

# Grundgedanken zur Auswahl betrieblich optimaler Verfahren der Körnerfruchtproduktion, dargestellt am Beispiel der Körnerkonservierung

Von Theo Bischoff, Ludwig Gekle, Frank-Michael Litzka und Dieter Albrecht, Stuttgart-Hohenheim\*)

Mitteilung aus dem Sonderforschungsbereich 140 – Landtechnik "Verfahrenstechnik der Körnerfruchtproduktion" der Universität Hohenheim

DK 631.17.004.15:664.8.047

Die Verfahren der Körnerproduktion (z.B. Bodenbearbeitung, Aussaat, Ernte, Konservierung) setzen sich jeweils aus mehreren Teilverfahren zusammen. Aufgrund verschiedener technischer Möglichkeiten zur Lösung eines Teilverfahrens ergibt sich eine Vielzahl an Kombinationen bei der Zusammensetzung von Teilverfahren zu Gesamtverfahren.

Für die betriebliche Planung, die letztlich eine ökonomische Entscheidung erfordert, ist deshalb zu prüfen, nach welchen technischen und ökonomischen Kriterien die Auswahl einer optimalen Verfahrenskombination vorzunehmen ist. Die Anwendung von ökonomischen Methoden richtet sich nach der Komplexität der jeweiligen Fragestellung.

## 1. Einleitung

Unter dem Begriff "Verfahren" werden hier aufeinanderfolgende Arbeitsschritte zur Bewältigung einer definierten Aufgabe verstanden<sup>1)</sup>. Abweichend vom üblichen Sprachgebrauch, nach dem z.B. die Körnerkonservierung ein Teilverfahren des Gesamtverfahrens "Körnerfruchtproduktion" ist, wird zur übersichtlicheren Handhabung der Begriffe die Konservierung als "Verfahren" bezeichnet. Jeder Arbeitsschritt des Verfahrens "Konservierung" wird demnach als Teilverfahren bezeichnet, das die Anwendung von bestimmten Mitteln (Geräten, Maschinen, Gebäuden, Arbeitskräften und Kapital) erfordert.

Im folgenden Beitrag soll ausgeführt werden, nach welchen Gesichtspunkten bei einer einzelbetrieblichen Entscheidung eine Auswahl des Konservierungsverfahrens zu treffen ist. Hierzu sollen Grundgedanken zur Vorgehensweise sowie zum Einsatz von ökonomischen Methoden beschrieben werden. Das Aufzeigen einer konkreten, sämtliche Einflußgrößen umfassenden Lösung, insbesondere die detaillierte Aufzählung des benötigten Datenmaterials, erfolgt erst im Verlauf der interdisziplinären Forschung, wie sie durch die Schaffung des SFB 140 – Landtechnik konzipiert ist.

\*) Prof. Dr. Theo Bischoff ist Inhaber des Lehrstuhls Verfahrenstechnik in der Tierproduktion des Instituts für Agrartechnik der Universität Hohenheim. Dipl.-Ing. agr. Dr. oec. Ludwig Gekle ist wiss. Assistent beim genannten Lehrstuhl. Dipl.-Ldw. Dr. oec. Frank-Michael Litzka ist wiss. Angestellter am Lehrstuhl für angewandte landwirtschaftliche Betriebslehre des Instituts für landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim. Dipl. agr. oec. Dieter Albrecht ist wiss. Mitarbeiter im Sonderforschungsbereich 140 – Landtechnik "Verfahrenstechnik der Körnerproduktion".

## 2. Überlegungen zur Verfahrensermittlung und Verfahrensauswahl

### 2.1 Verfahrensermittlung

Das hier exemplarisch beschriebene Verfahren "Körnerfruchtkonservierung" läßt sich, entsprechend den notwendigen Arbeitsschritten, in fünf Teilverfahren gliedern. Hierbei sind die vier stationären Teilverfahren: Übernahme, Konservierung, Lagerung, Entnahme jeweils durch das Teilverfahren "Förderung" verbunden, wobei bei jedem Teilverfahren verschiedene Geräte und Maschinen anzuwenden sind, **Tafel 1**.

Berücksichtigt man sämtliche technischen Möglichkeiten aller Teilverfahren, so ergibt die Zusammensetzung der Teilverfahren zu Gesamtverfahren eine Vielzahl an theoretischen Kombinationen (das Beispiel in **Tafel 1** ergibt ca. 40000 Möglichkeiten). Die Auswahl einer betrieblich optimalen Kombination stellt daher überwiegend ein Selektionsproblem dar.

### 2.2 Verfahrensauswahl

#### 2.2.1 Einflußgrößen

Bei der Auswahl eines Verfahrens für den Einsatz im Betrieb sind sowohl betriebsunabhängige als auch betriebsabhängige Einflußgrößen zu berücksichtigen. Wesentliche betriebsunabhängige Einflußgrößen des Verfahrens "Körnerfruchtconservierung" sind:

- volkswirtschaftliche Größen (z.B. Fremdlohnniveau, Kapitalkosten, Energiekosten)
- agrarpolitische Größen (z.B. Markt- und Preispolitik)
- Stand der Technik (z.B. Verhältnis von Energieverbrauch und Trocknungsleistung)
- Standorteinflüsse (z.B. standortbedingte Feuchtegehalte bei geerntetem Mais)
- Verwendungszweck der Körner (z.B. Propionsäureanwendung ermöglicht nur die Konservierung von Futtermitteln)
- gutspezifische Eigenschaften der Körner (Auswirkung unterschiedlicher Trocknungstemperaturen auf die Backqualität von Weizen).

Wesentliche betriebsabhängige Einflußgrößen sind:

- Faktorausstattung des Betriebes (AK-, Kapital-, Gebäudeausstattung)
- Entwicklungsmöglichkeiten (z.B. aufgrund von Zupachtmöglichkeiten)
- Betriebsleiterverhalten (z.B. Risikobereitschaft, Fachkenntnisse, spezifische Interessen).

<sup>1)</sup> Dies entspricht der technischen Interpretation des Begriffs "Verfahren" [1]. Im ökonomischen Sprachgebrauch ist ein "Produktionsverfahren" durch Höhe und Zusammensetzung des Aufwands je Erzeugungseinheit bestimmt [2].

Teilverfahren 1 Übernahme	Teilverfahren 2 Förderung	Teilverfahren 3 Konservierung	Teilverfahren 4 Lagerung	Teilverfahren 5 Entnahme
Direktübernahme Annahmewanne mit Schnecke od. Kettenförderer Körnersumpf mit Schnecke oder Kettenförderer Körnersumpf und tieferliegendes Fördergerät Körnerhaufen	entfällt von Hand mit Schaufel von Hand mit Karren Förderband Förderschnecke Stegkettenförderer Rohrkettenförderer Schwingförderer Wurfgebläse Körnergebläse (Saug, Druck) Elevator Greiferschaufel Förderspirale Bandschleuder Frontlader	Säuredosiergerät Belüftungstrockner Warmluftsatztrockner -, Flachrockner -, Hochbehälter Durchlauftrockner Hochsilo, gasdicht Hochsilo, konventionell Flachsilo Wagentrockner	entfällt Körnerhaufen Flachbehälter Hochbehälter Bunker	entfällt Schwerkraft von Hand mit Schaufel von Hand mit Karren Förderschnecke, feststehend Förderschnecke, beweglich Räumschnecke Körnergebläse Greiferschaufel Förderspirale Frontlader Silofräse

**Tafel 1.** Technische Lösungen für die Teilverfahren der Körnerkonservierung. Bei der Auswahl betrieblich optimaler Verfahren sind die Kombinationen nach technischen und ökonomischen Kriterien zusammenzustellen. Das Beispiel ergibt theoretisch ca. 40 000 Möglichkeiten der Kombination.

Zur Berücksichtigung der betriebsunabhängigen Größen genügt es für die Verfahrensauswahl jeweils die innerbetrieblichen Auswirkungen zu untersuchen, da seitens des Betriebes keine Einflußmöglichkeiten auf diese Größen bestehen und sämtliche Größen als gegeben zu betrachten sind. Es ist somit ein Rahmen vorhanden, innerhalb dessen die Auswahl vorzunehmen ist.

Dies bedeutet, daß bei der Auswahl auf dem Weg von den theoretischen Kombinationsmöglichkeiten zu den praktisch durchführbaren Lösungen ein großer Teil der theoretischen Möglichkeiten ausscheidet. So lassen z.B. für einen bestimmten Betrieb der Stand der Technik, die Gebäudeausstattung des Betriebes, sowie die Fähigkeiten oder Neigungen des Betriebsleiters verschiedene technische Lösungen zu. Für die Verfahrensauswahl ist nun maßgeblich, welche Ansprüche diese technischen Lösungen an die vorhandenen Faktorkapazitäten haben, bzw. wie sie sich mit diesen vereinbaren lassen und letztlich, wie sich die gesamte Betriebsorganisation und das Betriebsergebnis bei den jeweiligen Lösungen verändert. Das bestehende Auswahlproblem kann dadurch gelöst werden, daß mit drei methodischen Vorgehensschritten die Optimallösung stufenweise bestimmt wird.

### 2.2.2 Methodisches Vorgehen

Zur Eingrenzung sind aus den theoretisch möglichen Kombinationen in einem ersten Vorgehensschritt technisch nicht sinnvolle Verfahren auszuschneiden. Bei diesem Schritt werden die aufeinanderfolgenden Teilverfahren sachgerecht zusammengefügt, um somit technisch mögliche Gesamtverfahren zu erhalten. Dadurch entfallen die Verfahren, deren Teilverfahren sich aufgrund des Arbeitsablaufes und/oder der Einsatzgrenzen der beteiligten Maschinen nicht kombinieren lassen. Solche nicht realisierbaren Kombinationen sind beispielsweise die Beschickung eines Durchlauftrockners mit dem Frontlader oder die Beschickung eines Hochsilos mit dem Schwingförderer.

In einem zweiten Schritt werden die technisch relevanten Verfahren mit den vorhandenen betrieblichen Faktorkapazitäten abgestimmt. Hierbei scheiden die Verfahren aus, die den Betriebsansprüchen nicht genügen. Beispielsweise entfallen sämtliche Verfah-

ren, deren Bedarf die Ausstattung des Betriebes mit Arbeitskräften, Gebäuden und Kapital übersteigt. Weiterhin entfallen sämtliche Verfahren, welche die anfallenden Erntemengen in der verfügbaren Zeit nicht verarbeiten. **Tafel 2** zeigt, auf welchen Ebenen die Abstimmung erfolgt und nach welchen Kriterien dabei vorzugehen ist. (Die als erster Schritt gesondert besprochene technische Abstimmung ist hier ebenfalls aufgeführt).

Während im ersten Vorgehensschritt lediglich eine Auswahl nach technischen Kriterien stattfindet, die sich indirekt auf die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens auswirken, wird hier im zweiten Schritt nach solchen Kriterien selektiert, die einen direkten Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit haben.

Die in den Schritten 1 und 2 ermittelten Verfahren sind einerseits technisch funktionstüchtig und andererseits auf die betrieblichen Verhältnisse abgestimmt. In einem dritten Vorgehensschritt erfolgt die Endauswahl eines Verfahrens nach ausschließlich ökonomischen Gesichtspunkten. Entscheidungskriterien sind dabei nicht Teilgrößen (z.B. Arbeit und Kapital wie in Schritt 2), vielmehr fällt die Entscheidung hier unter Beachtung und Bewertung aller Einflußgrößen. Als Möglichkeit bietet sich hier die Auswahl nach dem Prinzip der minimalen Kosten oder nach dem Prinzip der Maximierung des Deckungsbeitrages an<sup>2)</sup>. Im ersten Fall wird das Verfahren ausgewählt, dessen Kosten unter Bewertung aller Faktoren am geringsten sind. Im zweiten Fall ergibt sich das Verfahren als optimale Lösung, das die maximale Entlohnung der eingesetzten fixen Faktoren ermöglicht.

### 2.3 Bedeutung des methodischen Vorgehens

Die genannten methodischen Vorgehensschritte stellen einen systematischen Weg dar, um zur Auswahl betrieblich relevanter Verfahren zu gelangen. Hierbei wird die Zahl der möglichen Verfahren stufenweise eingegrenzt und das Optimallösungsverfahren ermittelt. Bei diesem Vorgehen sind jeweils unterschiedliche Fragestellungen vorrangig. Es sind dies Fragen, die sich im ersten Schritt mit der technischen Funktionsfähigkeit, im zweiten Schritt mit der technischen Einpassung in den Betrieb und im dritten Schritt damit

<sup>2)</sup> Deckungsbeitrag = Erlös – variable Kosten

Abstimmungsebenen		Untersuchung hinsichtlich:	Auswahl hinsichtlich:
Technische Abstimmung		Gutgerechtigkeit  Gerätgerechtigkeit	Gutveränderung durch technische Geräte und Maschinen  Funktionsweise von aufeinanderfolgenden Geräten und Maschinen
Kapazitätsmäßige Abstimmung		Minimierung der: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Überkapazitäten</li> <li>– maximalen Kapazitätsabweichung</li> <li>– organisatorischen Lager</li> <li>– Verfahrenskosten</li> </ul>	Kapazitätsdimensionierung  Kosten
Zeitliche Abstimmung	zeitlich-technisch  zeitlich-organisatorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Durchlaufzeit</li> <li>– Terminabweichung</li> <li>– Wartezeiten</li> <li>– Arbeitszeit</li> <li>– Zahl der AK</li> <li>– Arbeitskosten</li> </ul>	organisatorischem Ablauf  Kosten
Räumliche Abstimmung		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Förderwege</li> <li>– Förderarbeit</li> <li>– Förderzeit</li> <li>– Förderkosten</li> </ul>	räumlicher Zuordnung  Kosten

befassen, ob es nach ökonomischen Gesichtspunkten sinnvoll ist, das Verfahren in den Betrieb aufzunehmen.

Prinzipiell ist ein derartiges Vorgehen für jeden Fall der Planung von Konservierungsanlagen vorzunehmen, d.h. daß grundsätzlich zu klären ist, wie sich ein Verfahren mit der Gesamtsituation des Betriebes vereinbaren läßt. Im speziellen Entscheidungsfall kann die Bedeutung der einzelnen Stufen jedoch sehr stark variieren.

Für eingeschränkte Probleme, wie die Ersatzbeschaffung (z.B. Ersatz eines Elevators) oder die Erweiterung einer bestehenden Konservierungsanlage, liegt der Schwerpunkt der Fragestellung bei technischen Aspekten (im Beispiel etwa bei der Frage, ob die Förderleistung eines Elevators oder die Tragfähigkeit eines Altgebäudes ausreicht, um weitere Satz-trockner aufstellen zu können). Ökonomische Aspekte sind dabei weniger bedeutend.

Für umfangreichere Entscheidungen, wie z.B. Änderung oder Neueinführung des Konservierungsverfahrens, beruht die Auswahl überwiegend auf ökonomischer Entscheidung, die nur für den Gesamtbetrieb zu lösen ist.

Die im folgenden beschriebenen Einsatzmöglichkeiten ökonomischer Methoden richten sich demnach jeweils nach der Komplexität der erforderlichen betrieblichen Fragestellung.

Tafel 2. Abstimmungsebenen bei der Auswahl von Teilverfahren der Körnerkonservierung (dargestellt am Beispiel der Fördergeräte).

### 3. Ökonomische Methoden

Bei der Planung bzw. Auswahl von Verfahren für die landwirtschaftliche Produktion sind zwei Fragestellungen zu unterscheiden, auf die sich alle im einzelnen auftretenden Probleme letztlich zurückführen lassen:

1. Einführung eines neuen Verfahrens in eine bestehende Betriebsorganisation. Beim Problem des Ersatzes einer Trocknungsanlage stellt sich z.B. die Frage, wie die neu auszuwählende Trocknungsanlage beschaffen sein muß, damit sie sich in die bestehende Betriebsorganisation einfügen läßt, ohne deren Veränderung erforderlich zu machen.
2. Einfluß eines neuen Verfahrens auf die Betriebsorganisation. Beim Problem der Wahl einer Konservierungsart stellt sich hier z.B. die Frage, welche Auswirkungen die Trocknung bzw. Säurekonservierung des Erntegutes auf die Betriebsorganisation hat hinsichtlich Gestaltung des Ernteverfahrens und/oder Verwertung der Körnerfrüchte.

Die erste Fragestellung ist heute die allgemein verbreitete. Dies ist auch sinnvoll, wenn man den landwirtschaftlichen Betrieb in seiner Dynamik betrachtet. Der permanente Prozeß der Ersatzbeschaffung oder Anpassung führt dabei zur sukzessiven Übernahme von technischen Neuerungen. Die Betriebsorganisation wird dann von Fall zu Fall im nachhinein an die neugeschaffenen Gegebenheiten angepaßt. In all diesen Fällen ist die Methode der Wahl eine mehr oder weniger umfangreiche und detaillierte Voranschlagsrechnung. Hierbei wird eine Gegenüberstellung zwischen "Soll" und "Ist" insbesondere in folgenden Bereichen gemacht:

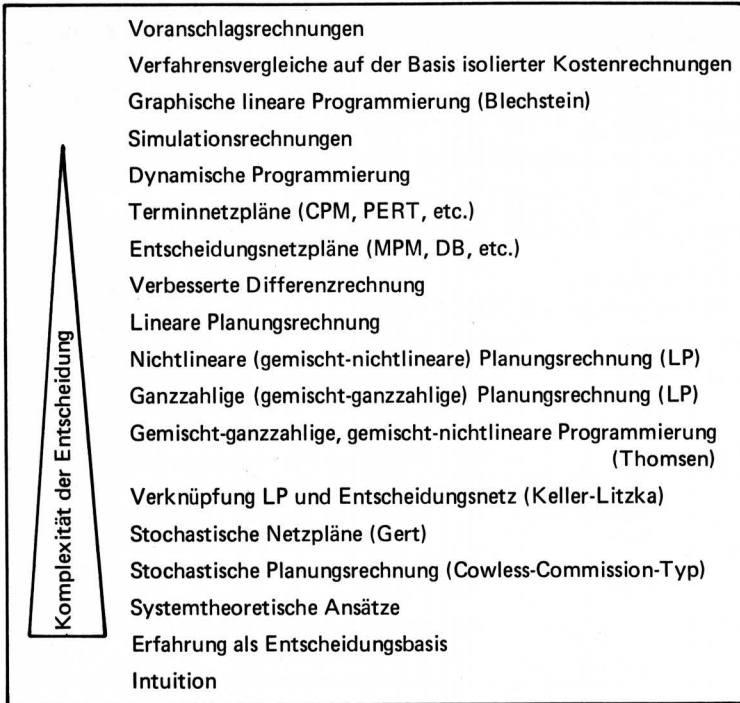
- a) Stimmt der Bedarf des neuen Verfahrens an Produktionsmitteln (Arbeit, Kapital, Stromanschluß etc.) mit den im Betrieb verfügbaren Kapazitäten überein? Wie lassen sich Fehlmengen wirtschaftlich beschaffen, bzw. wie sind Reste ökonomisch verwertbar?
- b) Stimmen die technischen Kapazitäten des neuen Verfahrens (Leistung, Schlagkraft, Arbeitsbreite) mit den im Betrieb geforderten überein?

Dieser letztgenannte Bereich leitet unmittelbar über zur zweiten Fragestellung. Zeigt es sich nämlich, daß die Kapazitäten nicht übereinstimmen, so muß die Frage anschließen, welche Veränderungen in der Betriebsorganisation notwendig werden, damit Unterkapazitäten ausgeglichen bzw. Überkapazitäten (evtl. unter Berücksichtigung eines Risikozuschlages) sinnvoll genutzt werden können. Zur Lösung dieser Fragestellung sind bereits Methoden mit einer mittleren Komplexität erforderlich.

Insbesondere bieten sich an:

- die graphische lineare Programmierung nach *Blechstein* [3]
- die Simulationsrechnung [4]
- und Netzplanrechnungen [5] bei bestimmten sequentiellen Entscheidungen (wie Ablauforganisation, spezielle Fragen der Arbeitserledigung etc.).

Ereblich komplizierter wird das notwendige Instrumentarium, wenn die optimale Organisation des gesamten Betriebes ermittelt werden oder eine Planung des Risikofaktors erfolgen soll. Für den letzteren Fall existieren zwar einige stark spezialisierte Planungsansätze, insbesondere mit Methoden der Spieltheorie, global einsetzbar dürften sie aber in absehbarer Zeit noch nicht sein.



fahrenskennwerten. Mit ihrer Hilfe sind betriebsunabhängige Verfahrensvergleiche möglich. Für eine betriebsspezifische Entscheidung sind außerdem Daten zur betrieblichen Faktorausstattung, wie der Ausstattung mit Arbeitskräften oder Betriebsgebäuden erforderlich.

Im einzelnen handelt es sich hier bei den Stoffkennwerten um Angaben zu den Auswirkungen verschiedener Behandlungsarten auf die betreffenden Körnerfrüchte. Für die Körnerkonservierung sind diese mit Hilfe der physikalischen, biologischen und chemischen Eigenschaften von Körnerfrüchten zu beschreiben, **Tafel 4.**

Die Verfahrenskennwerte geben die Mengen und die Gültigkeitsbereiche der Verfahrensanforderungen an die betriebliche Faktorausstattung wieder. Es sind dabei sowohl Kennwerte zu berücksichtigen, welche nur indirekten Einfluß, wie z.B. der maximale Förderwinkel, als auch solche, die direkten Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens haben, wie z.B. der Arbeits- und Energiebedarf, **Tafel 5.**

Die bisherigen Kennwerte lassen lediglich eine Aussage über die Durchführbarkeit der verschiedenen Verfahren zu, ebenso einen Vergleich der Verfahrensansprüche.

**Tafel 3.** Darstellung von ökonomischen Methoden. Beginnend mit der Voranschlagsrechnung sind die aufgeführten Methoden für immer komplexere Entscheidungen verwendbar.

Die optimale Organisation landwirtschaftlicher Betriebe ist ein Problem, zu dessen Lösung bereits seit einer Reihe von Jahren unterschiedliche Methoden entwickelt wurden [6 bis 9]. Im Vordergrund steht dabei die lineare Programmierung mit Sonderformen des nichtlinearen und/oder ganzzahligen Ansatzes. Bei diesem Verfahren werden die relevanten Produktionsmittelströme (einschließlich Geld) und Produktionsströme in einem – meist unter bestimmten – System von Ungleichungen erfaßt und nach Maßgabe einer Zielfunktion, überwiegend der Gewinnmaximierung gelöst.

Für Fragestellungen im Bereich der Auswahl bzw. Planung von Verfahren, bei denen insbesondere auf die Auslastung von Mechanisierungsketten abgehoben wird, wird die Methode der linearen Programmierung jedoch sehr bald zu schwerfällig bzw. bei Berücksichtigung vieler Alternativen ungeeignet.

Aus diesem Grunde wurde im Rahmen der ökonomischen Teilprojekte des SFB 140 eine spezielle Methode entwickelt und bis zur Anwendungsreife durchgetestet, mit der derartige gemischte Fragestellungen beantwortet werden können. Hierbei wird durch iterative Verknüpfung von linearer Programmierung und Entscheidungsnetz eine wesentliche Verkürzung der Rechenzeit bei gleichzeitiger Verringerung der Kapazitätsanforderung an EDV-Anlagen erreicht [10].

**Tafel 3** gibt einen Überblick über die in der landwirtschaftlichen Betriebslehre einsetzbaren ökonomischen Methoden, aufgelistet nach dem Grad der Komplexität der Fragestellung. Dabei kann im Einzelfall auch eine Methode höherer Komplexität für die Beantwortung einfacher Fragen angewendet werden. Im umgekehrten Fall steigt der Bearbeitungsaufwand entsprechend an.

## 4. Datenermittlung

### 4.1 Art der Daten

Die Anwendung vorstehender Überlegungen zum systematischen Vorgehen bei der Verfahrensauswahl setzt eine Datengrundlage voraus, die von den verschiedensten Wissenschaftsgebieten gemeinsam zu erarbeiten ist. Dazu gehören Angaben zu Stoff- und Ver-

		Einflußgrößen	Gesuchte Größen
Physikalische Größen mit Einfluß auf	Raumbedarf	Feuchtegehalt Schüttdichte	Schüttdichte Schüttwinkel - statisch - dynamisch
	Handhabung	Feuchtegehalt	Reibungsbeiwert - statisch - dynamisch
Biologische und chemische Größen beeinflusst durch	Trocknung	Feuchtegehalt Korntemperatur Trocknungszeit	Keimfähigkeit Backfähigkeit Nährstoffgehalt Verdaulichkeit u. Verwertbarkeit
	Belüftung	Feuchtegehalt Lagertemperatur Lagerdauer	Atmungsintensität Verderb durch Mikroorganismen
	Kühlung	Feuchtegehalt Lagertemperatur Lagerdauer	Atmungsintensität Verderb durch Mikroorganismen
	Gärung	Feuchtegehalt Säuregehalt Lagerdauer CO <sub>2</sub> -Konzentration	Verderb durch Mikroorganismen Nährstoffgehalt Verdaulichkeit u. Verwertbarkeit
	Säurezusatz	Feuchtegehalt Säuregehalt	Verderb durch Mikroorganismen Nährstoffgehalt Verdaulichkeit u. Verwertbarkeit

**Tafel 4.** Stoffkennwerte von Körnerfrüchten. Hier sind die verfahrensrelevanten Eigenschaften der Körnerfrüchte und die diese Eigenschaften beeinflussenden Größen dargestellt. Zu ermitteln ist die quantitative Abhängigkeit der gesuchten Größen von den sie beeinflussenden Größen.



Durch die Verrechnung dieser Werte mit der betrieblichen Ausstattung wird ein Verfahrensvergleich auf monetärer Basis möglich. Angewandt auf die beschriebenen methodischen Vorgehensschritte zur Verfahrensauswahl sind jeweils unterschiedliche Datenarten zu berücksichtigen. Im ersten Schritt, in dem die gegenseitigen Einflüsse von Gut und Gerät (Gutgerechtigkeit) und zwischen aufeinanderfolgenden Geräten (Gerätgerechtigkeit) berücksichtigt werden, sind Stoffkennwerte und sich indirekt ökonomisch auswirkende Verfahrenskennwerte von besonderer Bedeutung. Im zweiten Schritt werden außerdem die direkt ökonomisch wirksamen Verfahrenskennwerte sowie Daten der Betriebsausstattung benötigt.

Der dritte Schritt verlangt Daten, die eine vergleichende Verfahrensbewertung als Grundlage für die Auswahl zulassen, wie z.B. die Bewertung von Arbeitszeiten oder die Bewertung von betrieblich anfallendem Futtergetreide.

Datenart		Untersuchung hinsichtlich:
Räumlich bedingte Einsatzmöglichkeiten der Geräte		maximalem Förderwinkel Gebäudeanforderungen
Kombinationsmöglichkeiten der Geräte untereinander		zeitlich-organisatorisch zeitlich-technisch
Maximale Maschinen- und Gerätekapazitäten		ausreichender Dimensionierung
Standortbedingte Einsatzmöglichkeiten		möglichem Geräteeinsatz
Gutbeeinflussung durch Geräteeinsatz		– Nährstoffverlusten – Keimschäden – mechanischem Abrieb – Bruchkornanteil
Arbeitsbedarf	Betriebsausstattung	– Arbeitszeit – Arbeitsverteilung – Arbeitsqualität – Arbeitskräften
	Verfahrensbedarf	
Kapitalbedarf für Gebäude und Technik	Betriebsausstattung	– Anschaffungspreisen – Kapitalkosten – Nutzungszeiten – Verwendbarkeit für andere Betriebszweige – Verwendungsmöglichkeiten von vorhandenen Faktoren
	Verfahrensbedarf	
Laufender Bedarf f. Gebäude und Technik	Energie	– Kraftstoffverbrauch – Stromverbrauch – Energiepreisen – Nutzungszeiten – Wartungs- und Pflegeaufwand
	Reparatur u. Wartung	

**Tafel 5.** Verfahrenskennwerte für Verfahren der Körnerfruchtkonservierung. Verfahrenskennwerte lassen sich untergliedern in Datenarten, die einen indirekten Einfluß (z.B. räumlich bedingte Einsatzmöglichkeiten der Geräte etc.) sowie einen direkten Einfluß (z.B. Arbeitsbedarf etc.) auf die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens haben.

#### 4.2 Vorhandene Datengrundlage

Auf dem Gebiet der Stoffkennwerte besteht eine umfangreiche Literatur [11, 12]. Damit ist ein bedeutender Teil der benötigten Daten vorhanden. Datenlücken sind auf diesem Gebiet vor allem durch die Anwendung von neuartigen Behandlungsverfahren (kurzzeitige Anwendung hoher Temperaturen, Wechsel von hohen

und niederen Temperaturen, Säureanwendung) und durch Veränderung von Stoffen und Stoffeigenschaften infolge von Fortschritten auf dem Gebiet der Züchtung und Anbautechnik (Hybridmais, Mais höheren Lysingehalts) entstanden. Derartige Datenlücken stehen einer rationalen Beurteilung von Neuentwicklungen auf den genannten Gebieten entgegen. Das Schließen solcher Lücken ist nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit möglich. Dabei sind die Stoffkennwerte in Abhängigkeit von ihren Einflußgrößen möglichst funktional darzustellen, um die Anwendung hochentwickelter Rechentechniken zu gestatten.

Die Verfahrenskennwerte lassen sich gliedern in die Ansprüche an Technik, Gebäude und Arbeit einerseits und die Auswirkungen auf das Produkt andererseits.

Zum Investitionsbedarf von technischen Einrichtungen für die Körnerfruchtconservierung liegen Daten aus der Literatur vor [13, 14]. Diese Daten sind sehr schnell zeitlich überholt und auch nicht immer genügend differenziert, so daß die kontinuierliche Fortschreibung der Daten auf den neuesten Stand eine ständige Aufgabe darstellt.

Zu den laufenden Aufwendungen für Reparatur, Wartung und Pflege von Konservierungsanlagen wurden bisher sehr wenige Untersuchungen vorgenommen. Weitere Untersuchungen sind daher unabdingbar.

Im Gegensatz dazu wurde dem Energiebedarf von Geräten schon frühzeitig Aufmerksamkeit geschenkt, *Segler* 1933 [15]. Datenlücken bestehen jedoch bei neueren Entwicklungen der Konservierungstechnik.

Gebäude und bauliche Anlagen beanspruchen einen großen Teil des Aufwandes für die Körnerfruchtconservierung. Trotzdem wurde dieser Bereich in der Literatur bisher ungenügend beachtet. Mit Ausweitung der verwendeten Konservierungstechniken sind hier weitergehende Untersuchungen erforderlich. Zur besseren Übersichtlichkeit können diese anhand von Modellen für die wichtigsten Gebäudetypen durchgeführt werden, wobei neben den quantitativen Ansprüchen auch die qualitativen (z.B. Tragfähigkeit bei deckenlastiger Anordnung) besonders zu berücksichtigen sind.

Infolge der Abhängigkeit des Arbeitsbedarfs von technischen Hilfsmitteln sind neuere Verfahren mit Hilfe von Literaturwerten noch nicht ausreichend genau einzuordnen. Die erforderlichen Daten sind jedoch mit relativ geringem Aufwand modellmäßig zu ermitteln.

Außer der Einschätzung der qualitativen Komponente des Arbeitsbedarfs stellt sich hier auch das Problem der Beurteilung von diskontinuierlich anfallendem Arbeitsbedarf.

Neben den Verfahrensansprüchen ist die Produktbeeinflussung in die Verfahrensbeurteilung einzubeziehen. Einzelaussagen liegen hierzu vor, wegen ihrer fehlenden Vergleichbarkeit für umfassende Verfahrensvergleiche scheiden sie jedoch aus. Eine vordringliche Aufgabe wird demnach für das vorliegende Problem die vergleichende Untersuchung der Konservierungsverluste sein, wobei aus versuchstechnischen Gründen zunächst nur Laborversuche möglich sein werden.

#### Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [ 1 ] *Segler, G.*: Verfahrenstechnik in der Landwirtschaft. VDI-Z. Bd. 109 (1967) S. 394/400.
- [ 2 ] ● *Weinschenck, G.*: Die optimale Organisation des landwirtschaftlichen Betriebes. Hamburg und Berlin: Paul Parey 1964.
- [ 3 ] ● *Blechstein, K.*: Graphische Linearprogrammierung als Entscheidungshilfe bei der landwirtschaftlichen Betriebsplanung. Hamburg und Berlin: Paul Parey 1969.

- [ 4 ] ● *Hesselbach, J. u. L.M. Eisgruber*: Betriebliche Entscheidungen mittels Simulation. Hamburg: Paul Parey 1967.
- [ 5 ] *Morris, W.H.M. u. A. Nygaard*: Application of an optimizing path algorithm in the comparison of farm work methods. Journal of Farm Economics. Vol. 46 (1964) S. 410 ff.
- [ 6 ] ● *Reisch, E.*: Die lineare Programmierung in der landwirtschaftlichen Betriebswirtschaft. München, Basel, Wien: BLV-Verlagsgesellsch. 1962.
- [ 7 ] *Blaschke, G.*: Optimierung von Stallplanung und Arbeitsverfahren in der Milchviehhaltung. Diss. Kiel 1967.
- [ 8 ] ● *Gruber, J.*: Ökonometrische Modelle vom Cowless-Commission-Typ: Bau und Interpretation. Hamburg: Paul Parey 1968.
- [ 9 ] *Hanf, C.H.*: Zur Bestimmung kostenminimierender Anpassungsstrategien. Dargestellt am Beispiel des Mähdeschereinsatzes. Universität Kiel 1974.
- [ 10 ] *Reisch, E.*: Betriebswirtschaftliche Methoden zur Beurteilung von technischen Neuerungen. Grundl. Landtechnik Bd. 26 (1976) Nr. 1, S. 1/5.
- [ 11 ] *Bewer, E.*: Getreidetrocknung mit kalter Nachtluft. Ber. über Landtechnik Nr. 47 (1957).
- [ 12 ] ● *Mohsenin, N.N.*: Physical properties of plant and animal materials. New York, London, Paris: Gordon and Breach 1970.
- [ 13 ] *Kellermann, C.*: Typentabelle Warmluft-Satztrockner. Landtechnik Bd. 23 (1968) Nr. 13, S. 455/61.
- [ 14 ] *Riemann, U. u. W. Dinse*: Typentabelle Mechanische Körnerförderer. KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik F-GE 221 Nr. 40.
- [ 15 ] *Segler, G.*: Untersuchungen an Körnergebläsen und Grundlagen für ihre Berechnung. Diss. München 1933.
- [ 16 ] *Bischoff, Th. u. L. Gekle*: Zwischenbericht des Teilprojektes C 3.1. (Zeitraum 1.4.74 bis 30.6.75) im SFB 140. Unveröffentl. Manuskript.

---

## Notizen aus Forschung, Lehre, Industrie und Wirtschaft

---

### Theodor Stroppel zum 75. Geburtstag (13. Juli 1976)

Als Professor *Willi Kloth* nach dem Kriege daranging, sein Institut für Landtechnik zunächst in Helmstedt und dann als Institut für landtechnische Grundlagenforschung in Völkenrode wieder aufzubauen, konnte er auch Obering *Theodor Stroppel* wieder für sein Institut gewinnen. *Stroppel*, seit 1929 zunächst noch unter Geheimrat *Gustav Fischer* einer der ersten Mitarbeiter von *Kloth*, hatte bereits wesentlichen Anteil an den *Kloth* schen Arbeiten vor dem 2. Weltkrieg in Berlin gehabt, welche vor allem Werkstofffragen, Betriebsbeanspruchungen und den Leichtbau bei Landmaschinen behandelten. Dabei hatte *Stroppel* u.a. zu den vorhandenen hydraulischen Zugkraftmessern Drehmomentenschreiber entwickelt, mit denen er an verschiedenen Stellen des Bindemähers beim Feldversuch die Drehmomente synchron maß. Dazu kamen die Ritzdehnungsmesser der DVL. *Kloth* hatte erkannt, daß man die starken Streuungen bei Landmaschinen nur statistisch deuten konnte. So kam es zur Darstellung der ersten Lasthäufigkeitskurve der Spitzendrehmomente eines Bindemähers von *Stroppel* und *Kloth*, dem ersten Lastkollektiv nicht nur in der Landtechnik, sondern in der Technik überhaupt.

Von 1940 - 1945 leitete *Stroppel* die Werkstoffabteilung der Pflugfabrik Rud. Sack in Leipzig; 1946 und 1947 war er Schlepperfahrer an einer Deulaschule in Thüringen.

Beim Wiederaufbau des Instituts gewann *Kloth* außer einigen alten Mitarbeitern auch eine Reihe von Wissenschaftlern aus der Luftfahrtforschung, wie *Blenk, Bergmann, Hain, Jäger, Mewes, Trienes, Thiel* und *Söhne*. Aus der Zusammenarbeit der alten Garde, insbesondere *Stroppels*, mit den "Neuen" entwickelte sich eine überaus fruchtbare Forschungsperiode in den fünfziger Jahren. In dieser Zeit befaßte sich *Stroppel* u.a. mit luftbereiften Ackerwagen als verwindungsfähige Konstruktion sowie den Werkstoff- und Schneideigenschaften landwirtschaftlicher Verschleißteile.

Zu der großen Produktivität des Instituts trugen insbesondere die wiederaufgenommenen Konstrukteurtagungen in Völkenrode bei. *Kloth*, der wußte, daß der Erfolg einer Tagung nur gewährleistet ist, wenn die Vorträge auch veröffentlicht werden, begründete als Fortsetzung der Konstrukteurhefte die "Grundlagen der Landtechnik" und beauftragte *Theodor Stroppel* mit der Schriftleitung. In dieser Eigenschaft erwarb sich *Stroppel* das bleibende Verdienst, die "Grundlagen" zu einer im wissenschaftlichen Niveau und der äußeren Form vorbildlichen und auch international hoch angesehenen Zeitschrift gemacht zu haben. Nicht nur jüngere Wissenschaftler verdanken seiner Feder zahllose sachliche und stilistische Verbesserungen ihrer Beiträge. Das war nur möglich durch außerordentlichen Fleiß und unermüdete Sorgfalt.

Auch nachdem *Stroppel* 1966 in den Ruhestand getreten und 1970 die Schriftleitung der GdL in andere Hände gelegt hatte, wußte man in Völkenrode, an wen man sich zu wenden hatte, wenn es galt, umfangreiche Publikationen zu gestalten und ihnen den letzten Schliff zu geben.

Der in der Zeitschrift "Berichte über Landwirtschaft" im Jahre 1972 erschienene Sammelbericht: "Umweltschutz in der Land- und Forstwirtschaft" (3 Bände mit 66 Beiträgen auf 792 Druckseiten) und die dort 1975 veröffentlichte Dokumentation eines Großforschungsvorhabens "Biologisch-technische Fortschritte in der Milchproduktion und Proteingewinnung" (3 Bände mit 41 Beiträgen auf 916 Druckseiten) verraten *Stroppels* Handschrift und Mitwirkung.

Für die kommenden Jahre wünschen ihm seine alten Freunde und Kollegen gute Gesundheit und das rechte Maß an Arbeit und Muße.

München

Prof. Dr.-Ing. *Walter Söhne*