen wurde deshalb ein ALGOL-Programm „Multiple Korrelations- und Regressionsanalyse mit Parameterreduktion“ für die EDVA BESM-6 entwickelt.

Im Ergebnis der mathematisch-statistischen Auswertung stehen Korrelations- und Regressionskoeffizienten zur Verfügung, die Auskunft über die Verknüpfung und Beeinflussungsmöglichkeiten der wesentlichen Merkmale und Zielgrößen geben.

Die im Bild 5 dargestellte Matrix ist die Grundlage für die weitere Auswertung. Folgende funktionelle Beziehungen können abgeleitet werden:

$$M 1 = 0,93 M 3 + 0,27 M 5 + 0,33 M 7$$

$$M 2 = 0,19 M 3 + 0,34 M 5 + 0,5 M 7;$$

M 1 Durchsatz

M 2 Trockensubstanzgehalt des Trockenguts

M 3 Trockensubstanzgehalt des Rohstoffs

M 5 Brenngastemperatur

M 7 Wassermenge.

Dabei zeigt sich, daß die Brenngastemperatur und die zur Pelletierung zugeführte Wassermenge die Zielgrößen wesentlich beeinflussen

und sich Gestaltungslösungen dementsprechend vor allem hierauf konzentrieren müssen. Im Ergebnis dieser Untersuchungen wurden einige Veränderungsvorschläge abgeleitet (Tafel 3) [5].

4. Schlußbemerkungen

Die Methode der zweiseitigen Beobachtung, ein Arbeitsstudienverfahren für die Analyse von Apparateprozessen, ist durch ihre Spezifik für die Analyse technologischer Prozesse in der Anlagentechnik der Landwirtschaft gut geeignet. Mit ihr kann die Beeinflussbarkeit des technologischen Prozesses durch das Anlagenpersonal erfaßt und quantitativ nachgewiesen werden. Darauf aufbauend können Maßnahmen zur Verbesserung der Anlagengestaltung und der Arbeitsorganisation abgeleitet werden.

Die Methode der zweiseitigen Beobachtung ist ein komplexes, aussagekräftiges, aber aufwendiges Arbeitsstudienverfahren, so daß ihre Anwendung exakt zu planen und die Untersuchungen methodisch und organisatorisch gründlich vorzubereiten und durchzuführen sind. Für die Auswertung der Analyseergebnisse sind EDVA einzusetzen.

Die praktische Erprobung im Trockenwerk

Friedersdorf zeigt die Brauchbarkeit des Verfahrens für die speziellen Belange der technischen Trocknung. Es ist zu erwarten, daß bei anderen Anlagenprozessen ähnliche Ergebnisse erzielt werden.

Literatur

- [1] Autorenkollektiv: Lexikon der Wirtschaft, Bd. Arbeit. Berlin: Verlag Die Wirtschaft 1968.
- [2] Erdmann, W.: Erarbeitung einer Methodik zur Aufbereitung und Auswertung des Arbeitsstudienverfahrens „Zweiseitige Beobachtung“. TU Dresden, Sektion Arbeitswissenschaften, Diplomarbeit 1973 (unveröffentlicht).
- [3] Kranz; Grempe: Die Methode der zweiseitigen Beobachtung. Chemische Technik (1959) H. 3.
- [4] Gerlach; Strahl: Die zweiseitige Beobachtung zur Aufdeckung kooperativer Beziehungen. Arbeit und Arbeitsrecht (1967) H. 14.
- [5] Hänel, B.: Nutzung arbeitswissenschaftlicher Methoden für die Projektierung rationeller Arbeitsprozesse und Fertigungsmittel. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1977 (unveröffentlicht).
- [6] Rydnyk: Die Methode zum Studium der Arbeitsmethode der Apparatebediener bei kontinuierlichen Produktionsprozessen. Chemische Technik (1964) H. 2. A 1947

Umschlag und Lagerung von pelletiertem Trockenfutter

Dr.-Ing. C. Füll, KDT/Dipl.-Ing. E. Scherping

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Die Lagerung von pelletierten Trockenfuttermitteln mit Strohanteil ist aus technologischen Gründen erforderlich. Wegen der spezifischen physikalisch-mechanischen Eigenschaften bestehen gegenwärtig beim Fördern und Lagern der Pellets in Hallen und Behältern einige Probleme, die gelöst werden müssen.

Im folgenden wird zunächst über die Eignung verschiedener Fördermaschinen zum Beschicken von Lagerhallen und zur Entnahme von Trockenfutterpellets aus Flachlagern sowie über den Ausnutzungsgrad von Lagerhallen in Abhängigkeit von verschiedenen Mechanisierungslösungen berichtet. Danach werden Hinweise zur konstruktiven Gestaltung von Behältern gegeben.

1. Fördern von pelletierten Trockenfuttermitteln

Für das Befüllen von Lagern und zur Entnahme der Trockenfuttermittel können ortsfeste und ortsveränderliche Unstetig- oder Stetigförderer eingesetzt werden. An die häufig hintereinandergeschalteten Fördermaschinen werden im vorliegenden Einsatzfall folgende Forderungen gestellt:

- Erreichen des geforderten Massenstroms
- geringe Abrieberhöhung ($\leq 15\%$ am Verbraucher)
- geringe Förder- und Übergabeverluste (≤ 50 g/t an den Übergabestellen)
- kein Entmischen zwischen Pellets und Abrieb
- geringe Staubentwicklung (nach TGL 22311).

Durch konstruktive Maßnahmen sind der geforderte Massenstrom von 10 t/h bei ortsfest

festen Förderstrecken und von 30 t/h bei der Lagerbewirtschaftung mit Mobilkran und Fahrzeugen erreichbar.

Der Abriebanteil im pelletierten Trockenfutter wird bei Stetigförderern vom Förderprinzip, von der Förderlänge und von der Rezeptur des Futters beeinflusst (Bild 1). Trogkettenförderer erzeugen gegenüber Gurtbandförderern bei gleicher Förderlänge etwa 30mal mehr Abrieb. Der Abriebanteil bei der Entnahme mit Mobilkränen ist erfahrungsgemäß niedriger als beim Einsatz von Gabelstaplern. Voraussetzung dafür ist ein fester Standplatz für den Mobilkran während der Arbeit.

Die Übergabe- und Förderverluste sind von der Gestaltung und der Anzahl der Übergabestellen sowie von der Gleichmäßigkeit der Beschickung abhängig. Bei gleichmäßigem Beschicken der ortsfesten Fördermaschinen mit dem projektierten Volumenstrom betragen die Übergabe- und Förderverluste $\leq 0,8\%$, wenn voll verkleidete Stetigförderer eingesetzt werden oder wenn bei gemuldeten Gurtbandförderern im Anschluß an die Übergabestelle eine etwa 3 m lange Beruhigungsstrecke vorgesehen ist. Übergabestellen erfordern höhere Aufwendungen und führen zur Abrieberhöhung. Sie sollten auf die unbedingt nötige Anzahl begrenzt werden.

Bild 1
Abrieberhöhung beim Fördern von pelletiertem Trockenfutter mit Strohanteil;

- a Gurtbandförderer,
- b Becherförderer,
- c Trogkettenförderer
- Pellets mit 25% Stroh, 52% Vorge-
misch II, 16% Trok-
kengrünung, 7% Zuk-
kerrübenschnitzel
- - - Pellets mit 20%
Stroh, 52% Vorge-
misch II, 28% Trok-
kengrünung

