

# Grundlagen der Landtechnik

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Herausgegeben mit Unterstützung durch die  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft  
Braunschweig-Völkenrode (FAL)

Schriftleitung: Dr. F. Schoedder, Institut  
für landtechnische Grundlagenforschung

Grundl. Landtechnik Bd. 29 (1979) Nr. 6, S. 181 bis 208

## Aufgaben und Ziele betriebstechnischer Forschung

Von Hans Schön, Braunschweig-Völkenrode\*)

DK 631.3:631.5

Bei der Fülle des technischen, aber auch des chemischen und biologischen Erkenntniszuwachses wird ein integrierender Forschungsbereich erforderlich, dessen Aufgabe vor allem in der Bündelung des sektoralen Erkenntniszuwachses zu Produktionsverfahren besteht und von dem eine komplexe Bewertung und Umsetzung der Erkenntnisse in die Praxis vorgenommen wird. Diese Aufgabe hat sich die betriebstechnische Forschung gestellt. Im folgenden wird ein Modell zur Definition, Aufgabenstellung und Methodik der betriebstechnischen Forschung vorgeschlagen und an einem Beispiel die Organisation einer entsprechenden Forschungseinrichtung aufgezeigt.

### 1. Einleitung

Fortschritte in der Agrarproduktion waren und werden auch in Zukunft nur durch den chemischen, biologischen und technischen Erkenntniszuwachs möglich sein. Diese – nur sektoral erzielten Verbesserungen – haben aber immer vielfältige Auswirkungen auf das gesamte Produktionsgeschehen bis hin zur Betriebsorganisation, Agrarstruktur und zu geänderten agrarpolitischen Bedingungen. Sie zu wichten und zu beurteilen wird aufgrund der Fülle neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und des praktischen Erfahrungszuwachses immer schwieriger. Dies gilt sowohl für die Landwirtschaft, für die Administration, für die Beratung als auch für die Agrarwissenschaften selbst. Zunehmend besteht deshalb das Bedürfnis nach einem den einzelnen produktionstechnischen Fachdisziplinen nachgeordneten integrierenden Forschungsbereich. Ausgehend von der "Landtechnik" wählte *Rosegger* [9] dafür die Bezeichnung "Betriebstechnik" und umriß deren Aufgabe mit "der Einordnung des technischen Fortschritts in das biologisch-technische und organisatorische System der Agrarproduktion". Künftig sind wesentliche Entwicklungsimpulse auch von biotechnischen Entwicklungen zu erwarten. *Meinhold* [7] fordert deshalb eine umfassendere Betrachtung und nennt als Aufgaben der Betriebstechnik die Analyse, Verbesserung und Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren.

\*) Prof. Dr. Hans Schön ist Leiter des Instituts für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode.

### 2. Forschungsgegenstand

Forschungsgegenstand der Betriebstechnik ist deshalb nicht nur der Faktor "Technik", sondern sind die gesamten Produktionsverfahren, wie sie als Systemdarstellung vereinfacht in Bild 1 dargestellt sind<sup>1)</sup>.

Bei einem Produktionsverfahren stehen die Produktionsfaktoren "Mensch", "Maschine-Gebäude" und "Boden, Pflanze, Tier" in enger Wechselbeziehung, wobei die potentiell vorhandenen Eigenschaften der genannten Faktoren erst aktiviert werden. Während des Produktionsablaufes wird dabei eine Eingabe, bestehend aus technischen, chemischen, biologischen Produktionsmitteln sowie aus Energie und Informationen, in ein gewünschtes Produkt und in verschiedene Nebenprodukte umgeformt. Dabei wirken standortspezifische, ökonomische, ökologische und institutionelle Einflüsse auf das Produktionsverfahren ein, wie umgekehrt vielfältige Auswirkungen auf diese Bereiche durch die landwirtschaftliche Produktion gegeben sind.

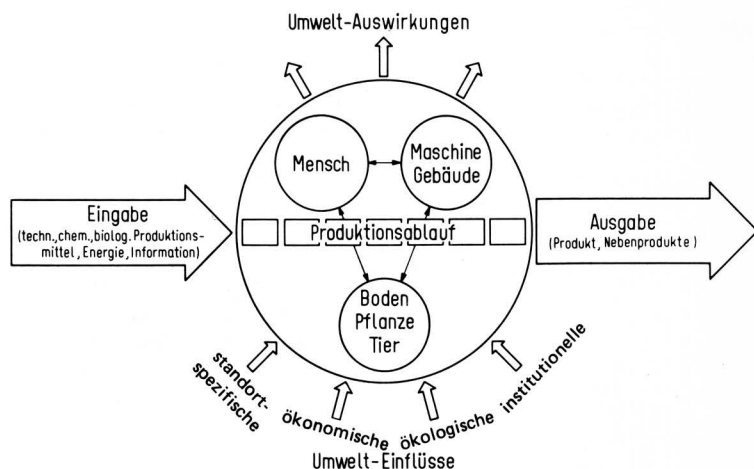


Bild 1. Vereinfachte Darstellung des landwirtschaftlichen Produktionssystems.

<sup>1)</sup> Die verwendeten betriebstechnischen Begriffe wurden in Anlehnung an betriebswirtschaftliche Bezeichnungen gewählt. Sie können aus fachspezifischen Gründen aber nicht immer deckungsgleich sein.

Ziel der betriebstechnischen Forschung ist nun weniger die Verbesserung und Weiterentwicklung der einzelnen Produktionsfaktoren, sondern vielmehr deren Zusammenwirken so zu gestalten, daß eine optimale "Eingabe-Ausgabe-Relation" ermöglicht wird. Bisher war dabei vor allem eine monetäre Bewertung üblich. Künftige Aufgabenstellungen erfordern aber eine zusätzliche umfassendere Beurteilung, z.B. nach der Input-Output-Relation der technischen und biologischen Energie. Darüber hinaus können auch Änderungen im Produktionssystem selbst, sei es durch den biologisch-technischen Fortschritt, durch Rechtsvorschriften (z.B. Tierschutz) oder durch geänderte agrar- und marktpolitische Rahmenbedingungen (z.B. innerbetriebliche Magermilchverwertung), in ihren komplexen Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion untersucht werden.

### 3. Einbindung der Betriebstechnik in die anderen Fachdisziplinen

Diese umfassende Betrachtungsweise setzt eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit und eine ständige Abstimmung mit den praktischen Gegebenheiten voraus. Die Betriebstechnik ist dabei wie folgt eingebunden, Bild 2.

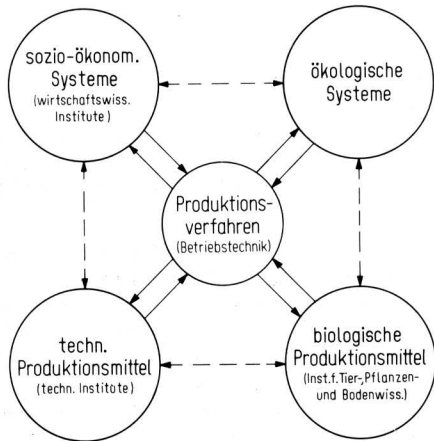


Bild 2. Einbindung der Betriebstechnik in die Agrarforschung.

In das Produktionsverfahren gehen technische, bauliche und biologische Produktionsfaktoren ein. Ihre detaillierte Untersuchung und Weiterentwicklung muß den jeweiligen Fachdisziplinen vorbehalten bleiben. Die Betriebstechnik bedarf aber deren Zulieferung, um diese in das gesamte Produktionsverfahren einzugliedern. Umgekehrt wird die Betriebstechnik neue Fragestellungen für diese Fachgebiete aufzeigen. Produktionsverfahren sind andererseits aber auch als Elemente übergeordneter Systeme zu betrachten und durch ihre Ein- und Ausgabe mit diesen verbunden. Hier ist die traditionelle Einbindung der Betriebstechnik in die sozio-ökonomischen Wissenschaften zu nennen. Die ökonomische Analyse wirft neue Fragestellungen für produktionstechnische Weiterentwicklungen auf und wertet die verschiedenen Produktionsverfahren aus ökonomischer Sicht. Daneben ist es aber auch in Zukunft notwendig, technisierte Produktionsverfahren in umfassende biologische Systeme einzuordnen.

### 4. Methode der Betriebstechnik

Aufgaben und Forschungsgegenstand der Betriebstechnik bestimmen deren methodisches Vorgehen, Bild 3.

Ausgangspunkt ist die Beschreibung der Rahmenbedingungen für Produktionsverfahren, wie sie z.B. durch den Standort (Agrarstruktur, Boden- und Klimaverhältnisse) durch ökonomische Einflüsse (Löhne, Kapital- und Energiekosten, Produktpreise), durch ökologische Vorgaben und durch institutionelle Maßnahmen (Rechtsvorschriften, agrarpolitische Maßnahmen und Zielsetzungen) gegeben sind. Daraus leiten sich Zielvorgaben für neue oder verbesserte Produktionsverfahren ab.

Dem schließt sich die Beschreibung realer oder hypothetischer Produktionsverfahren mit ihren Elementen und ihren Beziehungen zueinander an. Dies kann sowohl durch verbale Beschreibung, graphische Darstellung als auch mathematische Modelle erfolgen, deren anfänglicher Theoretisierungsgrad bei fortschreitenden betriebstechnischen Untersuchungen durch einen zunehmenden Realisierungsgrad ersetzt wird.

Die Untersuchung des Produktionsverfahrens umfaßt die Analyse mittels betriebstechnischer Kriterien, insbesondere der Ein- und Ausgabereaktionen (Produktionsmitteleinsatz, Ertrag, Nebenprodukte usw.), die arbeitswissenschaftlichen Kriterien, die technischen und monetären Kennwerte, die Ertragsfunktionen sowie die Umweltbelastung. Durch die Analyse werden Schwachstellen

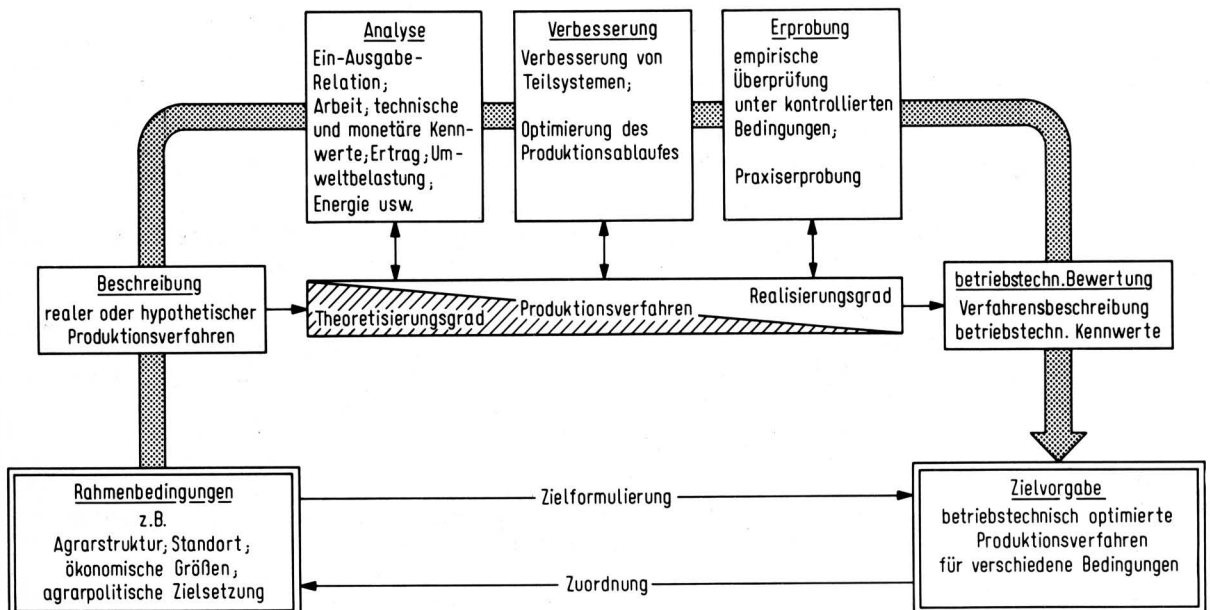


Bild 3. Methodik der Betriebstechnik.

bei den Produktionsverfahren ermittelt und damit spezielle Fragestellungen für andere Fachrichtungen oder für eigene Verbesserungen aufgeworfen. Bei dieser Weiterentwicklung geht es um das Einfügen von Teilverfahren zu ganzen Produktionsverfahren wie auch um die Optimierung der gegenseitigen Wechselbeziehungen.

Modellmäßig optimierte Produktionsverfahren bedürfen der empirischen Überprüfung unter kontrollierten Bedingungen. Nach der Erprobung auf der Versuchsstation der FAL schließt sich die Umsetzung in praktische Betriebe an, wobei eine Zusammenarbeit mit der Beratung angestrebt wird. Dieser Schritt ist unerlässlich, um neue oder verbesserte Produktionsverfahren unter den vielfältigen, wenig vorhersehbaren und wenig kontrollierbaren Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion zu erproben. Diese Betriebe können dabei eine Art Pilotfunktion für die übrige Landwirtschaft übernehmen.

Auch die Ermittlung betriebstechnischer Kennwerte sollte unter praktischen Bedingungen erfolgen. Bei der abschließenden betriebstechnischen Bewertung werden die so gewonnenen Kennwerte mit den Zielvorgaben verglichen. Dabei kann es nicht um die Erarbeitung nur eines, allen Bedingungen entsprechenden Produktionsverfahrens gehen, sondern es gilt, die relative Vorzüglichkeit verschiedener Alternativen für die unterschiedlichen Produktionsbedingungen herauszustellen.

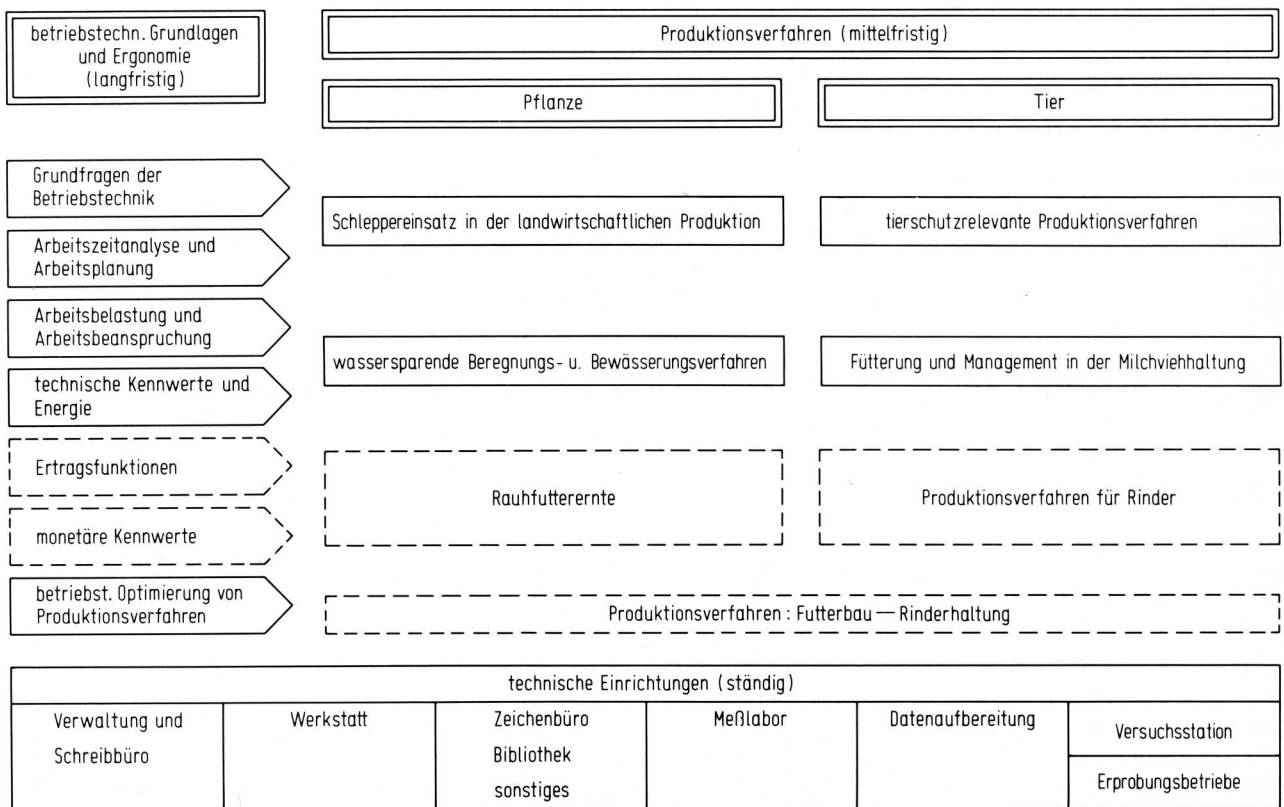
Eine solche Aussage kann immer nur global erfolgen. Bei einer einzelbetrieblichen Beratung wird es notwendig sein, auf die jeweiligen besonderen Bedingungen einzugehen. Hier hoffen wir, daß mit Hilfe dieser betriebstechnischen Kennwerte eine auf den Einzelbetrieb bezogene Verfahrensplanung ermöglicht wird – eine Planung, wie sie bei der betriebswirtschaftlichen Beratung seit langem selbstverständlich geworden ist.

## 5. Organisation betriebstechnischer Forschung

Forschungsaufgabe und methodisches Vorgehen der Betriebstechnik bestimmen Aufbau und Organisation betriebstechnischer Forschungseinrichtungen, wie sie am Beispiel des Instituts für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode dargestellt ist, **Bild 4**. Die Forschungsaufgaben sind horizontal in methodenbezogene und vertikal in produktbezogene Arbeitsbereiche gegliedert. Basis der Institutsarbeit sind die technischen Einrichtungen.

Der horizontal gegliederte Bereich für betriebstechnische Grundlagen soll der Weiterentwicklung und Pflege der für betriebstechnische Untersuchungen notwendigen Methoden dienen. Diese sind teilweise noch sehr lückenhaft, insbesondere im Bereich der Ergonomie und der betriebstechnischen Optimierungsverfahren. Vorrangig soll dabei versucht werden, die in anderen Bereichen erarbeiteten Methoden den Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion anzupassen.

Anwendung finden die einzelnen betriebstechnischen Methoden bei der Analyse, Verbesserung, Erprobung und Bewertung von Produktionsverfahren, wobei in Projektgruppen alle mit den diesbezüglichen methodischen Fragestellungen befaßten Wissenschaftler anwendungsbezogen zusammenarbeiten. Diese Projektgruppen werden mittelfristig nach dem aktuellen Forschungsbedarf zusammengestellt. Damit ist trotz langfristiger methodischer Verankerung der einzelnen Wissenschaftler in ihrem jeweiligen Spezialgebiet eine problembezogene Flexibilität gewährleistet.



**Bild 4.** Beispiel für die Organisation eines betriebstechnischen Institutes (Institut für Betriebstechnik der FAL).

## Schrifttum

- [ 1 ] Batel, W.: Grundlegende technische Entwicklungslinien in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Mitteilung der Gesellschaft der Freunde der FAL (1966) H. 1, S. 13/24 und H. 3, S. 9/16.
- [ 2 ] Bischoff, T.: Mechanisch-technische Fortschritte in der Verfahrenstechnik. Hohenheimer Arbeiten. Allg. Reihe (1976) H. 84, S. 29/53.
- [ 3 ] Brinkmann, W.: Entwicklungslinien der Landtechnik. Vortrag 31. Hochschultagung der landw. Fakultät der Universität Bonn 4./5. Okt. 1977.
- [ 4 ] Büchel, A.: Systems Engineering. Industrielle Organisation Bd. 38 (1969) Nr. 9, S. 373/85.
- [ 5 ] Hesselbach, J.: Systemanalyse und ihr Instrumentarium für alle Disziplinen der Landbauforschung. Berichte über Landwirtschaft Bd. 51 (1973) S. 124/33.
- [ 6 ] Matthies, H.J.: Der Wandel in Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Landtechnik. Grundl. Landtechnik Bd. 18 (1968) Nr. 3, S. 89/128.
- [ 7 ] Meinhold, K.: Technischer Fortschritt und betriebliches Wachstum im Spannungsfeld gesamtwirtschaftlicher Entwicklung. Landbauforschung Völkenrode Bd. 28 (1978) H. 2, S. 51/56.
- [ 8 ] Reisch, E.: Betriebswirtschaftliche Methoden zur Beurteilung von technischen Neuerungen. Grundl. Landtechnik Bd. 26 (1976) Nr. 1, S. 1/5.
- [ 9 ] Rosegger, S.: Landwirtschaftliche Betriebstechnik. Grundl. Landtechnik Bd. 19 (1969) Nr. 1, S. 1/4.
- [ 10 ] Schön, H. und Mitarbeiter: Forschungskonzeption und Forschungsprogramm 79/81. Unveröffentlichter Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik Nr. 45/Juli 1979.
- [ 11 ] Segler, G.: Verfahrenstechnik in der Landwirtschaft. VDI-Zeitschrift Bd. 109 (1967) Nr. 9, S. 394/400.
- [ 12 ] Stropfel, A.: Eine Methode zur Ermittlung von Arbeitszeitkennwerten für den Verfahrensvergleich. Bayer.-Landw.-Jahrbuch Bd. 54 (1977) SH. 2, S. 41/47.
- [ 13 ] Wenner, H.L., E. Isensee u. H. Schön: Aufgaben der Landtechnik in Gegenwart und Zukunft. Landtechnik Bd. 24 (1969) H. 6, S. 150/55.
- [ 14 ] Wieneke, F.: Lehre und Forschung der Landtechnik an der Landbaufakultät Göttingen. Landt. Forschung Bd. 17 (1967) H. 2, S. 33/41.

# Staubbelastung beim Mähreschen im mehrjährigen Vergleich

Von Wilhelm Batel, Braunschweig-Völkenrode\*)

Mitteilung aus dem Institut für landtechnische Grundlagenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode

DK 631.5:613.6:628.511

In mehreren Jahren wurde die Konzentration teilchenförmiger luftfremder Stoffe in der Atemluft beim Mähreschen gemessen. Das Ergebnis sind Kollektive der Staubbelastung, die abhängig von den technischen, betriebs-technischen und meteorologischen Bedingungen einen größeren Konzentrationsbereich umfassen. Die mittlere Belastung der Atemluft durch teilchenförmige luftfremde Stoffe liegt beim Mähreschen bei etwa  $20 \text{ mg/m}^3$ ; das beinhaltet nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnis keine allgemeine Gefährdung der Gesundheit, wohl aber eine beachtliche Belästigung.

## 1. Einleitung

Ein wesentliches Kriterium für die Belastung am Arbeitsplatz durch flüssige und feste teilchenförmige luftfremde Stoffe ist der Staubgehalt in der Atemluft. Da diese Belastung von der Stärke der Quelle und den Ausbreitungsbedingungen und damit von vielen Einflußgrößen abhängt, liegen stets Belastungskollektive vor. Solche sind für die meisten staubexponierten Arbeiten der Landwirtschaft in einer früheren Arbeit mitgeteilt worden [1], in der auch die Meßtechnik beschrieben wurde. Wegen der angesprochenen Vielzahl möglicher Parameter ist es nützlich, solche Kollektive durch mehrjährige Messungen zu überprüfen. Hierüber wird für das Mähreschen berichtet.

## 2. Meßergebnisse

Das für die Jahre 1975–1978 ermittelte Kollektiv ist im Vergleich zu den im Jahre 1979 gemessenen Werten in **Bild 1** dargestellt<sup>1)</sup>. Grundsätzlich kann man von einer Übereinstimmung sprechen, da die etwas höhere Belastung 1979 im oberen Merkmalsbereich in der Größenordnung des Meßfehlers liegt.

Etwas anders sind die Verhältnisse hinsichtlich des Feinstaubanteils, des alveolengängigen Anteils im Staub, geartet. Nach **Tafel 1** ist der alveolengängige Anteil im Jahre 1979 bei Gerste kleiner und bei Weizen größer als der jeweilige Mittelwert der Vorjahre. Dies mag auf die in diesem Jahr vergleichsweise spät liegende Ernte zurückzuführen sein.

Es ist nun zu fragen, wie das vorgelegte, nach statistischen Gesichtspunkten ermittelte Belastungskollektiv in Verbindung mit früher durchgeführten systematischen Messungen über die Abhängigkeiten der Staubemission und -immission beim Mähreschen zu sehen ist. Betrachten wir hierzu den 100 %- und den 50 %-Wert der Häufigkeitssumme.

Die mittlere Schnittbreite der bei uns eingesetzten Mährescher liegt zwischen etwa 2,50 und 3,00 m. Nach **Bild 2** [1] beinhaltet dies für das Mähreschen von gleichen Anteilen Gerste und Weizen einen mittleren Gesamtmissionsstrom von etwa 32 kg/h. Dieser bewirkt ohne Staubschutz eine höchste, mögliche Dauerbelastung  $\xi_{Dm}$  von etwa  $65 \text{ mg/m}^3$ . Die höchste, mögliche Dauerbelastung tritt auf bei einer ununterbrochenen Folge von Fahrten mit relativem Gegen- und Rückenwind. Ein solches Ergebnis folgt auch aus dem Belastungsdiagramm für den Staub im Atembereich in Abhängigkeit von der relativen Windrichtung bei dem genannten Emissionsstrom, **Bild 3** [2].

\*) Prof. Dr.-Ing. W. Batel ist Leiter des Instituts für landtechnische Grundlagenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode

1) Die Kurven nach **Bild 1** sind bei sich ändernden Bedingungen von der Dauer der Belastung abhängig. Die dargestellten Werte beruhen auf einer Meßdauer von etwa 2 Stunden.