



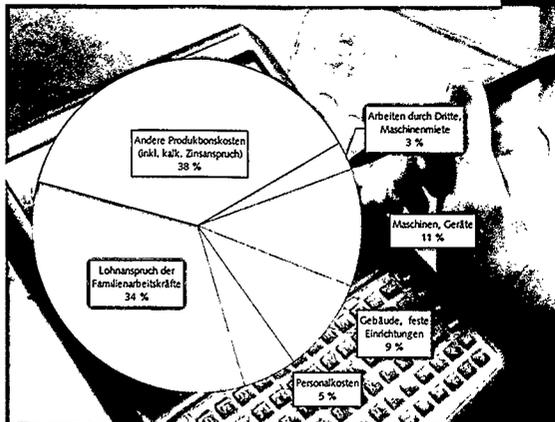
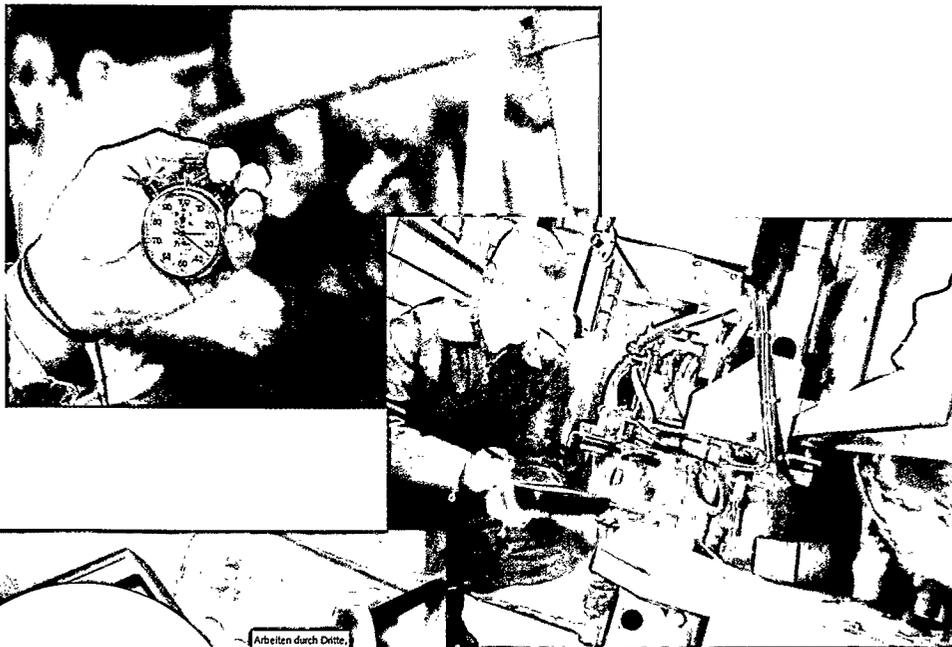
FAT-Schriftenreihe Nr. 62

# 14. Arbeitswissenschaftliches Seminar

VDI-MEG-Arbeitskreis

Arbeitswissenschaften im Landbau

Matthias Schick (Redaktion)



 agroscope

FAT TÄNIKON

Matthias Schick (Redaktion)

# **14. Arbeitswissenschaftliches Seminar**

## **VDI-MEG-Arbeitskreis Arbeitswissenschaften im Landbau**

8. und 9. März 2004 in Tänikon

**2004**

 **agroscope**  
FAT TÄNIKON

Eidgenössische Forschungsanstalt für  
Agrarwirtschaft und Landtechnik  
CH-8356 Ettenhausen

Direktor: Prof. Dr. Walter Meier

**Hinweis:**

Die fachliche und inhaltliche Verantwortung für die Beiträge liegt bei den Autorinnen und Autoren.

## Vorwort

Die arbeitswissenschaftliche Forschung lag in den letzten Jahren nicht im „Mainstream“ der Agrarforschung. Zu Unrecht, wie wir meinen, befasst sie sich doch mit dem wichtigsten Faktor der landwirtschaftlichen Tätigkeit, dem Humankapital, dem arbeitenden Menschen.

Der technische Fortschritt und die ökonomischen Voraussetzungen haben es mit sich gebracht, dass im Laufe der Jahre eine permanente Substitution des Faktors Arbeit hin zum Kapital in allen Formen stattgefunden hat. Die wachsenden Nutzungskosten der Arbeit sind mit ein Grund für die unveränderte Knappheit des Faktors. Nicht allein das messbare Volumen des Arbeitseinsatzes hat sich verändert, auch dessen Inhalt unterliegt durch die technische Entwicklung der Prozesse und Verfahren eindrucklichen Veränderungen.

Der Einsatz der menschlichen Arbeit in der Landwirtschaft hat nicht nur – oder immer weniger – allein mit Kraft und Zeit zu tun. Die inhaltlichen Anforderungen an die intellektuellen Fähigkeiten des Managements haben entscheidend an Bedeutung zugenommen. So hat der Einzug der Elektronik in der Agrartechnik ganz neue Herausforderungen mit sich gebracht. Die wachsenden Anforderungen der Gesellschaft an „gläserne“ Produktionsverfahren, schweremwichtig den Tier- und Umweltschutz im weitesten Sinne betreffend, die zunehmende Bedeutung der Arbeitssicherheit und die Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit durch die Produktionsverfahren, stellen neue Anforderungen an die verantwortliche Betriebsführung. Aber auch die Koppelung umweltrelevanter Massnahmen an die Zahlung staatlicher Beiträge (Cross Compliance) bringen es mit sich, dass das Arbeitsaufkommen in der Landwirtschaft sich merklich gewandelt hat und Dokumentations- und Kontrollaufgaben zu einem zeitbeanspruchenden Faktor geworden sind. Dabei bleibe nicht vergessen, dass die sogenannten klassischen Fragen der Arbeitswissenschaften, die der arbeitswirtschaftlichen Optimierung der Produktionsprozesse, unvermindert ihre grundlegende Bedeutung beibehalten haben. Dies alles sind Gründe genug, den Arbeitswissenschaften den ihnen zukommenden Platz in Lehre und Forschung einzuräumen.

Am 8. und 9. März 2004 hat der VDI-MEG-Arbeitskreis mit dem 14. Arbeitswissenschaftlichen Seminar - erstmals in der Schweiz, an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Agroscope FAT Tänikon, durchgeführt – die traditionelle Reihe dieser Tagungen fortgesetzt. Die erfreuliche Teilnehmerzahl soll gleichzeitig ein Anreiz für eine verstärkte internationale Beteiligung auf diesem Forschungsgebiet sein. Die 22 Beiträge zu den Themenbereichen: Arbeitszeitermittlung/Methoden, Betriebsmanagement, Kalkulationssysteme sowie Ergonomie und Sicherheit haben in ungekürzter Form Eingang in diesen Tagungsband gefunden und ergeben einen eindrucklichen Überblick über den aktuellen Stand der arbeitswissenschaftlichen Forschung im deutschsprachigen Raum.

Wir freuen uns schon heute auf den CIOSTA - CIGR V Congress am 19. - 21. September 2005 und das 15. Arbeitswissenschaftliche Seminar im März 2007, voraussichtlich in Wien.

Prof. Dr. Walter Meier

Prof. Dr. Siegfried Kleisinger

Neue Informationsmanagementsysteme für die Pflanzenproduktion und die Arbeitswirtschaft ..7  
*Matthias Rothmund und Hermann Auernhammer, Technische Universität München, Technik im Pflanzenbau, D-85354 Freising-Weihenstephan*

GIS gestützte Arbeitszeiterfassung in der Landschaftspflege als Grundlage für eine exakte Kostenberechnung.....19  
*Hans Kögl, Universität Rostock, Institut für Agrarökonomie und Verfahrenstechnik, D-18059 Rostock*

Vergleichende Bewertung von Methoden zur Erfassung des Arbeitszeitaufwandes in der Mutterkuhhaltung .....27  
*Sabine Schrade, Margret Keck und Matthias Schick, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen*

Arbeitszeitermittlungen bei vier Anbausystemen von *Stevia rebaudiana*.....35  
*Udo Kienle, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, D-70599 Stuttgart*

Erfahrungen mit elektronischen Hilfsmitteln zur Durchführung von Arbeitszeitbeobachtungen in modernen Haltungssystemen für Mastschweine.....43  
*Eberhard Hartung, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, D-70599 Stuttgart*

Arbeitszeitermittlung für das Betriebsmanagement – ein kausal-empirischer Ansatz .....51  
*Christoph Moriz, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen*

Arbeitszeitbedarf für Management und allgemeine Betriebsarbeiten in der Schweinehaltung...59  
*Franz Handler und Emil Blumauer, Bundesanstalt für Landtechnik, A-3250 Wieselburg*

Arbeitswirtschaftliche Situation in der oberösterreichischen Ferkelproduktion.....65  
*Emil Blumauer, Bundesanstalt für Landtechnik, A-3250 Wieselburg*

Informationsmanagement für die Qualitätssicherung in der Futterernte und -konservierung ....75  
*Andrea Wagner und Wolfgang Büscher, Universität Bonn, Institut für Landtechnik, D-53115 Bonn*

Vom Umweltaudit zum landwirtschaftlichen Betriebs-Management.....83  
*Johannes große Beilage, Biohof Bakenhus, Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV), D-26197 Großenkneten*  
*Edmund A. Spindler, Fachausschuss „Agrar- und Ernährungswirtschaft“ im Verband für nachhaltiges Umweltmanagement (VNU), D-59077 Hamm*

Zur Bedeutung der Dokumentation im landwirtschaftlichen Betrieb .....95  
*Hermann Auernhammer, Technische Universität München, Technik im Pflanzenbau, D-85354 Freising-Weihenstephan*

Arbeitswirtschaftliche Betrachtungen zur Nacherntetechnik am Beispiel der KTBL-Datensammlung "Aufbereitung von Kartoffeln" .....	105
<i>Ludwig Weiershäuser und Jürgen Frisch, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., D-64289 Darmstadt</i>	
<i>Rolf Peters, KTBL-Versuchsstation Dethlingen, D-29633 Munster</i>	
Einfluss von Maschinen und Schlaglänge auf den Arbeitszeitbedarf in der Feldwirtschaft.....	115
<i>Mathias Funk und Ludwig Weiershäuser, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), D-64289 Darmstadt</i>	
Zur Leistungsfähigkeit moderner Swingover-Melkstände .....	123
<i>Anja Krumm und Hartmut Grimm, Universität Hohenheim, Agrartechnik, D-70599 Stuttgart</i>	
<i>Dieter Ordolff, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft FAL, D-38116 Braunschweig</i>	
Die Arbeitsplanung als Teil der Produktionsplanung in einem Landwirtschaftsunternehmen ..	129
<i>Luoma Tarmo, Karttunen Janne und Tuure Veli-Matti, TTS Institut, FI-05201 Rajamäki</i>	
Bedeutung der Standardarbeitskräfte bei den Direktzahlungen an die Schweizer Landwirtschaft .....	137
<i>Werner Luder, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen</i>	
Welche Anforderungen stellt die landwirtschaftliche Beratung an die Arbeitswissenschaft? ...	145
<i>Jenifer van der Maas, M.Sc., LBBZ, Fachstelle Betriebsberatung und Landtechnik, CH-8570 Weinfelden</i>	
Arbeitsplatzkonzentration in einem offenen Putenstall mit Wintergarten.....	151
<i>Torsten Hinz und Stefan Linke, Institut für Technologie und Biosystemtechnik, FAL, D-38116 Braunschweig</i>	
Massenproduktion – Transport – Methoden, MTM in der gemüsebaulichen Produktion am Beispiel Chicorée .....	161
<i>Hans-Reinhard Rohlfing und Monika Schulz, DLR Rheinland, D-55276 Oppenheim</i>	
Gestaltung der manuellen Auflage von Gartenbauprodukten auf Förderbänder mit Hilfe der dreidimensionalen Bewegungsanalyse.....	169
<i>Martina Jakob, Martin Geyer und Sibylle Tischer, Institut für Agrartechnik Bornim e.V., D-14469 Potsdam-Bornim</i>	
Teilmechanische Ernte von Bleichspargel .....	177
<i>Martin Geyer, Sibylle Tischer und Hans-Reinhard Rohlfing, Institut für Agrartechnik Bornim, D-14469 Potsdam-Bornim</i>	
Gefährdungsbeurteilung in der Praxis - Akzeptanz durch aktives Beurteilen - .....	185
<i>Michael Holzer, Land- und forstwirtschaftliche Sozialversicherung Niederbayern/Oberpfalz und Schwaben, D-84036 Landshut</i>	
Verzeichnis der Teilnehmenden.....	189

# Neue Informationsmanagementsysteme für die Pflanzenproduktion und die Arbeitswirtschaft

*Matthias Rothmund und Hermann Auernhammer, Technische Universität München, Technik im Pflanzenbau, D-85354 Freising-Weihenstephan*

## Einleitung

Im Rahmen des 13. Arbeitswissenschaftlichen Seminars des VDI-MEG Arbeitskreises „Arbeitswissenschaften im Landbau“, in Braunschweig 2002, wurde die automatische Prozessdatenerfassung vorgestellt. Dabei wurden spezifische Nutzungsmöglichkeiten in der Gewannebewirtschaftung und in der Arbeitserfassung präsentiert (Rothmund et al., 2002). Die technische Umsetzung der Datenerfassung wird durch die Voraussetzung einer standardisierten elektronischen Kommunikation in einem BUS-System erheblich vereinfacht (Auernhammer et al., 2000). Auf der internationalen Landtechnikmesse AGRITECHNICA 2003 war zu beobachten, dass eine Vielzahl bedeutender Hersteller aus der Landmaschinenindustrie ein landwirtschaftliches BUS-System und kompatible Gerätschaften folgend der ISO-Norm 11783 propagieren, entwickeln und vertreiben werden. Die zu erwartende Verbreitung dieses „ISOBUS Systems“ für die standardisierte elektronische Kommunikation in Landmaschinen könnte daher zu einer breiten Umsetzung der automatisierten Datenerfassung in der Praxis führen. Dies wiederum erfordert neue Konzepte für den Umgang mit und die Nutzung von so gewonnenen Prozessdaten.

Das frei nutzbare Globale Positionierungssystem (GPS) des amerikanischen Verteidigungsministeriums ist mittlerweile durch verschiedenste Anwendungen in der landwirtschaftlichen Praxis eingeführt. Dazu gehören in erster Linie die Vermessung und Kontrolle von Flächen sowie die teilflächenspezifische Ertragsermittlung. Aber auch teilflächenvariable Applikationsmethoden bei Saat und Düngung mit Hilfe von GPS sind bereits in der Praxis anzutreffen. Dabei bilden im Bereich der agrarwissenschaftlichen Forschung die verschiedenen Sparten des Precision Farming bereits seit Jahren deutlich die Schwerpunkte, was eine weitere Verbreitung neuer und fortentwickelter Methoden und somit des GPS-Einsatzes in der Praxis mit einem gewissen Zeitverzug erwarten lässt.

Die Integration eines Ortungsverfahrens wie GPS oder zukünftig des zivilen europäischen Systems Galileo in ein Datenerfassungssystem auf Traktoren und selbstfahrenden Maschinen liefert eine durchgängige georeferenzierte Prozessdatenbasis für die Außenwirtschaft. Diese unterscheidet sich durch die hohe zeitliche und räumliche Auflösung der Daten stark von bisherigen Möglichkeiten zur Datengewinnung. Entsprechend entstehen neue Möglichkeiten der Nutzung dieser Datenbasis in den Bereichen der Planung und Kontrolle, der Beantwortung pflanzenbaulicher, arbeitsorganisatorischer und betriebswirtschaftlicher Fragestellungen, jeweils im innerbetrieblichen oder im überbetrieblichen Bereich. Gleichzeitig entstehen aber auch neue Anforderungen an die Auswertung in Daten- und Informationsmanagementsystemen (Demmel et al., 2001). Das hohe Datenaufkommen einer kontinuierlichen Erfassung während aller Arbeitsprozesse in der Außenwirtschaft erfordert eine automatisierte leistungsfähige Datenverarbeitung.

Für die anzustrebende Datensicherheit und Einfachheit der Anwendung empfiehlt sich eine vom Betriebsrechner des Landwirts unabhängige Server basierte Datenverarbeitung. Zur Vernetzung der gewonnenen Information sind standardisierte Schnittstellen erforderlich. Im folgenden sollen Möglichkeiten der Datenverarbeitung und der Informationsnutzung aufgezeigt werden.

## **Datenerfassung und Datenübertragung**

Ein Konzept für ein durchgängiges Informationsmanagement muss bereits bei der Datenerfassung ansetzen. Um die Verarbeitung der gewonnenen Rohdaten durch verschiedene Systeme zu ermöglichen, bedarf es eines offenen und erweiterbaren Standards für das Rohdatenformat. In welcher Form Prozessdaten von einem „Data recorder“ im ISOBUS System zur Verfügung gestellt werden, wird derzeit im Rahmen der Normungsarbeit zum ISO 11783 Kommunikationsstandard erarbeitet. Wahrscheinlich ist eine geräteseitige Schnittstelle im XML-Format. Bei XML (Extensible Markup Language) handelt es sich um eine Auszeichnungssprache (Noack Hrsg., 2002). Diese ermöglicht das Darstellen von Prozesswerten in einer klar definierten hierarchischen Struktur. Durch die Verwendung eines festgelegten Schemas zur Datenauszeichnung ist eine allgemeine Lesbarkeit der Daten gegeben. XML-Schnittstellen werden bereits in einigen Ansätzen für die Datenverwendung im Bereich des Precision Farming genutzt (Maniak, 2003).

## **Rohdatenformate**

Ein Prototypsystem für die automatische Prozessdatenerfassung wurde an der Technischen Universität München im Rahmen des Forschungsprojektes „Informationssystem Kleinräumige Bestandesführung (IKB-Dürnast)“ entwickelt (Demmel et al., 2002). Dieses basiert auf der DIN 9684 für Landwirtschaftliche BUS-Systeme (LBS), der deutschen Vorgängernorm der ISO-Norm 11783. Da zum Zeitpunkt der Entwicklung des Systems für die Datenaufzeichnung und das Datenformat keine Spezifikationen in der gültigen Norm vorgesehen waren, wurde ein eigenes Format entwickelt. Die erfassten Prozessdaten werden hierbei im ASCII-Format in festgelegter Spaltenabfolge zeilenweise in einer Datei abgelegt. Die Spaltenwerte werden durch Kommata getrennt und die Beschreibung der Spalteninhalte erfolgt jeweils nach Systemneustart oder bei Veränderung der Systemkonfiguration durch eine Kopfzeile. Eine Datenzeile besteht aus der Datums-, Zeit- und Positionsangabe sowie allen diesem Datenpunkt zugeordneten Attributen. Diese sind die eigentlichen Prozessdaten, wie beispielsweise Traktorgeschwindigkeit, Hubwerksposition, Gerätearbeitsbreite und viele mehr. Die Aufzeichnungsfrequenz im aktuellen System beträgt 1 Hertz.

Im Vergleich dazu ermöglicht die Verwendung von XML ein flexibleres Datenformat durch die Definition eines Schemas für die Darstellung der Daten. Beide diskutierten Varianten des Rohdatenformats unterscheiden sich von dem bisher verwendeten ADIS-Format (Agricultural Data Interchange Syntax) grundsätzlich durch die Redundanz bei der Aufzeichnung von Identifikationsdaten zum Traktor und Gerät. Diese Redundanz verursacht ein höheres Datenaufkommen, was heute bezüglich verfügbarer Speicherkapazitäten kaum noch eine Rolle spielt. Gleichzeitig

wird jedoch durch das Vorhandensein aller relevanten Identifikations- und Prozesswerte in jedem Datensatz die Datenauswertung vor allem bei der Nutzung von Datenbanksystemen stark vereinfacht und die Flexibilität bei der Verwendbarkeit der Daten in unterschiedlichen Auswertungssystemen erhöht.

## **Datenübertragungswege**

Im Rahmen des IKB-Projektes wurden verschiedene Stufen der Daten-Vorverarbeitung auf der Maschine getestet. So können Kennwerte, wie zum Beispiel Einsatzzeit- oder Einsatzflächen-summen, schneller ermittelt und bereits auf dem Traktor angezeigt oder ausgedruckt werden. Die ursprünglichen Prozesswerte müssen aber in jedem Fall erhalten und zur weiteren Datenverarbeitung herangezogen werden.

Ein bisher ungelöstes Problem besteht in der Automatisierung der Datenübertragung von der Arbeitsmaschine zum Auswertungssystem. Sowohl im Prototypsystem zur automatischen Datenerfassung der TU-München als auch bei den eingeführten Ertragsmesssystemen auf Erntemaschinen erfolgt die Datenaufzeichnung auf Speicherkarten. Die Überführung zum Betriebsrechner erfolgt durch die Arbeitsperson. Viel diskutiert ist eine mögliche Übertragung per GSM oder GPRS. Diese kommt allenfalls für vorverarbeitete Daten, also Kennwerte wie Arbeitsummen, Mittelwerte, Abweichungen, schlagbezogene Angaben und ähnliches in Frage. Aufgrund der großen Datenmengen sind für die Rohdaten andere Übertragungswege nötig. Als Übertragungstechnik sind hier der Nahbereichsfunk-Standard Bluetooth oder der Wireless Local Aerea Network Standard (WLAN) denkbar. Als Übertragungsmedium könnte beispielsweise der Pocket PC dienen, der heute meist serienmäßig über Bluetooth- und WLAN-Technologie verfügt. Durch eine automatische Synchronisation mit dem Data recorder der Maschine einerseits und dem Betriebs-PC andererseits wäre die Datenübertragung zu bewerkstelligen. Aber auch eine direkte Einspeisung der Daten in das Internet und auf diesem Wege die Übertragung zum Betriebsrechner oder zum Server eines Dienstleisters ist denkbar. Hierzu muss der Data recorder in ein bestehendes lokales Netzwerk eingebunden oder über ein Modem mit dem Internet verbunden werden können. Dies kann via Kabel oder mit drahtloser Technik geschehen, wenn sich die Arbeitsmaschine im Hofbereich befindet. In jedem Falle ist eine Zwischenspeicherung der Rohdaten auf der Maschine notwendig.

## **Aspekte der innerbetrieblichen und außerbetrieblichen Datenauswertung**

Grundsätzlich kommen zwei unterschiedliche Orte für die Prozessdatenauswertung in Frage. Zum einen der Betriebsrechner des Landwirts, zum anderen ein entfernter Rechner eines Dienstleisters. Als Dienstleister können in erster Linie private Firmen, aber auch Maschinenringe oder Eigeninitiativen von Landwirten auftreten. Demzufolge gibt es auch zwei mögliche Wege des Daten- und Informationsflusses. Bei der Datenauswertung am Betriebsrechner ergibt sich zunächst ein rein innerbetrieblicher Ablauf. Erst Schnittstellen am Ende des Datenauswertungsprozesses erlauben die überbetriebliche oder die außerbetriebliche Nutzung der gewonnenen

Information. Damit müssen die Datenformate nur zwischen Arbeitsmaschinen und Rechnern eines Betriebes kompatibel sein. Der Einsatz proprietärer Systeme ist möglich.

Bei der Nutzung eines Web (Internet) basierten Daten- und Informationsmanagementsystems sind die Datenflüsse sowohl inner- als auch außerbetrieblich. Daten betrieblicher Arbeitsprozesse gelangen zur Datenauswertung und Information wieder zurück zum Landwirt (Abbildung 1). Deshalb müssen die Rohdaten verschiedener Betriebe beziehungsweise verschiedener Hersteller von Datenerfassungselektronik, mit den Auswertungssystemen verschiedener Dienstleister beziehungsweise Softwarehersteller kompatibel sein. Dies bedeutet, dass standardisierte Datenschnittstellen schon für die Rohdaten benötigt werden.

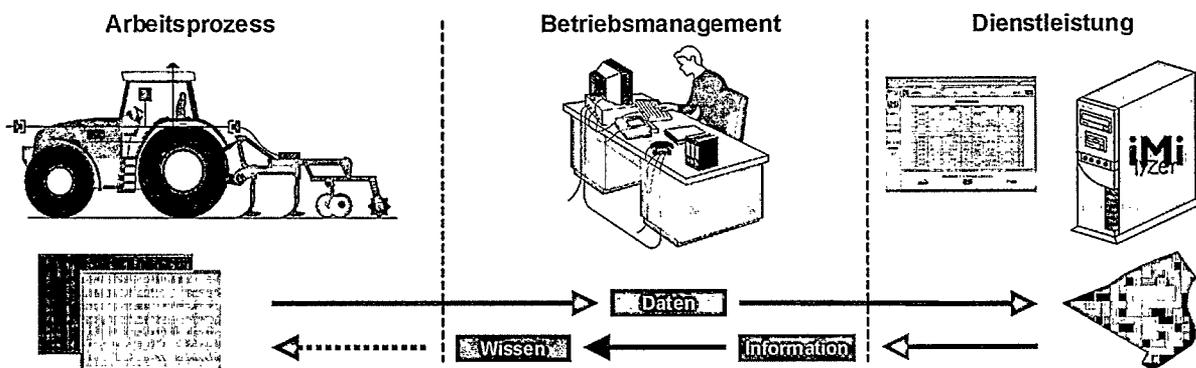


Abb. 1: Daten- und Informationsfluss in einem Informationsmanagementsystem bei externer Datenverarbeitung

## Effizienz der Datennutzung

Bei der Nutzung landwirtschaftlicher Software durch den Landwirt am Betriebsrechner ergeben sich eine Anzahl von bekannten Problemen. Zunächst muss der Umgang mit der Software erlernt und trainiert werden um eine effiziente Nutzung zu gewährleisten. Auch wenn dies erfüllt ist, besteht kaum eine Möglichkeit von außen Bedienungsfehler zu erkennen und so falschen Ergebnissen und Planungsgrundlagen vorzubeugen. Ein größeres Problem ergibt sich aus der Arbeitsbelastung der Landwirte, die Software oft nicht zeitnah nutzen können, also dann, wenn Daten anfallen. Weiterhin handelt es sich bei proprietärer Software oft um eine Sackgasse für die ermittelte Information. Schnittstellen zur Nutzung der Daten in anderen Programmen oder auf Arbeitsmaschinen sind oft nicht vorhanden oder nicht kompatibel.

Viele dieser Mängel können durch die außerbetriebliche Datenverarbeitung behoben werden. Dem Landwirt bleibt hier zunächst die Aufgabe, die Daten von der Arbeitsmaschine zum Betriebsrechner zu „tragen“ und von dort per Internet zum Datenverarbeiter zu schicken. Die Datenübertragung ließe sich jedoch auch, wie in 2.2 beschrieben, vollständig automatisieren. Das Ergebnis der Datenverarbeitung, die Information, kann vom Nutzer ebenfalls per Internet abgerufen werden. Die Datenauswertung läuft automatisiert ab, wodurch Benutzerfehler ausgeschlossen sind. Für die Datenverarbeitung entsteht kein Zeitaufwand. Die Art und Tiefe der abgegebenen Information kann nutzerspezifisch angepasst werden. Für die weitere Nutzung der

Daten und Informationen in Agrarsoftwareanwendungen können standardisierte Schnittstellen geschaffen werden. Ein solches System kann kontinuierlich weiterentwickelt werden ohne lokale Updates auf den Betrieben durchführen zu müssen.

## **Datensicherheit**

In diesem Punkt müssen zwei getrennte Aspekte betrachtet werden. Zum einen ist dies die Sicherheit vor fehlerhaften Daten und Datenverlust mit unter Umständen ernsthaften Folgen für den Betriebsablauf und die Betriebsplanung. Zum anderen ist es der Schutz vor unbefugtem Datenzugriff, da es sich um sensible Daten aus der Produktion und dem Betriebsmanagement handelt. Bezüglich der Sicherheit vor Datenverlusten bieten sich in einer zentralen Datenverarbeitung Methoden der Datensicherung an, die aufgrund des hohen Aufwandes und des Bedarfs an professioneller Betreuung für den privaten Betriebs-PC nicht in Frage kommen. Auch das Entstehen fehlerhafter Daten ist in einem automatisierten System unwahrscheinlich. Programmierfehler können zentral und schnell behoben werden.

Der Aspekt des unbefugten Zugriffs ist differenzierter zu sehen. Zunächst besteht bei vielen Landwirten ein natürliches Misstrauen ihre Betriebs- und Prozessdaten außer Haus zu geben. Dem kann entgegengehalten werden, dass durch eine entsprechende Nutzerverwaltung mit definierten Zugriffsrechten und die Absicherung des Datennetzwerks und der Datenübertragung die Daten ausreichend vor unbefugtem Zugriff geschützt werden können. Schließlich gelingt dies in anderen mindestens ebenso sensiblen Bereichen, wie beispielsweise dem Bankwesen, auch. Dennoch bleibt bei vielen Landwirten die Vermutung, dass eine zentrale Datenhaltung die betriebsinterne Produktionsinformation leicht verfügbar macht und damit Begehrlichkeiten bei der Administration wecken könnte. Grundsätzlich ist dieser Argumentation wenig entgegenzuhalten. Jedoch kann sich dies allenfalls mittelfristig in Form entsprechender Gesetze und Verordnung zur Offenlegung der Produktionsmethoden widerspiegeln. Die Daten des einzelnen Landwirts sind beim Dienstleister vertraglich geschützt und dürfen nicht ohne dessen Wissen von einem Dritten eingesehen werden.

## **Web basiertes Informationsmanagement**

Innerhalb des Forschungsprojektes IKB-Dürnast entstand mit der Entwicklung eines automatischen Prozessdatenerfassungssystems die Notwendigkeit Werkzeuge für die Datenauswertung zu schaffen. Das hohe Datenaufkommen aus der Aufzeichnung aller relevanten Identifikations- und Prozessdaten einmal pro Sekunde erforderten eine automatisierte Datenverarbeitung. Aus der ersten Versuchsphase resultierte, dass dies mit den üblichen Office Anwendungen nicht zu bewerkstelligen ist (Demmel et al., 2001 und Rothmund et al., 2003). Die Datenverarbeitung und Datenhaltung mussten auf ein professionelles Datenbanksystem aufbauen und der strukturelle Ablauf mit geeigneten Programmieretechniken realisiert werden. Es entstand das Konzept für das Web basierte Informationsmanagementsystem „IMlyzer“. Die Hardware besteht aus einem Rechner zur Datenverarbeitung und Informationsbereitstellung mit integrierter

Datensicherung. Auf einem zweiten Rechner findet eine zusätzliche Datensicherung statt. Im Falle des Einsatzes bei einem Datendienstleister wäre eine weitere Echtzeit-Datensicherung auf einem entfernten Rechner sowie eine regelmäßige Bandsicherung anzuraten. Den Informationskanal für eingehende Daten und ausgehende Informationen, bildet das World Wide Web (WWW, Internet). Um die Nutzung des Systems unabhängig von lokaler Software auf jedem an das Internet angeschlossenen-PC zu ermöglichen wurde keine klassische Server-Client Architektur gewählt, bei der jeder Nutzer über eine proprietäre zum Serversystem kompatible Software verfügen muss. Stattdessen ist die gesamte Nutzeroberfläche mit jedem gängigen und auf jedem PC vorhandenen Browser erreichbar. Neben dem Nutzerzugriff soll auch die Administration des Systems über eine Browseroberfläche erfolgen. Bei der Realisierung des Systems kommen ausschließlich frei verfügbare Softwarekomponenten zum Einsatz. Abbildung 2 zeigt den schematischen Aufbau.

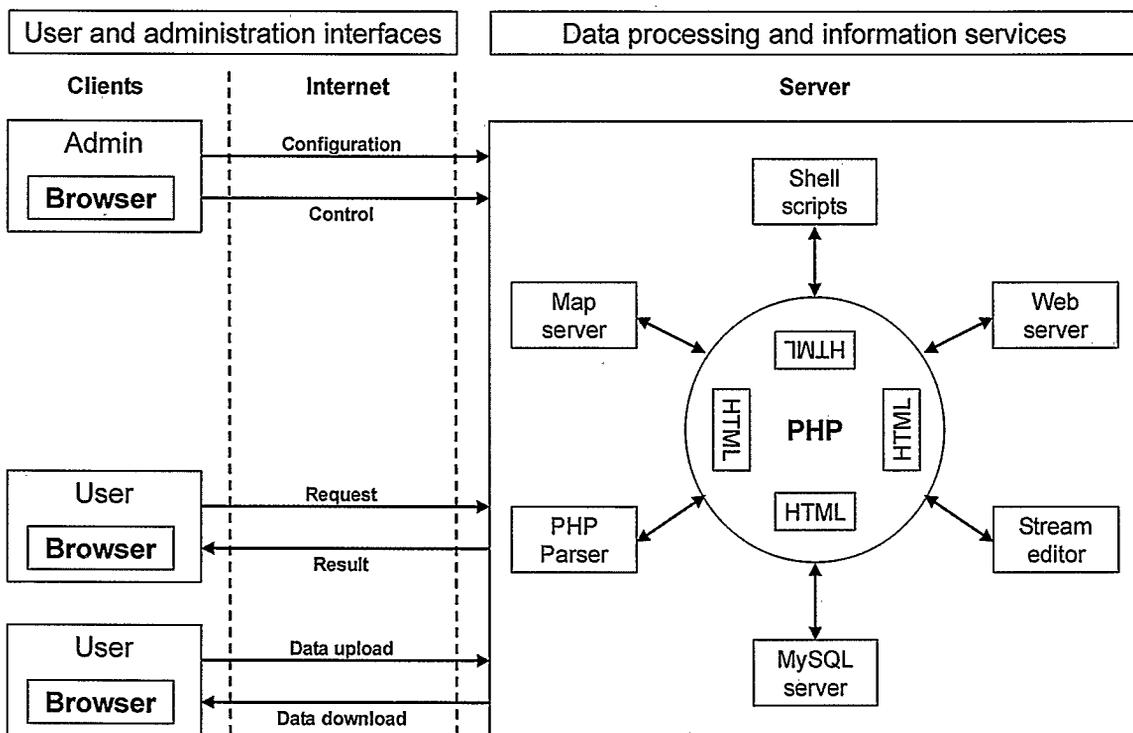


Abb. 2: Schematischer Aufbau des Daten- und Informationsmanagementsystems IMI<sub>lyzer</sub>

Zentraler Bestandteil des Systems ist eine SQL-Datenbank. Die gewählte Datenstruktur soll eine effiziente Datenverarbeitung und einen schnellen Zugriff ermöglichen. Die Darstellung der Nutzeroberfläche im Browser erfolgt über HTML-Code. Die Anbindung an die Datenbank und die Steuerung des Programmablaufs wird mit der Skriptsprache PHP realisiert, die für diesen Einsatzzweck optimiert ist. Die Programmierung erfolgt als „embedded-Code“ innerhalb des HTML-Codes. Die geplante Funktionalität der Programmierung umfasst die Datenaufnahme, die Datenverarbeitung, die Datenhaltung, die Informationsaufbereitung und den Informations- und Datenabruf mit den entsprechenden Schnittstellen und zusätzlich die Administration, bestehend aus dem Anlegen und Verwalten von Betrieben, der Vergabe von Zugriffsrechten und verschiedenen anderen Kontrollfunktionen.

Eine Demoversion des aktuellen Systems und weitere Informationen ist im Internet unter „<http://www.tec.wzw.tum.de/pflanztech/deutsch/service/service.html>“ verfügbar.

## **Nutzungsmöglichkeiten der Information aus der automatischen Prozessdatenerfassung**

Aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Datenauflösung und der Vielzahl möglicher Prozesswerte, die aufgezeichnet werden können, ergeben sich eine Reihe unterschiedlicher Anwendungsmöglichkeiten der automatisierten Datenerfassung. Der Informationsgehalt der derzeitig erfassten Daten umfasst die Positionierung, die Zeitbestimmung, die Identifikation von Traktor, Gerät und Arbeitsperson sowie Prozesswerte des Traktors wie Geschwindigkeit, Kraftstoffverbrauch, Motor- und Zapfwellendrehzahlen, Zugkraftwerte und Hubwerksposition und auch Prozesswerte des Arbeitsgeräts wie Arbeitsbreite und Ausbringmenge. Bei der Informationsgewinnung können aus dem Bereich der Positions- und Identifikationsdaten unterschiedliche Bezugspunkte gewählt werden. Das heißt, die Information kann orts- beziehungsweise schlagbezogen, maschinenbezogen oder personenbezogen dargestellt werden (Rothmund et al., 2002). Darüber hinaus ist es wichtig, aus Gründen des Datenschutzes zwischen innerbetrieblicher, überbetrieblicher und außerbetrieblicher Informationsnutzung zu unterscheiden.

### **Innerbetrieblich**

Mit der automatisierten Erfassung ergibt sich eine neue Datenqualität für die Betriebsablaufanalyse in der Außenwirtschaft. Damit sind Informationen erreichbar, die in manuellen oder teilautomatisierten Dokumentationssystemen nicht abgebildet werden können. In erster Linie gilt das für die schlagweise und sogar teilschlagbezogene Erfassung der Struktur der Arbeitserledigungskosten. Durch die kontinuierliche Dokumentation über Zeit und Fläche sind kausale Analysen von Arbeits- und Maschinenkosten in allen Arbeitsverfahren möglich. Aber auch die finale Betrachtung von Arbeits- und Einsatzzeiten wird erheblich erleichtert, da eine manuelle Dokumentation in Zusammenhang mit dem Maschineneinsatz entfällt. Nicht enthalten sind derzeit nicht maschinengebundene Tätigkeiten. Hierzu sind Untersuchungen geplant, inwieweit sich bei Einsatz eines personengebundenen Handheld-PC mit Datenabgleich zum Maschineneinsatz die „zwischen-maschinelle“ Arbeitszeit erfassen lässt. Die detaillierte Information zum Betriebs- und Produktionsablauf eröffnet auch neue Möglichkeiten, einer detaillierteren Arbeitsablaufplanung unter Berücksichtigung schlag- und teilschlagbezogener kausaler Zusammenhänge sowie eine zeit- und kostenoptimierte Maschineneinsatzplanung.

## **Überbetrieblich**

Im Bereich der überbetrieblichen Arbeit gibt es zwei Einsatzfelder, die erheblich von einem Informationsmanagementsystem auf Grundlage der automatischen Prozessdatenerfassung profitieren können. Zum einen der überbetriebliche Maschineneinsatz in Form von Maschinengemeinschaften und Maschinenringen, zum anderen die überbetriebliche Bewirtschaftung von Flächen in Form des Lohnunternehmereinsatzes und der Gewannebewirtschaftung. Im ersten Fall geht es um die exakte Erfassung von Einsatzzeiten, Einsatzflächen sowie von Arbeitsbedingungen und Kraftstoffverbrauch. Im zweiten Fall ist zusätzlich der Teilschlagbezug der Information und die Erfassung des Betriebsmitteleinsatzes nötig. Zur genauen Analyse des Arbeitsablaufs in der Gewannebewirtschaftung bedarf es dabei einer detaillierten teilschlagbezogenen Aufschlüsselung von Haupt- und Nebenzeiten (Rothmund et al., 2002). Die Ergebnisse der genauen Analysen in gemeinsamem Maschineneinsatz und Flächenbewirtschaftung können in der genauen und einfach zu handhabenden Abrechnung per Knopfdruck und für die weitere Planung Verwendung finden.

## **Außerbetrieblich**

Außerhalb des Betriebes können die Daten und Informationen aus der Produktion als Dokumentation und damit zur Rückverfolgbarkeit benutzt werden. Dies liegt durchaus im Interesse des Landwirts, der hiermit Forderungen der verarbeitenden Industrie im Rahmen von Abnahmeverträgen nachkommt, und der für den Fall späterer Reklamationen oder für die produktionsgebundene Zahlung von Beihilfen einen genauen Nachweis des Produktionsablaufs führen kann. Bisher angedachte manuelle Dokumentationssysteme können die hierfür erforderliche Genauigkeit und Sicherheit der Information nicht erbringen. Bei einer solchen vertraglich geregelten Weitergabe von sensiblen Daten zum Nutzen des Landwirts hat der Datenschutz vor dem unbefugten Zugriff durch Dritte große Bedeutung.

Eine weitere Möglichkeit der Datenverwendung ergibt sich durch die zentrale Datenverarbeitung und die Datenvernetzung. Eine große Anzahl von prozessbezogenen Daten kann in anonymisierter Form die Grundlage für ein dynamisches Planzahlensystem bilden. Es entsteht so eine offene und sich kontinuierlich weiterentwickelnde Planungsgrundlage. Bei der Ermittlung von Planzahlen kann der Focus auf betriebstypische, regionaltypische oder produktionstypische Gegebenheiten gesetzt werden, wodurch eine realistische Abbildung zukünftiger Betriebsabläufe entsteht.

## **Die Bedeutung von Datenschnittstellen**

Agrarsoftware für die Außenwirtschaft umfasst ein breites Spektrum von Anwendungen von der Arbeitsplanung über die Ackerschlagkartei und das Abrechnungsprogramm bis zum Buchführungsprogramm. Es kann nicht Aufgabe eines einzigen Systems, wie des beschriebenen Web-basierten Informationsmanagementsystems, sein alle diese Anwendungen zu vereinigen. Ein

solches System wäre fehlerbehaftet, unüberschaubar und schlecht nutzbar. Die Aufgabe des Informationsmanagementsystems liegt zum einen in der Datenverarbeitung und der Bereitstellung wichtiger Grund- und Übersichtsinformation für den Betriebsablauf. Zum anderen liegt die entscheidende Bedeutung in der Bereitstellung von Daten an standardisierten Schnittstellen. Hiermit ist die Verwendbarkeit in beliebigen Anwendungen gesichert, sofern diese über die gleiche Schnittstelle verfügen. Ein Schwerpunkt des derzeitigen Bemühens in der Entwicklung eines Web basierten Informationsmanagementsystems ist die Konzeption und Definition solcher Schnittstellen. Für die technische Umsetzung wurde die Datenauszeichnungssprache XML gewählt, da diese bereits allgemeine Verbreitung gefunden hat, sich logisch vorhandene Datenstrukturen gut abbilden lassen und eine hohe Flexibilität bei der Datennutzung erreicht wird. Um die Anforderungen an eine oder mehrere Datenschnittstellen definieren zu können wird der Kontakt zu Softwareherstellern gesucht. Es handelt sich bei den Daten, die an Schnittstellen bereit gestellt werden sollen, um bereits vorverarbeitete Daten aus dem Informationsmanagementsystem. Nach Fertigstellung der entsprechenden Normteile zur Datendefinition auf XML Basis im ISOBUS-Standard (ISO 11783) ist auch eine direkte Übernahme von maschinenseitigen Rohdaten in verschiedene Agrarsoftware denkbar.

## **Schlussfolgerung**

Die automatische Prozessdatenerfassung in Verbindung mit einer Datenverarbeitung via Internet eröffnet neue Wege für das Informationsmanagement. Damit wird die Grundlage für eine lückenlose und sichere Dokumentation in der Pflanzenproduktion geschaffen. Diese Dokumentation wiederum ist die Basis, sowohl für ein optimiertes Management für innerbetriebliche und überbetriebliche Aufgaben, als auch für eine Absicherung des Landwirts bezüglich der nachzuweisenden Produktionsqualität. Darüber hinaus kann bei großflächigem Einsatz eines solchen Systems die Datengrundlage für neue arbeitswissenschaftliche Ansätze in der Arbeitsanalyse und Arbeitsplanung geschaffen werden. Die Entwicklung von standardisierten Datenschnittstellen ist unabdingbare Voraussetzung für eine breite Nutzung der gewonnenen Information. Für die hier nicht behandelte teilflächenspezifische Bewirtschaftung in einem Precision Farming System sind die automatisierte Erfassung und Auswertung von Prozess- und Bestandesdaten sowie Schnittstellen vom Arbeitsgerät zum datenverarbeitenden System und wieder zurück zum Arbeitsgerät die erste Voraussetzung.

## Zusammenfassung

Die automatisierte georeferenzierte Erfassung von Prozessdaten auf landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen wird in einem standardisierten elektronischen Kommunikationssystem erheblich vereinfacht. Mit Einführung des entsprechenden Standards ISO 11783 (ISOBUS) ist eine breite Nutzung der automatischen Prozessdatenerfassung in der Praxis zu erwarten. In Verbindung mit einem adäquaten Daten- und Informationsmanagement entsteht ein automatisiertes Dokumentationssystem. Dieses bildet die Basis für zahlreiche inner-, über- und außerbetriebliche Anwendungen, wie eine optimierte Betriebs- und Bestandesführung, Managementhilfen für Maschineneinsatz und Gewannebewirtschaftung sowie die Rückverfolgbarkeit von Produkten. Die Idee eines Web basierten Informationsmanagementsystems als Bindeglied zwischen Datenerfassung im Arbeitsprozess und Informationsnutzung in unterschiedlichsten Anwendungen bietet hierbei viele Vorteile. Für den Nutzer einfache, schnelle und fehlerfreie Datenverarbeitung sowie Schutz vor Datenverlust sind hier eher zu gewährleisten als bei lokaler Datenhaltung im Betriebs-PC. Jedoch muss hierbei der Datenschutz einen hohen Stellenwert einnehmen. Eine außerordentliche Bedeutung kommt der Schaffung standardisierter maschinen- und softwareseitiger Datenschnittstellen zu, um eine universelle Nutzung der Daten und der Information zu ermöglichen. An der Technischen Universität München wird derzeit an der Konzeption und der Umsetzung eines solchen Systems gearbeitet. Eine neue umfassende Datenbasis aus der automatischen Prozessdatenerfassung eröffnet auch neue Wege für die arbeitswissenschaftliche Forschung in den Bereichen Analyse, Modellierung, Simulation und Planung landwirtschaftlicher Arbeitsabläufe.

**Schlüsselwörter:** Prozessdatenerfassung, Datenmanagement, Informationsmanagement, Datenschnittstellen, Internet, Arbeitswissenschaft

## Résumé

### **Nouveaux systèmes de gestion d'informations pour la production végétale et l'économie du travail**

L'utilisation, sur les machines agricoles, d'un système de communication électronique standardisé facilite grandement la saisie automatique et géo-référenciée des données relatives aux opérations agricoles. L'introduction de la norme ISO 11783 (ISO-BUS) rend possible de généraliser la saisie automatique des données relatives aux opérations agricoles. Combinée avec une gestion judicieuse des données et des informations, cette saisie de données permet de créer un système automatique de documentation, système qui peut constituer la base de nombreuses applications aussi bien dans les entreprises qu'à l'extérieur, ainsi que dans les relations interentreprises. Parmi ces applications, on citera p. ex. l'optimisation de la gestion de l'entreprise agricole et des troupeaux, l'aide à la gestion des machines agricoles et à la co-exploitation des parcelles par remembrement virtuel, sans oublier les procédures assurant la traçabilité des produits. L'idée d'un système de gestion d'informations basé sur le Web dans le but d'établir un lien entre la saisie des données pendant le travail et l'exploitation des informations dans les applications les plus diverses offre de nombreux avantages. Pour l'utilisateur, un tel système permettrait de

traiter les données plus facilement et plus rapidement, limiterait le nombre d'erreurs et réduirait le risque de pertes d'informations par rapport à une gestion locale des données sur PC. Toutefois, dans un tel contexte, la protection des données doit être prioritaire. La création d'interfaces standard, tant au niveau des machines que des logiciels, prend une importance extraordinaire dans la perspective d'une utilisation universelle des données et des informations. A l'heure actuelle, l'Université technique de Munich travaille à la conception et à l'application d'un tel système. Une nouvelle base de données complète issue de la saisie automatique des données se rapportant aux processus ouvre de nouvelles perspectives à la recherche dans la science du travail dans les domaines de l'analyse, de la modélisation, de la simulation et de la planification des différents travaux agricoles.

## Summary

### **New information-management systems for plant production and labour economics**

Automated and georeferenced acquisition of process data on agricultural machinery is easily implemented, provided that a standardized electronic BUS communication system is available. Wide-ranging use of automated data acquisition can be expected thanks to the introduction of the ISO 11783 standard (ISOBUS) for tractor implement systems. Used in conjunction with suitable data and information management, automated data acquisition enables the creation of an automated documentation system providing the basis for a number of internal, external and inter-farm applications such as optimized farm and crop management, machinery and transborder farming management, and traceability of products. The idea of a Web-based information-management system interlinking data acquisition in the work process with the use of information in various applications offers a number of advantages compared to data management on the farm's PC: data processing is easier, faster and error-free, and protection from data leakage can be more easily guaranteed. In this connection, however, high priority must be given to protecting data from unauthorized access. In addition, it is essential to define standardized machine- and software data interfaces in order to make general use of the data and information possible. The Technische Universität München (Munich University of Technology) is currently developing and implementing such a system. Furthermore, an extensive new database created from automated process-data acquisition offers new options for labour-economics research in the fields of analysis, modelling, simulation and planning of agricultural work processes.

**Keywords:** process-data acquisition, data management, information management, data interfaces, Internet, labour-economics research

## Literatur

Auernhammer, H., A. Spangler und M. Demmel, 2000: Automatic process data acquisition with GPS and LBS. AgEng2000 Warwick paper No. 00-IT-005, EurAgEng, Silsoe, UK.

Demmel, M., M. Rothmund, A. Spangler und H. Auernhammer, 2001: Algorithms for Data analysis and first results of automatic data acquisition with GPS and LBS on tractor-implement combinations. In: proceedings of 3rd European Conference on Precision Farming in Agriculture, 2001 June 18-20., Montpellier, France.

Demmel, M., M. Ehrl, M. Rothmund, A. Spangler und H. Auernhammer, 2002: Automated Process Data Acquisition with GPS and Standardized Communication – The Basis for Agricultural Production Traceability. In: Proceedings of ASAE 2002 conference on Agricultural Engineering, Chicago, Illinois, USA.

Maniak, S., 2003: Konzept zur Integration von verschiedenen Datenquellen in einem Geographischen Informationssystem. Dissertation, University of West-Hungary, Mosonmagyaróvár, Hungary.

Noack, W., 2002: XML 1.0 Grundlagen, Herdt-Verlag für Bildungsmedien, Nackenheim, Germany.

Rothmund, M., M. Demmel und H. Auernhammer, 2002: Die automatisierte Prozessdatenerfassung als Grundlage für die Erstellung von Planzeiten. In: Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 243, Braunschweig, Germany, S. 5-12.

Rothmund, M., M. Demmel und H. Auernhammer, 2002: Arbeitszeiterfassung bei der Gewan-  
nebewirtschaftung. In: Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 243, Braunschweig, Germany, S. 13-18.

Rothmund, M. (2002); Nutzung von Informationen aus der automatischen Prozessdatenerfassung. In: Landtechnik 57, H.3, KTBL, Darmstadt, Germany, S.148-149.

Rothmund, M., M. Demmel und H. Auernhammer, 2003: Methods and Services of Data Processing for Data Logged by Automatic Process Data Acquisition Systems. In: XXX CIOSTA – CIGR V Congress Proceedings, Vol. 2, Turin, Italy, pp.713-721.

# GIS gestützte Arbeitszeiterfassung in der Landschaftspflege als Grundlage für eine exakte Kostenberechnung

*Hans Kögl, Universität Rostock, Institut für Agrarökonomie und Verfahrenstechnik,  
D-18059 Rostock*

## Problemstellung

In Anbetracht knapper öffentlicher Mittel und eines tendenziell steigenden Bedarfes an Landschaftspflege stellt sich - wie auch bei anderen Aufgaben der Öffentlichen Hand - die Frage, ob ein effizienterer Mitteleinsatz in der Praxis der Landschaftspflege möglich ist. Im vorliegenden Beitrag soll untersucht werden, ob Kostensenkungspotentiale in der Landschaftspflege dadurch ausgeschöpft werden können, dass dem Management effizientere Werkzeuge zur Informationsverarbeitung an die Hand gegeben werden (Kögl und Piotraschke, 2002). Als Beispiel dient die Zeitbedarfsermittlung von Pflegeverfahren mittels GIS-Anwendungen.

## Gegenwärtige Praxis der Offenhaltung am Untersuchungsstandort

Die vorliegende Arbeit wurde durch die Mitarbeit an einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungsprojekt angeregt (Kleyer et al., 1999), das sich mit der Neuentwicklung von Verfahren zur Offenhaltung - mechanische Störung des Wurzelhorizontes, ganzjährige Ziegenhaltung - von geschützten Biotopen befasst. In Deutschland stellt gegenwärtig die jährliche Mahd das üblichste Verfahren zur Offenhaltung dar. Voraussetzungen für eine technisch und ökonomisch befriedigende Leistung dieses Verfahrens sind gute Befahrbarkeit der Pflegeflächen und kostengünstige Verwertung des Mähgutes (Prochnow und Schlauderer, 2002).

Am gewählten Untersuchungsstandort, das ist das Naturschutzgebiet Hohe Wann im Naturpark Hassberge, Unterfranken, liegen für die Mahd weniger günstige Voraussetzungen vor. Das wird deutlich an den eingesetzten Mahdverfahren und den daraus resultierenden Kosten. Im Durchschnitt der Jahre 1995 bis 2003 betragen, bei einer durchschnittlichen jährlichen Pflegefläche von 35 Hektar, die Pflegekosten etwa 1400 €/ha, was ein Mehrfaches der Kosten ist, die in der Literatur für günstige Standorte genannt werden.

Das Management der Pflege sieht gegenwärtig so aus, dass die zuständige Naturschutzverwaltung in knapper Form die zu erbringende Leistung beschreibt (Tab. 1) und öffentlich ausschreibt. Grundlage der Kalkulation der Behörde sind die Ausarbeitungen des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (LfU, 1998) sowie die örtlichen Gegebenheiten. Interessierte Bewerber können vor der Gebotsabgabe noch die Pflegeflächen besichtigen, um sich ein genaueres Bild zu machen. Erfolgskontrollen durch den Auftraggeber finden zwar statt (z.B. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2000), jedoch beziehen sie sich nur auf die Prüfung der Erreichung der ökologischen Ziele, nicht aber auf die Prüfung der Effizienz des Mitteleinsatzes.

Tab. 1: Ausschreibungsunterlagen für Pflegemaßnahmen

Nr. NSG 11. A.a.	Gemeinde:	Königsberg	Flurnummern:	1373,1375,1376,1377,1388,1409,1410,1411, 1412
	Gemarkung:	Königsberg		
Bezeichnung:	NSG "Hohe Wann", (Teilfläche xy)			
Flächenbeschreibung: Mäßig steile, bis steile Magerwiesenhänge. Mit Gehölzgruppen durchsetzt oder mit Obstbäumen bestanden.				
Flächengröße (ha):	1,1	Teilstücke	4	
Maßnahmenbeschreibung: Mahd mit Freischneider. Schwaden von Hand. Abräumen von Hand. Abtransport des Mähgutes auf eine Kompostierungsanlage od. zur hofinternen Verwertung auf einem landw. Betrieb.				
Durchführungszeitraum:	Juli – September			
NSG – Nr.:	600.102			
Kalkulierte Pflegekosten:	1.831,73 €			

Quelle: Mitteilung der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Hassberge, 2002

## Möglichkeiten und Grenzen der Verfahrensoptimierung durch Kostenvergleiche

Die ökonomische Aufgabe im Rahmen des Mosaik-Projektes bestand darin, zu prüfen ob die gegenwärtigen Pflegemaßnahmen durch kostengünstigere, jedoch ökologisch mindestens gleichwertige Verfahren ersetzt werden können. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht handelt es sich um Fragen der Produktionsdurchführungsplanung, wobei Arbeiten, die sich explizit mit dem Einfluss räumlicher Faktoren auf den Arbeitszeitbedarf und die Kosten beschäftigen (Martens, 1990; Schick, 1996) relativ selten sind.

Zunächst wurde die Methode des Kostenvergleichs gewählt, obgleich damit nicht sichergestellt ist, dass tatsächlich das Verfahren mit den minimalen Kosten gefunden wird. Der Kostenvergleich setzt ein klar definiertes Mengengerüst, bekannte Preise und eine einheitliche Kostenrechnungsmethode voraus. Da nicht bekannt war, wie die von Seiten der Behörde genannten Kosten zustande kommen – weder lagen Angaben zum Mengengerüst noch zu allen Preisen vor - bot sich ein Vergleich auf Basis der in den bekannten Tabellenwerken verwendeten Normalkosten, und zwar als Vollkostenrechnung, an. Sieht man von dem allgemein bekannten Problem der Erfassung und Verrechnung von Fix-, Gemein- und Risikokosten einmal ab, dann erwies sich im vorliegenden Projekt aber auch dieser Ansatz als rechnerisch zeitaufwendig schwierig und fehlerhaft. Schuld daran waren die auf engem Raum vorliegende große Zahl sehr heterogen strukturierter Pflegeparzellen, die weder eine flächenscharfe Zuordnung von Mechanisierungsstufen erlaubten, noch eine flächenspezifische Ermittlung der Zeitbedarfe entsprechend den vorliegenden Ansätzen zur Zeit- und Kostenberechnung von Pflegeverfahren. Darauf wird im folgenden Abschnitt näher einzugehen sein.

## Praxis der Ermittlung des Zeitbedarfes von Arbeitsgängen in der Feldwirtschaft

Der Arbeitszeitbedarf einer Pflegemaßnahme setzt sich zusammen aus Hauptzeit, Nebenzeit, Rüstzeit, Wegzeit und Verlustzeit. Davon sind die Haupt- und die Nebenzeit, die auch als Grundzeit bezeichnet werden, die Wegzeit und unter Umständen auch die Verlustzeit direkt von den topographischen Verhältnissen abhängig. Die Berechnung von Haupt- und Nebenzeiten landwirtschaftlicher Arbeitsgänge in der Feldwirtschaft hängt ab von:

- Schlagfläche, Schlagform
- Vorgewendebreite, Zeitbedarf je Wendevorgang
- Arbeitsgeschwindigkeit, Arbeitsbreite

Die Schlagfläche (F) kann mit Hilfe der Gaußschen Flächenformel berechnet werden, vorausgesetzt, dass die rechtwinkligen Koordinaten der Eckpunkte gegeben sind und alle Flächen geradlinig begrenzt sind. Die Schlagform ist von Bedeutung, weil sie die Hauptarbeitsrichtung bestimmt. Bei Polygonen ist als Hauptarbeitsrichtung zur Vermeidung unnötiger Wendevorgänge die Längslinie zu nehmen. Setzt man die Vorgewendebreite der Einfachheit wegen Null, dann gilt für die Hauptzeit (HZ):

$$HZ = F : (G * A); \text{ mit } F:= \text{ Schlagfläche, } G:= \text{ Arbeitsgeschwindigkeit, } A:= \text{ Arbeitsbreite}$$

Die durch das Wenden am Schlagende verursachte Nebenzeit (NZ) kann als Produkt aus der Zahl der Wendevorgänge und der Dauer je Wendevorgang berechnet werden. Die Zahl der Wendevorgänge ergibt sich bei Polygonen durch Division der Schlagbreite durch die Arbeitsbreite minus Eins:

$$NZ = (B : A - 1) * Z; \text{ mit } B:= \text{ Schlagbreite, } Z:= \text{ Dauer eines Wendevorganges}$$

Bereits dieser Ansatz zur Arbeitszeitbedarfsmessung lässt sich, sofern digitalisierte Flächenangaben vorliegen, unmittelbar in ein GIS-gestütztes Analysesystem übernehmen.

Der Ansatz stößt aber bei der Schätzung von Arbeitszeitbedarfswerten für Landschaftspflegemaßnahmen umso schneller an Grenzen, je mehr stärker die topografischen Verhältnisse von den Modellbedingungen abweichen. Denn entweder stimmen die Annahmen über die Länge der Arbeitswege und / oder über die erreichbare Arbeitsgeschwindigkeit nicht mehr mit der Realität überein, sodass auch die Berechnungen für HZ oder NZ falsch sind. Als Ursache dafür nennen - z.B. bei der Mahd - die Bayerische Landesanstalt für Umweltschutz (LfU, 1998) und das KTBL (1998) die in der Tabelle 2 angeführten Standortfaktoren: Die in den vorliegenden Kalkulationshilfen angewandten Lösungen beruhen darauf, dass für die wichtigsten der Standortfaktoren (häufig genannt werden z.B. Hangneigung, Parzellengröße, Hindernisse) für diskrete Merkmalsausprägungen Zuschlagsfaktoren oder Multiplikatoren erarbeitet wurden, mit deren Hilfe entweder beim Zeitbedarf (KTBL, 1998) oder bei den Kosten (LfU, 1998; LBL, 1999) eine Korrektur erfolgt.

Tab. 2: Einflussfaktoren für den Arbeitszeitbedarf der Mahd in der Landespflege

Standortfaktor	Merkmalsausprägung
Alter und Masse des Aufwuchs	Schnitthäufigkeit, dt TM
Hindernisse	z.B. Bäume; Zahl/m <sup>2</sup>
Tragfähigkeit des Boden	z.B. Moore, Uferzonen; lfd. m oder m <sup>2</sup>
Bodenunebenheiten	z.B. Buckel, Horste; Zahl/m <sup>2</sup>
Hangneigung	In v.H.
Arbeitsbreite	In Meter
Parzellengröße	In m <sup>2</sup> , ha
Parzellenform	Polygone oder Abweichungen davon
Fremdkörper	z.B. Unrat, Steine; Zahl/m <sup>2</sup>
Erschließung	Wegenetz

Die Anwendung dieses Konzeptes ist mindestens rechnerisch aufwendig, sobald viele unterschiedliche Parzellen mit unterschiedlichen Kombinationen mit Merkmalsausprägungen vorliegen, sie führt umso mehr zu Verzerrungen, je stärker die Ausprägungen der Standortfaktoren von den tabellierten Merkmalsausprägungen abweichen und je mehr die Parzellenformen unregelmäßig sind, d.h. nicht mehr einem Polygon entsprechen:

## Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes als Aufgabe des Operations Research

Dazu stelle man sich eine Schar von unregelmäßig zugeschnittenen Biotopen vor, zusätzlich noch ein unregelmäßiges Höhenprofil und einen unregelmäßigen Bestand an Bäumen und anderen Hindernissen. In der Abbildung 1, die der Biotopkartierung des Untersuchungsgebiets entnommen ist, stehen die Farbunterschiede für unterschiedliche Biotopgrößen. Eine nach Biotopen vorgenommene Pflege müsste sich an den Biotopgrenzen orientieren und könnte nicht linear, wie die grünen Hilfsleisten andeuten, durchgeführt werden. Wo soll die Arbeit begonnen und wie soll der Weg gewählt werden, wenn der Zeitbedarf minimal werden soll? Wie würde es sich auswirken, wenn auch kurvenförmige Arbeitswege zugelassen werden?

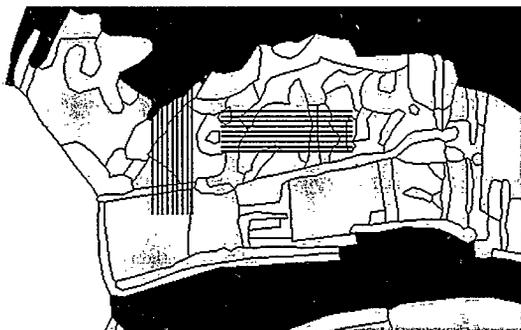


Abb. 1: Biotopformen nach Größe und Form im NSG Hohe Wann (Quelle: Mosaik-Projekt)

Die Antwort würde dann wieder eine andere sein, wenn man bereit ist, nicht die gesamte Fläche eines Biotops bearbeiten zu wollen. Die Forderung nach flächendeckender Bearbeitung könnte u.U. sogar ein fataler Managementfehler sein mit negativen Folgen für den Zeitbedarf und die Kosten, ohne dass dadurch ein ökologischer Vorteil erreicht wird.

Da es sich offensichtlich um eine Optimierungsaufgabe handelt, kann das Problem in allgemeiner Form geschrieben werden als:

Minimiere !

**Zeit = f (Fläche, Form, Geschwindigkeit, Arbeitsbreite, Profil, Hindernisse)**

unter der Bedingung, dass die bearbeitete Fläche größer Null ist

Zur Lösung kommen nach Littger (1992, S. 60) Mathematische Programmierung, Branch-and-Bound Verfahren, Kombinatorik, Dynamische Programmierung, Statistische Methoden und Heuristik in Frage. Aber auch neuere Verfahren wie geometrische Optimierung ([www.cgal.org](http://www.cgal.org)) oder computergestützte Geometrie (Jiao und Heath, 2001) bieten potentielle Lösungsansätze an. Bekanntere OR-Anwendungen, wie das Problem des „kürzesten Weges“ erweisen sich hingegen nicht als hilfreich, weil dazu auf der Fläche bereits ein Wegenetz in Form von Knoten und Strecken vorliegen müsste, was aber gerade nicht der Fall ist.

## **Derzeitiger Stand der Zeitbedarfsmessung mittels GIS-Applikation**

Beim derzeitigen Stand des Projektes (siehe dazu Schröder et al., in Vorbereitung) wird der Arbeitszeitbedarf direkt aus den Angaben der digitalen Karten berechnet, wobei aber der zeitminimale Weg nur über eine einfache Näherungsrechnung bestimmt wird. Dazu werden die als Polygone vorliegenden Parzellen in flächenäquivalente Rechtecke umgerechnet und deren Länge und Breite bestimmt. Da alle anderen für den Zeitbedarf relevanten Parameter bekannt sind, können für jede einzelne Fläche die Grundzeit zuzüglich der Wegezeit eines Arbeitstages, für An- und Abfahrt zum Startpunkt und zum Wechseln zwischen entfernt gelegenen Pflegeflächen, und die damit verbundenen Kosten berechnet werden. Zurzeit werden diese Berechnungen durch ein in Delphi geschriebenes Programm vorgenommen. Erschwernisse in Form von Hangneigung, Hindernissen, Bodenverhältnissen und ähnlichem lassen sich in die Berechnungen einbeziehen, wobei entweder mit einfachen Zuschlagsfaktoren gearbeitet werden kann oder direkt die durch die Erschwernisse verursachten Änderungen in der Streckenführung oder der Arbeitsgeschwindigkeit ermittelt werden und in die Formeln eingehen. Auf diese Weise können die konkurrierenden Pflegeverfahren, rechnerisch elegant und unter maximaler Ausschöpfung der vorhandenen Information, besser verglichen werden als mit den bisher üblichen Verfahren.

In Zukunft ist vorgesehen, wegen der Ähnlichkeit mit einem Problem, das unter dem Namen Verschnittoptimierung bekannt ist (siehe Littger, a.a.O.) und das mittels Mathematischer Programmierung und damit mit Standardsoftware lösbar ist, zunächst diesen Weg zur Flächenberechnung zu prüfen. Dabei geht es darum, aus einer definierten Fläche vorgegebene Muster so herauszutrennen, dass der nicht benötigte Rest minimiert wird. Ein weiterer Weg könnte über die Generalisierung der Flächenpolygone gehen (Galanda, 2003).

## Zusammenfassung

Maßnahmen der Landschaftspflege sind, unabhängig davon, wer die Kosten des Mitteleinsatzes trägt, so zu gestalten, dass der angestrebte Zweck mit einem möglichst günstigem Verhältnis von Aufwand zu Ertrag erreicht wird. Die Umsetzung dieser Forderung wird dadurch erschwert, dass in der Landschaftspflege aus vielen Gründen die funktionalen Zusammenhänge zwischen Aufwand und Ertrag und auch die benötigten Preise weniger gut bekannt sind als in der kommerziellen Landwirtschaft. Effizienzgewinne könnten aber bereits dadurch erzielt werden, dass eine bessere Anpassung zwischen dem Pflegestandort, den Pflegezielen und den dafür in Frage kommenden, technisch möglichen Pflegemaßnahmen angestrebt wird. Als Werkzeuge bieten sich GIS gestützte Entscheidungsmodelle an, da sie in der Lage sind, die häufig schon vorliegenden, umfangreichen flächenbezogenen Datenbestände unter ökonomischen Gesichtspunkten zu verarbeiten. Dies wird am Beispiel der Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes von unterschiedlichen Pflegeverfahren demonstriert, die zur Verbesserung des Managements von Schutzgebieten benutzt werden kann.

## Résumé

### **Entretien du paysage: saisie des temps de travail basée sur SIG pour un calcul exact des coûts**

Indépendamment de savoir qui prend en charge les coûts, les mesures d'entretien du paysage doivent être conçues de manière à ce que l'objectif poursuivi puisse être réalisé avec la plus grande économie de moyens possible. Or, il est difficile de suivre cette règle sachant que, pour plusieurs raisons, dans l'entretien du paysage, les rapports entre les pertes et profits, ainsi que les prix nécessaires sont moins bien connus que dans l'agriculture commerciale. L'efficience pourrait toutefois être accrue si l'on essayait de mieux harmoniser le site d'entretien, les objectifs et les mesures techniques envisageables. A ce niveau, les modèles de décision basés sur SIG peuvent fournir des outils très utiles, car ils sont en mesure de traiter d'un point de vue économique les nombreuses données relatives aux surfaces, données qui sont souvent déjà disponibles. C'est ce que montre l'exemple de calcul du temps de travail nécessaire pour différents travaux d'entretien, calcul pouvant être utilisé pour améliorer la gestion des régions protégées.

## Summary

### GIS-assisted working-time identification in landscape cultivation as the basis of a precise cost calculation

Whoever provides the financial resources, landscape-cultivation measures should be designed to achieve the defined goals with the best-possible cost/benefit ratio. This principle is difficult to put in practice, since for various reasons the functional relationships between landscape-conservation costs and benefits, as well as prices, are less well known than in commercial agriculture. Nevertheless, the efficiency of landscape-cultivation measures can be improved by adapting site conditions, goals, and necessary and technically feasible measures to each other. GIS-assisted decision models can serve as useful tools for processing available site-specific databases according to economic criteria. The procedure is exemplified by the identification of the working time required for different landscaping measures aimed at improving the management of protected areas.

## Literatur

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 2000: Berichte aus der Erfolgskontrolle. Kulmbach.

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.), 1998: Kostendatei für Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Merkblätter zur Landschaftspflege und zum Naturschutz. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, München.

Galanda, M., 2003: Automated Polygon Generalization in a Multi Agent System. Dissertation ETH Zürich.

Kleyer et al., 1999: Mosaik" - Alternative Managementverfahren für die Pflege von Trockenstandorten - Halboffene Weidelandschaft und Feldgraslandschaft als alternative Leitbilder für die Pflege von Trockenstandorten und ihre Konsequenzen für das Überleben von Flora und Fauna. Universität Oldenburg, BMBF-Projekt 01LN0007.

Kögl, H. und Piotraschke, H.-F., 2002: Management of Protected Areas by Means of an Internet Data Base. In: Fock, Th., Hergarden, K., Repasi, D. (eds.): Salt Grasslands and Coastal Meadows in the Baltic Region. Proceedings of the 1ST Conference, Neubrandenburg, S. 179-188.

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg., 1998): Landschaftspflege – Daten zur Kalkulation von Arbeitszeit und Maschinenkosten. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, 1999: Naturschutzleistungen der Landwirtschaft. Lindau.

Littger, K., 1992: Optimierung – Eine Einführung in rechnergestützte Methoden und Anwendungen. Springer Verlag.

Martens, R., 1990: Entschädigungen für Leitungsmasten auf landwirtschaftlich genutzten Grundstücken - Eine Umfassende Darstellung der Entschädigungsberechnung aufgrund von Fahrversuchen 1979. HLBS-Schriftenreihe, Heft 87.

Prochnow, A. und Schlauderer, R., 2002: Ökonomische Bewertung von Verfahren des Offenlandmanagements auf Truppenübungsplätzen. Aktuelle Reihe BTU Cottbus, 10/2002, S. 25-36).

Schick, M., 1995: Arbeit auf dem Bergbetrieb. FAT-Berichte, Nr. 472.

Schröder, B., Biedermann, R. Hinsch, M., Kögl, H., Kleyer, M., Obermaier, E., Poethke, H.-J. (in Vorbereitung): Extrapolating controlled mosaic cycles to the landscape scale and application in nature conservation. Journal of Basic and Applied Ecology, Special Issue.

[www.cgal.org](http://www.cgal.org), Stand vom 03.03.2004.

Jiao, X., and M. T. Heath, 2001: Efficient and Robust Algorithm for Overlaying Surface Meshes. Procedures 10th International Meshing Roundtable, Newport Beach, CA, October 2001.

# Vergleichende Bewertung von Methoden zur Erfassung des Arbeitszeitaufwandes in der Mutterkuhhaltung

*Sabine Schrade, Margret Keck und Matthias Schick, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen*

## Problemstellung und Zielsetzung

In den letzten vier Jahren hat die Zahl der Mutterkühe in der Schweiz jährlich um 10 bis 15 % zugenommen (SBV, 2002). Gründe hierfür sind unter anderem der Ausstieg aus der arbeitsintensiveren Milchviehhaltung, der Umstieg vom Haupt- in den Nebenerwerb sowie die Nutzung von extensivem Grünland und Alpflächen. Gegenwärtig wird die Bindung der Beiträge an die Arbeitskraft bei der Neuausrichtung der Direktzahlungen diskutiert (Jaun-Pfander, 2004). Aktuelle Zahlen über den Arbeitszeitbedarf gängiger Arbeitsverfahren und Haltungssysteme der Mutterkuhhaltung in der Schweiz liegen jedoch nicht vor. Für Planungsgrößen in der Mutterkuhhaltung werden derzeit lediglich angepasste Werte aus der Milchviehhaltung übernommen (LBL, 2003).

Daher sind für die Mutterkuhhaltung verfahrenstechnische Kenngrößen und arbeitswirtschaftliche Daten zu erheben. Dies erfolgt mit einer Kombination der Methoden Arbeitstagebuch, strukturiertes Interview mit Stallrundgang und Einzelzeitmessungen. Das Datenmaterial wird mit vorhandenen Daten ergänzt und zur Planzeitenbildung verwendet. Die darauf aufgebauten eigenständigen Modelle sind anschliessend in das an der FAT entwickelte Modellkalkulationssystem PROOF (Schick, 2000) einzubauen und fliessen in den Arbeitsvoranschlag ein.

Im vorliegenden Beitrag werden die verwendeten Arbeitszeiterfassungsmethoden dargestellt und miteinander verglichen. Vor- und Nachteile der Methoden werden erläutert und ihre jeweilige Eignung zur Erfassung des Arbeitszeitaufwandes einzelner Arbeitsvorgänge in der Mutterkuhhaltung diskutiert.

## Zeiterfassungsmethoden

### Arbeitstagebuch

In den Jahren 2001 und 2002 wurden tägliche und nicht tägliche Arbeiten des Produktionsverfahrens Mutterkuhhaltung in Arbeitstagebüchern dokumentiert. Ausgewertet wurden Daten von zwölf Einzelbetrieben, die sich hinsichtlich Standortbedingungen, Tierzahl und Stallhaltungsverfahren unterscheiden. Die Aufzeichnungszeiträume waren ebenfalls von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich.

Beim Aufbereiten der Daten zeigen sich grosse Unterschiede in der Qualität der Arbeitstagebuchführung zwischen den einzelnen Betrieben: Teilweise werden Arbeitsvorgänge, die aufgrund logischer Konsequenzen eigentlich durchgeführt werden müssten, im Tagebuch nicht erwähnt. Die Dokumentation von Einfluss- und Bezugsgrössen ist oft unzureichend. Bei einigen Betrieben können die Arbeitsvorgänge nicht eindeutig einer bestimmten Tierzahl oder/und -kategorie zugeordnet werden.

Das Arbeitstagebuch zählt zu den Methoden der finalen Arbeitszeitermittlung (Auernhammer, 1979). Die Schätzung und Dokumentation der Arbeitszeit erfolgt durch die Betriebsleitung. Somit hängt die Aussagekraft der Daten von Motivation und Zuverlässigkeit der Betriebsleitung ab. Das Führen eines Arbeitstagebuchs stellt hohe zeitliche Anforderungen an den landwirtschaftlichen Betrieb (Schick, 1995). Zur Erfassung von Routinearbeiten eignen sich Arbeitstagebücher durchaus. Arbeitsvorgänge, die seltener stattfinden (Sonderarbeiten), sind jedoch nur bei sehr langen Aufzeichnungszeiträumen präzise erfassbar. In dieser Untersuchung dienen die Arbeitstagebücher als Orientierung und Kontrolle für weiterführende Datenerhebungen und Modelle.

### **Strukturiertes Interview mit Stallrundgang**

Weitere arbeitswirtschaftliche und verfahrenstechnische Daten wurden mit einem strukturierten Interview anhand eines Fragebogens und in einem Stallrundgang erhoben. Interview und Stallrundgang wurden auf 24 Praxisbetrieben durchgeführt und dauerten im Durchschnitt etwa drei bis vier Stunden. Das Interview diente der Erfassung von Daten zur Betriebsstruktur, Aufstallung und Futterration sowie zur Weidehaltung, Alpeng und Sömmerung. Ausserdem wurden Arbeitszeitaufwand und Einflussgrössen von Sonderarbeiten, Managementtätigkeiten und Routinearbeiten im Sommer und im Winter erfragt. Beim Stallrundgang konnten Details zum Stallsystem sowie Abmessungen und Materialien von Bauten und Einrichtungen aufgenommen werden.

Interview und Stallrundgang ermöglichen bei relativ geringem Zeitaufwand für die Betriebsleiter/-innen einen Gesamtüberblick über den Betriebszweig Mutterkuhhaltung des jeweiligen Betriebes. Es handelt sich um eine finale Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes. Durch Befragen der Betriebsleitung kann die Arbeitszeit von selten vorkommenden Arbeitsabläufen mit hohem Zufälligkeitsgrad erfasst werden, wobei die zeitliche Genauigkeit gering ist (Auernhammer, 1979). Die Arbeitszeit wird nur auf der Ebene von Arbeitsvorgängen und Arbeitsteilvorgängen erhoben. Eine Stärke des Interviews besteht darin, dass Unklarheiten oder unrealistische Angaben unmittelbar im Gespräch geklärt werden können. Die Häufigkeit von einzelnen Arbeitsvorgängen als Grundlage für eine realistische Modellbildung kann im Interview ebenfalls erfasst werden. Ausserdem ist es möglich, wesentliche Einflussgrössen für die Bildung von Modellen gezielt zu erfragen oder zu quantifizieren.

## Einzelzeitmessungen

Für mutterkuhspezifische Arbeitsvorgänge (Arbeiten im Kälberschlupf, Verladen von Absetzern) erfolgten Arbeitsbeobachtungen in Form von Einzelzeitmessungen. Im Weiteren wurden auch Arbeitsvorgänge ausgewählt, die sich in der Mutterkuhhaltung hinsichtlich Zeitaufwand und Einflussgrößen von jenen in der Milchviehhaltung unterscheiden (Liegeboxenpflege, Einstreuen, Entmisten, Klauenpflege). Die Messungen fanden auf acht Praxis- und Versuchsbetrieben statt, wobei jeweils drei Wiederholungen geplant waren. Die Arbeitszeit wurde mit einer handelsüblichen Zeiterfassungssoftware (Easy-TimerPC-Software) erfasst. Die Datenaufbereitung erfolgte ebenfalls mit einer Standardsoftware (WinTimer).

Die Einzelzeitmessung oder direkte Arbeitsbeobachtung ist eine kausale Methode der Arbeitszeiterfassung (Schick, 1995). Dabei ist eine exakte Erfassung von Arbeitszeit und Einflussgrößen möglich. Arbeitsteilvorgänge und Arbeitselemente können erfasst und für die Modellbildung verwendet werden. Einzelzeitmessungen sind mit einem hohen organisatorischen und zeitlichen Aufwand für die Beobachtungsperson verbunden. Für die Betriebsleitung entsteht kein Zusatzaufwand, da die Arbeiten ohnehin durchgeführt werden müssen. Einzelzeitmessungen sind jedoch nicht für alle Arbeitsabschnitte geeignet und sinnvoll. Nicht planbare Ereignisse wie zum Beispiel die Geburt eines Kalbes sind aus Koordinationsgründen schwer messbar, und aufgrund des ausgeprägten Individualitätscharakters des Ereignisses sind einzelne Daten nicht repräsentativ. Für Routinearbeiten und planbare, häufig vorkommende Sonderarbeiten sind Einzelzeitmessungen praktikabel und für die Bildung von Planzeiten und Modellen erforderlich.

## Methodenvergleich und Diskussion

Auf vier Betrieben wurde der Arbeitszeitaufwand mit mehreren Erfassungsmethoden erhoben. Dadurch können Werte einzelner Routinearbeitsvorgänge, die mittels verschiedener Methoden erfasst wurden, miteinander verglichen werden (Abb. 1). Auf Betrieb 1 entsprechen sich die Werte für Liegeboxenpflege aus Interview und Einzelzeitmessung nahezu. Die anderen abgebildeten Arbeitsvorgänge weisen jedoch Unterschiede auf. Abweichungen sind im Arbeitszeitaufwand zwischen den Daten aus dem Interview und den Einzelzeitmessungen beim zweiten Betrieb ersichtlich. Im Interview mit dem Betriebsleiter des Betriebes 3 war der Arbeitszeitaufwand für die einzelnen Arbeitsvorgänge jeweils etwas höher als zuvor im Arbeitstagebuch ermittelt. Die mit allen drei Methoden erfassten Werte für den Arbeitsvorgang „Einstreuen“ auf Betrieb 4 sind beinahe identisch. Beim Arbeitszeitaufwand für den Arbeitsvorgang „Füttern“ ist auf diesem Betrieb zwischen Tagebuch und Interview ebenfalls eine grosse Übereinstimmung erkennbar.

Zur Erfassung des Arbeitszeitaufwandes von Routinearbeiten auf der Ebene der Arbeitsvorgänge eignen sich Arbeitstagebuch, strukturiertes Interview und Einzelzeitmessungen hinsichtlich zeitlicher Genauigkeit gleichermassen. Bei Abweichungen zwischen den einzelnen Methoden spielen sowohl die Anzahl der Wiederholungsmessungen als auch die eigene Einschätzung der Arbeitszeit durch die Betriebsleitung bzw. deren Sorgfalt bei Tagebuchaufzeichnungen eine grosse Rolle.

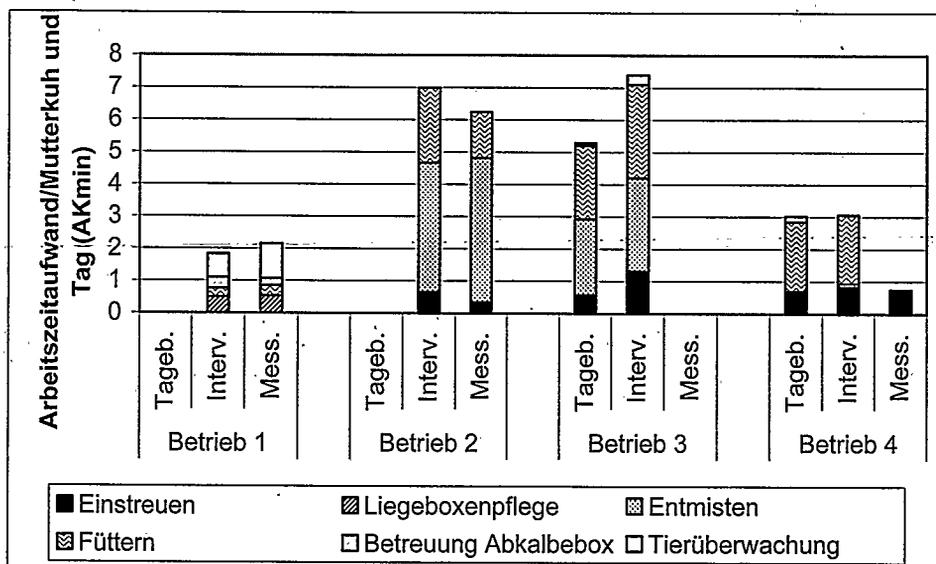


Abb. 1: Vergleich von Werten einzelner Routinearbeitsvorgänge, erfasst mit den Methoden Arbeitstagebuch, strukturiertes Interview und Einzelzeitmessungen auf vier Praxisbetrieben

Für nicht tägliche Arbeiten ist im Interview eine aufsummierende Schätzung zur Häufigkeit und Dauer über einen längeren Zeitraum hinweg erforderlich. Beim Arbeitstagebuch hängt die zeitliche Genauigkeit stark vom Aufzeichnungszeitraum ab. Einzelzeitmessungen dagegen liefern zeitlich exakte Werte (Tab. 1). Für eine realistische Planzeitenbildung sind aber auch Angaben zur Häufigkeit von Arbeitsvorgängen erforderlich. Diese können mittels Interview mit geringem Aufwand für die Betriebsleitung und Beobachtungsperson erfasst werden. Einzelzeitmessungen stellen sehr hohe zeitliche Anforderungen bezüglich Koordination, Nachbereitung und Datenerfassung an die Beobachtungsperson, während die Arbeitstagebuchführung einen grossen Arbeitsaufwand für die Betriebsleitung bedeutet. Um Einflussgrößen möglichst genau zu erfassen und einzelne Arbeitsvorgänge voneinander abzugrenzen, sind bei Arbeitstagebüchern klare Absprachen, Anweisungen, einheitliche Definitionen und ein hohes Mass an zeitnaher Kommunikation während des Aufzeichnungszeitraums erforderlich. Eine vollständige Erfassung von Einflussgrößen ist im Interview und bei Einzelzeitmessungen möglich, da diese von der Beobachtungsperson selbst gezielt erfragt oder direkt erhoben werden.

Tab.1: Vergleich der Methoden zur Erfassung des Arbeitszeitaufwandes in der Mutterkuhhaltung anhand verschiedener Kriterien

Kriterium \ Methode	Arbeitstagebuch	Strukturiertes Interview, Stallrundgang	Einzelzeitmessungen
Beobachtungsform	Selbstbeobachtung	Selbstbeobachtung	Fremdbeobachtung
Planbarkeit der Ereignisse	nicht erforderlich	nicht erforderlich	schwieriger
Zeitaufwand Koordination	tief	tief	hoch
Zeitaufwand Vorbereitung	mittel	hoch	tief
Zeitaufwand Nachbearbeitung	mittel	tief	hoch
Zeitaufwand Landwirt/-in	hoch	tief	tief
Zeitaufwand Beobachter/-in	tief	tief	hoch
zeitl. Genauigkeit Routinearbeiten	hoch	mittel	sehr hoch
zeitl. Genauigkeit nicht tägl. Arbeiten	tief	mittel	hoch
Information über Einflussgrößen	gering	vollständig	vollständig

## Schlussfolgerungen

Der Vergleich der drei Zeiterfassungsmethoden zeigt Vor- und Nachteile der jeweiligen Methode auf. Diese wiederum geben Aufschluss über die jeweilige Eignung der einzelnen Methoden zur Erfassung des Arbeitszeitaufwandes für einzelne Arbeitsvorgänge in der Mutterkuhhaltung. Arbeitstagebücher sind mit einem grossen Zeitaufwand von Seiten der Betriebsleitung verbunden. Während sie eine hohe Genauigkeit bei der Dokumentation von Routinearbeiten aufweisen, hängt die zeitliche Genauigkeit von selteneren Arbeitsvorgängen stark vom Aufzeichnungszeitraum ab. Einen groben Gesamtüberblick über den Betrieb bietet innerhalb relativ kurzer Zeit ein strukturiertes Interview mit Stallrundgang. Mittels Einzelzeitmessungen ist es möglich, Arbeitszeit und Einflussgrössen exakt zu erfassen. Diese Methode stellt allerdings hohe organisatorische und zeitliche Anforderungen an die Beobachtungsperson und eignet sich nicht für die Erfassung aller Arbeitsvorgänge gleichermaßen.

Mit dem strukturierten Interview kann die Vielfalt in der Mutterkuhhaltung bezüglich Haltungssystem, Verfahrenstechnik und Produktionsintensität abgebildet werden. Für die Bildung von Planzeiten und Modellen sind Werte aus Einzelzeitmessungen erforderlich. Ein weiterer Schritt stellt der Vergleich von Arbeitsverfahren dar.

## Zusammenfassung

Aktuelle Zahlen über den Arbeitszeitbedarf der gängigen Arbeits- und Haltungsverfahren der Mutterkuhhaltung in der Schweiz fehlen. Die Methoden Arbeitstagebuch, strukturiertes Interview und Einzelzeitmessung zur Erfassung arbeitswirtschaftlicher Daten werden miteinander verglichen. Arbeitstagebücher dokumentieren tägliche und nicht tägliche Arbeiten des Produktionsverfahrens Mutterkuhhaltung auf zwölf Praxisbetrieben. Schwachpunkte des Arbeitstagebuchs sind neben hohem zeitlichem Aufwand für die Betriebsleitung, qualitative Unterschiede in der Arbeitstagebuchführung und die schwierige Zuordnung von Arbeitsvorgängen zu einer bestimmten Tierzahl. Ein strukturiertes Interview auf 24 Betrieben liefert einen Überblick. Gezieltes Erfragen und Quantifizieren von Arbeitszeit und Einflussgrössen ist möglich und unrealistische Angaben können sofort geklärt werden. Hohe Genauigkeit wird bei Einzelzeitmessungen erreicht. Diese eignen sich jedoch nicht für alle Arbeitsabschnitte und stellen grosse zeitliche und organisatorische Anforderungen an die Beobachtungsperson.

**Schlüsselwörter:** Mutterkuh, Haltung, Methode, Arbeitszeitbedarf, Arbeitstagebuch, Interview, Einzelzeitmessung, Einflussgrössen, Rind

## Résumé

### **Evaluation comparative des méthodes utilisées pour la saisie du temps de travail dans l'élevage de vaches-mères**

On manque de chiffres actuels relatifs au temps nécessaire pour les procédés de travail et de détention courants dans l'élevage de vaches-mères en Suisse. C'est pourquoi on a comparé différentes méthodes utilisées pour la saisie des données portant sur l'organisation du travail: carnet de travail, entretien structuré et relevé de temps individuels. Pour l'étude de la première méthode, des carnets de travail documentent les travaux quotidiens et non quotidiens du processus de production „Elevage de vaches-mères“ dans douze exploitations. Le carnet de travail présente les faiblesses suivantes: il exige énormément de temps de la part de la direction de l'exploitation, il existe des différences qualitatives suivant qui le tient et enfin, il est difficile d'attribuer certaines opérations à un nombre déterminé d'animaux. Pour l'étude de la seconde méthode, une interview structurée réalisée dans 24 exploitations permet également d'avoir une vue d'ensemble. Cette méthode permet de poser des questions ciblées et de quantifier le temps de travail et les paramètres d'influence. Par ailleurs, il est tout de suite possible de clarifier les données qui ne paraissent pas réalistes. Enfin, la dernière méthode, celle des relevés de temps individuels permet d'obtenir un degré de précision élevé. Toutefois, ces relevés ne conviennent pas pour toutes les phases de travail et représentent des exigences organisationnelles et un investissement temporel élevés pour la personne chargée des observations.

## Summary

### **Comparative assessment of methods used to record working-time requirements in suckler farming**

In Switzerland, no up-to-date figures are available on the working-time requirements of technical procedures and housing systems currently used in suckler farming. The present study compares different methods of work-data acquisition: work journal, structured interview and individual time measurement. On twelve farms, work journals were kept to document daily and non-daily work with suckler cattle. The work journal implies several weaknesses, however: the high amount of time spent by the farm manager on record keeping; qualitative differences in record keeping; and difficulty in allocating work processes to a specific number of animals. A structured interview carried out on 24 farms provides a general overview, enabling time requirements to be quantified and influencing factors to be identified, and unrealistic statements to be clarified immediately. Individual time measurements proved to be very precise; however, they are not suited for recording every sort of work process and involve very high time and organizational requirements for the person carrying out the observation.

**Keywords:** suckler cow, housing, method, working-time requirement, work journal, interview, individual time measurement, influencing factors, cattle

## Literatur

Auernhammer, H., 1979: Arbeitszeitermittlung in der Landwirtschaft. Landtechnik Heft 2, S. 95-97.

Jaun-Pfander, S., 2004: Direktzahlungen: Umverteilungsdiskussion des SBV ärgert SVAMH. Schweizer Bauer Nr. 14, S. 4.

Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL), 2003: Pflanzen und Tiere 2004. Wirz Handbuch, Basel.

Schick, M., 1995: Methodik der Arbeitszeiterfassung am Beispiel Berglandwirtschaft. Agrartechnische Berichte, Heft 26, Hohenheim S. 139-146.

Schick, M., 2000: Modellierung von Zeitbedarf und Massenfluss am Beispiel verschiedener Melkverfahren. Landtechnik-Schrift Nr. 11, Weihenstephan S. 61-67.

Schweizerischer Bauernverband (SBV), 2002: Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung. 78. Jahreshaft, Brugg.

# Arbeitszeitermittlungen bei vier Anbausystemen von *Stevia rebaudiana*

Udo Kienle, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, D-70599 Stuttgart

## Einführung

*Stevia rebaudiana* ist ein subtropischer ausdauernder Halbbusch, der in seinen Blättern einen kalorienarmen Süßstoff metabolisiert. Die Pflanze kann zwischen 3-7 Jahren angebaut werden, bei maximal drei Ernten im Jahr. Die Pflanze scheint darüber hinaus nach neueren wissenschaftlichen Veröffentlichungen auch Möglichkeiten zur Bekämpfung von Diabetes-2, Bluthochdruck und durch das hohe anti-oxidative Potential auch zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten zu bieten. Bisher wird diese Pflanze in einigen Ländern (Argentinien, Brasilien, China, Indonesien, Paraguay und Thailand) in Handarbeit angebaut. Ein Anbau in der EU erscheint interessant, wenn der Süßstoff aus *Stevia rebaudiana* für die Verwendung in Lebensmittel zugelassen wird. Für einen künftigen Anbau in der EU wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes verschiedene Anbauverfahren entwickelt.

## Hintergrund

Die EU will den Tabaksektor reformieren und sämtliche Subventionen (ca. 1 Mrd. Euro pro Jahr) für den Tabakanbau streichen. Ein Reformvorschlag liegt seit November 2003 auf dem Tisch, der, konsequent umgesetzt, zu einer weitgehenden Betriebsaufgabe der betroffenen Landwirte führen würde. In den Hauptregionen des Tabakanbaus (Nordgriechenland, Süditalien, Extremadura) ist die typische Betriebsform der Kleinstbetrieb mit durchschnittlich 1,8 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche. Die Betriebe sind überwiegend auf den Tabakanbau spezialisiert. Der Tabakanbau ist in vielen Gebieten bis heute überwiegend Handarbeit unter Einsatz von Arbeitskräften aus dem Familienverband. Diversifizierung ist nur möglich, wenn statt Tabak landwirtschaftliche Produkte mit einem hohen Wertschöpfungspotential angebaut werden. Zugleich sollten aber bei einer Umstellung auf eine hochwertige Kultur noch ausreichend Arbeitsstunden zur Verfügung stehen, um eine Weiterbeschäftigung der Familienarbeitskräfte zu ermöglichen. Deswegen wurden im Rahmen eines EU-Forschungsprojektes mechanisierte und teilmechanisierte Verfahrensschritte für den Anbau von *Stevia rebaudiana* entwickelt, mit dem Ziel diese neue Nutzpflanze in der EU wirtschaftlich anbauen zu können.

## Material und Methoden

Es wurden vier Anbausysteme untersucht und zum Teil entwickelt: a) Handarbeitsstufe (V1), b) Teilmechanisierung mit kombinierter mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung (V2), c) Teilmechanisierung mit ausschließlicher chemischer Unkrautbekämpfung (V3) und d) Vollmechanisierung (V4). Für jede Variante wurden Versuchspartzellen (0,25 ha – 1,0 ha) angelegt und der zeitliche Aufwand der einzelnen Arbeitsschritte gemessen. Einzelne Arbeitsschritte wurden während der Anbausaison wiederholt, bedingt durch die Kulturführung (z.B. Bewässerung, Unkrautbekämpfung, Ernte). Für andere Arbeitsschritte ergaben sich jährliche Wiederholungen (z.B. Grundbodenbearbeitung, Pflanzen). Insgesamt wurden über vier Jahre Daten mittels Direkterhebung gesammelt. Die ökonomische Auswertung der untersuchten Anbausysteme wurde mit Hilfe der KTBL-Datenbank ([www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)) und Preiserhebungen durchgeführt. Wo notwendig wurden spezielle Maschinen für die mechanisierten Arbeitsgänge in der Werkstatt des Institutes für Agrartechnik gebaut.

## Ergebnisse

Die notwendige Arbeitszeitdauer der einzelnen Arbeitsschritte für das jeweilige Anbausystem wurde gemessen und ist in Tabelle 1 dargestellt. Teilweise müssen einzelne Arbeitsschritte mehrfach durchgeführt werden, so zum Beispiel bei der Grundbodenbearbeitung. Dies hat aber weniger kulturspezifische Gründe, sondern lag an den vorherrschenden Bodeneigenschaften (leicht alkalischer lehmiger Sand mit Verhärtungshorizont aus Kalk in ca. 40-60 cm Tiefe). *Stevia rebaudiana* hat eine Kulturdauer von drei bis sieben Jahren. Deshalb werden manche Arbeiten wie die Grundbodenbearbeitung, Pflanzen, Installation des Bewässerungssystems nur einmal während des Kulturzyklus ausgeführt. Für die Versuche wurde als Bewässerungstechnik die Tröpfchenbewässerung eingesetzt, um der starken Verunkrautung der Versuchspartzellen vorzubeugen. Bei Versuchen mit Beregnung ergab sich ein hoher Handarbeitsaufwandes durch das Auftreten von *Cyperus rotundus*.

Tab. 1: Arbeitszeitermittlung für einzelne Arbeitsschritte beim Anbau von Stevia rebaudiana

	Arbeitsschritte	Mh/ha <sup>1</sup>	AKh/ha <sup>2</sup>
1.	<b>Grundbodenbearbeitung</b>		
	- Tiefpflügen (2x über Kreuz)	17,5	17,5
	- Pflügen	2,3	2,3
	- Scheibenegge (3x)	9,0	9,0
	- Rotorvator	1,8	1,8
		40,5	40,5
2.	<b>Pflanzungvorbereitung</b>		
	- Anlegen eines falschen Saatbeetes (Aufbau und Abbau der Beregnungsanlage, und Beregnungskontrolle)		19,5
	- Ausbringung von Voraufdauerherbiziden	2,1	2,1
	- Ausbringung von Nachaufdauerherbiziden	2,1	2,1
	- Rotorvator	5,4	5,4
3.	<b>Pflanzung</b>		
	- Glatziehen der Pflanzfläche	1,8	1,8
	- Abladen der Jungpflanzenkisten (ca. 320 Kisten)		1,0
	- Verteilung der Kisten auf dem Feld und Einsammeln der leeren Kisten bei Hand-Pflanzung		10,0
	- Verteilung und Einsammeln der Kisten bei Setzen mit Pflanzmaschine		2,0
	- Pflanzung von Hand		429,0 – 448,0
	- Pflanzung mit Setzmaschine, dreireihig	15,0	60,0
	Arbeitsschritte	Mh/ha <sup>1</sup>	AKh/ha <sup>2</sup>
4.	<b>Unkrautkontrolle</b>		
	- Unkrautkontrolle per Hand während der Vegetationszeit bei Auftreten von perennen Gräsern		825,0
	- Unkrautkontrolle per Hand während der Vegetationszeit ohne das Auftreten von perennen Gräsern		468,0
	- Unkrautkontrolle per Hand nur in der Pflanzenreihe		250,0
	- Unkrautkontrolle per Hand nach Ende der Vegetationsruhe		438,0
	- Unkrautkontrolle mit einem Reihen-Mähgerät	8,5	8,5
	- Unkrautkontrolle in der Reihen mit der Motorhacke	19,2	19,2
	- Unkrautkontrolle mit Traktor und Reihenfräse nach der Vegetationsruhe	4,0	4,0
	- Unkrautkontrolle mittels Rollhacke	1,5	1,5
	- Entfernen von Unkrautresten auf dem Feld mit Hand und Schubkarren		52,0
	- Entfernen von Unkrautresten mit Einsatz von Traktor gezogener Egge und Handarbeit	4,0	14,0
	- Herbizidapplikation mit Reihenbehandlungsgerät	4,0	4,0
	- Glatziehen der Reihen von Hand		57,6
5.	<b>Pflanzenbehandlungsmaßnahmen</b>		
	- Blattdüngung von Mikroelementdünger mit Rückenspritze und Einzelreihenbehandlung		132,0
	- Ausbringen von Pflanzenschutzmittel mit Rückenspritze und Mehrreihenbehandlung		12,0
	- Fertigation		60,0
	- Chemigation (Applizierung von Herbiziden, Insektiziden und von Fungiziden über Tropfleitung) je Behandlung		2,0
6.	<b>Bewässerung</b>		
	- Installation der Tropfleitungen von Hand		78,0
	- Installation der Tropfleitungen mechanisch		36,0
	- Kontrolle der Tropfleitungen		300,0
	- Kontrolle des Wasserfilters (1x pro Woche)		15,0
	- Kontrolle des Bewässerungssystems nach der Vegetationsruhe		52,0
	- Reinigung der Tropfleitung mit Säure		13,0
7.	<b>Ernte</b>		
	- Handernte je Schnitte		140,0
	- Maschinelle Ernte mit Vollernter	4,00	4,00

<sup>1</sup> = Maschinenstunde pro ha;

<sup>2</sup> = Arbeitskraftstunde pro ha

Die einzelnen Detailschritte für jeden Arbeitsgang sind zur Vereinfachung der Darstellung in Tabelle 2 zu Arbeitsschritten zusammen gefasst worden und umfassen: a) Pflanzen (Grundbodenbearbeitung, Pflanzvorbereitung, Transportarbeiten im Zusammenhang mit dem Pflanzen, Pflanzen), b) Installation der Bewässerung (Transport des Bewässerungsmaterials auf das Feld, Anschluss der Tropfleitungen an die Wasserverteilungen, Ausrollen der Tropfleitungen und Ausrichtung in der Pflanzenreihe); c) Unkrautkontrolle (per Hand oder Einsatz von mechanischen bzw. chemischen Verfahren), d) Bewässerung (Kontrolle der Leitungen, Filter und Reinigungsarbeiten). Die Bewässerung selbst war mit batteriebetriebenen Schaltuhren versehen und erfolgte automatisch. Die Kontrolle der Tropfleitungen erfolgte parallel zur Wassergabe. e) Pflanzenbehandlungsmaßnahmen (umfassen Düngung und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Diese waren sehr selten notwendig und wurden zusammen mit dem Bewässerungswasser verabreicht.)

Tab. 2: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs (AKh/ha) beim Anbau von *Stevia rebaudiana* bei unterschiedlichen Mechanisierungsstufen im ersten Kulturjahr

Mechanisierungsstufe	V1		V2		V3		V4	
	h/ha	%	h/ha	%	h/ha	%	h/ha	%
Grundbodenbearbeitung	8,5	0,5	8,5	0,8	8,5	1,0	8,5	2,6
Pflanzen	530,0	30,1	530,0	47,2	530,0	61,3	63,5	19,2
Unkrautbekämpfung	522,0	29,6	262,5	23,3	21,6	2,5	78,0	23,6
Bewässerung	214,5	12,2	214,5	19,1	214,5	24,8	103,0	31,1
Pflanzenbehandlungsmaßnahmen	60,0	3,4	90,0	8,0	72,0	8,3	60,0	18,1
Ernte und Transport	426,0	24,2	18,0	1,6	18,0	2,1	18,0	5,4
Total	1761,5	100	1123,5	100	864,6	100	331,0	100

### Handarbeitsstufe (V1)

Bei der Handarbeitsstufe entfallen auf drei Arbeitsgänge - Pflanzen, Unkrautbekämpfung, Ernte - ca. 84 % der gesamten notwendigen Arbeitszeit. Ab dem zweiten Kulturjahr reduziert sich der Arbeitskraftbedarf auf ca. 1223 AKh/ha. Aus den gewonnenen Zahlen liess sich ableiten, dass die Mechanisierung der Ernte eine deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des *Stevia*-Anbaus erlaubt. Im gemässigten Klima Mitteleuropas lässt sich eine Ernte pro Jahr erzielen, dagegen im Mittelmeerraum bis zu drei Ernten pro Jahr.

### Integrierte Unkrautbekämpfung (V2)

Bei der entwickelten integrierten Unkrautbekämpfung für *Stevia rebaudiana* wird die Handarbeit auf das Unkraut jäten in der Reihe reduziert. Dadurch vermindert sich der Arbeitskräfteeinsatz um 47 % bzw. 70 %. Zur Pflanzvorbereitung wird die Technik des „falschen Saatbeetes“ angewandt. Bis zur ersten Ernte werden Hackdurchgänge vermieden. Dies schützt die *Stevia*-Pflanzen vor mechanischer Beschädigung. Zwischen den Reihen kommen mechanische Unkrautbekämpfungsverfahren zum Einsatz wie z.B. die Reihenfräse, die Rollhacke, das Reihemähgerät oder die Motorhacke. Bei Auftreten von perennen Gräsern wie *Cyperus rotundus* und

*Cynodon dactylon* eignen sich mechanische Verfahren nur dann, wenn im Keimstadium eine Unkrautbekämpfung stattfindet. Andernfalls besteht die Gefahr, dass eine mechanische Unkrautbekämpfung die Bestockung anregt und dadurch die Bekämpfung der perennen Gräser erschwert. Der Handarbeitsaufwand sinkt ab dem zweiten Kulturjahr auf ca. 586 AKh/ha.

### **Chemische Unkrautbekämpfung bei *Stevia rebaudiana* (V3)**

Hier wird der Handarbeitsaufwand bei der Unkrautbekämpfung durch den Einsatz von chemischen Mitteln deutlich reduziert. Er sinkt um 96%. Neben der Anwendung der Technik des „falschen Saatbeetes“ werden Herbizide auch über die Tropfbewässerung ausgebracht. Der Einsatz von Voraufbauherbiziden über die Tropfbewässerung ersetzt das Unkraut jäten in der Reihe. Zwischen den Reihen ermöglicht das entwickelte Reihenbehandlungsgerät eine chemische Unkrautbekämpfung bis an die Pflanzenbasis ohne dass Herbizide auf die Blätter gelangen. Im zweiten Kulturjahr sinkt der Arbeitszeitbedarf auf ca. 326 AKh/ha. Während des Projektes wurden Herbizide getestet, so dass eine ausreichende Anzahl von Herbiziden für den praktischen Einsatz zur Verfügung stehen.

### **Vollmechanisierungsstufe (V4)**

Bei der Vollmechanisierung des *Stevia*-Anbaus wird das Setzen mit einer Pflanzmaschine vorgenommen. An Stelle des Einsatzes von chemischen Unkrautbekämpfungsmitteln wurde eine neue mechanische Methode entwickelt. Dadurch sinkt der Arbeitszeitbedarf auf ca. 259 AKh/ha ab dem zweiten Kulturjahr.

### **Zusammenfassung**

Im Rahmen des EU-Projektes wurden drei Anbausysteme für den *Stevia*-Anbau entwickelt: a) Integrierte Unkrautbekämpfung, b) chemische Unkrautbekämpfung und c) Vollmechanisierung. Im Gegensatz zur Handarbeitsstufe mit einem jährlichen Handarbeitszeitbedarf von 1762 AKh/ha, sinkt der Arbeitszeitbedarf beim Verfahren der integrierten Unkrautbekämpfung auf ca. 1124 AKh/ha. Beim Einsatz ausschliesslich chemischer Unkrautbekämpfung sinkt der Arbeitszeitbedarf auf 865 AKh/ha. Bei der Vollmechanisierungsstufe sinkt der Arbeitszeitbedarf dann auf nur noch auf 331 AKh/ha. Die Entwicklung der Vollmechanisierung ermöglichte eine Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs um ca. 80 %. Im Vergleich zum Tabakanbau würde die Anbaumethode mit integrierter Unkrautbekämpfung schon einen wirtschaftlichen Anbau ermöglichen ohne auf Subventionen angewiesen zu sein. Der Nettoertrag würde bei ca. 6000 €/ha liegen im Vergleich zum Tabakanbau mit ca. 2000 €/ha. Eine Vollmechanisierung würde den Nettoertrag auf ca. 9300 €/ha anheben. Durch die Einführung von *Stevia rebaudiana* als Ersatz zum Tabakanbau können sowohl gesundheitliche, wie sozial-ökonomische, umweltpolitische und auch regionalpolitische Ziele erreicht werden, ohne dass die betroffenen landwirtschaftlichen Betriebe Einbussen hinnehmen müssen.

## Résumé

### Relevés de temps de travail de quatre systèmes de culture de *Stevia rebaudiana*

Dans le cadre du projet UE, trois systèmes ont été développés pour la culture de *Stevia*: a) lutte intégrée contre les adventices, b) lutte chimique contre les adventices et c) mécanisation totale. Contrairement au procédé de travail manuel qui exige 1762 MOh/ha de travail manuel par an, le temps de travail nécessaire descend à environ 1124 MOh/ha en cas de lutte intégrée contre les adventices. En cas de lutte chimique exclusive contre les adventices, le temps de travail nécessaire chute à 865 MOh/ha. Enfin, en cas de mécanisation totale, le temps de travail nécessaire baisse encore et n'est plus que de 331 MOh/ha. Le développement de la mécanisation totale a permis une réduction du temps de travail nécessaire d'env. 80 %. Contrairement à la culture du tabac, la méthode avec lutte intégrée contre les adventices permettrait déjà une culture rentable sans devoir dépendre des subventions. Le rendement net s'élèverait à env. 6000 €/ha par rapport à env. 2000 €/ha pour le tabac. Une mécanisation totale ferait passer le rendement net à 9300 €/ha. L'introduction de *Stevia rebaudiana* pour remplacer les cultures de tabac permet d'atteindre des objectifs sanitaires, socio-économiques, politico-environnementaux et politico-régionaux, sans que les exploitations agricoles concernées soient obligées d'encaisser des pertes de revenus.

## Summary

### Recording working-time requirements of four *Stevia rebaudiana* cultivation methods

Within the scope of an EU project, three different *Stevia* cultivation methods were developed, involving a) integrated weed control, b) chemical weed control and c) full mechanization. Manual work required 1762 MPh/ha, whereas the method with integrated weed control only required about 1124 MPh/ha. When chemical weed control was applied exclusively, working time dropped to 865 MPh/ha. Finally, full mechanization only required 331 MPh/ha, corresponding to a total working-time reduction of about 80 %. Unlike tobacco cultivation, *Stevia* cultivation, even using the integrated weed control method, allows for a profit not dependent on subsidies; the net profit for *Stevia* would amount to about 6000 €/ha, compared to only about 2000 €/ha for tobacco. Full mechanization would further increase the net profit to about 9300 €/ha.

Cultivating *Stevia rebaudiana* instead of tobacco would furthermore aid in the achieving of health, socio-economic, environmental and regional-policy aims without implying any financial sacrifices for the farmer.

## Literatur

Jeppesen, P.B. et al., 2002: Stevioside induces antihyperglycaemic, insulintropic and glucagonostatic effects in vivo: studies in the diabetic Goto-Kakizaki (GK) rats; *Phytomedicine* 9 p. 9-14.

Cheng, Y.W., 1999: Antihypertensive Effects of Isosteviol; M.S. Thesis, Department of Pharmacology, College of Medicine, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.

Kienle, U., 1993: Einfluss von Bewässerung und Schnittfolge auf den Ertrag von *Stevia rebaudiana* in Südspanien; Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Dissertation. Heft 84.

### Danksagung:

Wir möchten an dieser Stelle der Europäischen Kommission danken, die das Projekt FAIR5-3751: "Optimized production and harvesting technique of the alternative crop *Stevia rebaudiana* BERTONI" finanziert hat. Der Beitrag gibt nur die Meinung der Autoren wieder und stellt nicht zwangsläufig die Ansicht der EU-Kommission dar.

# **Erfahrungen mit elektronischen Hilfsmitteln zur Durchführung von Arbeitszeitbeobachtungen in modernen Haltungssystemen für Mastschweine**

*Eberhard Hartung, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, D-70599 Stuttgart*

## **Projekthintergrund**

Die bisherigen Kalkulationsmodelle zum Arbeitszeitbedarf in der Mastschweinehaltung müssen dringend an die wesentlichen Veränderungen bei den Haltungsverfahren, welche durch die neuen rechtlichen Rahmenbedingungen in Deutschland bedingt sind sowie an die Weiterentwicklung von Haltungstechnik und Betriebsmanagement angepasst werden. Hieraus ergab sich der Bedarf einer grundlegenden Überprüfung und Ergänzung vorhandener Daten zum Arbeitszeitbedarf in der Mastschweinehaltung auf Basis einer einheitlichen und aktuellen Datengrundlage. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden im Rahmen eines KTBL-KU-Projektes die nachfolgenden Arbeitsschwerpunkte bearbeitet:

- verfahrenstechnische und arbeitswirtschaftliche Beschreibung der zu untersuchenden modernen Haltungsverfahren für Mastschweine;
- Auswahl von Untersuchungsbetrieben;
- Erhebung und Aufbereitung von Arbeitszeitdaten mittels Betriebstagebücher und Arbeitszeitmessungen.

Von den insgesamt 18 ausgewählten Untersuchungsbetrieben wurden auf 15 Betrieben für mindestens vier bis maximal zwölf Wochen Arbeitszeittagebücher geführt. Auf 13 Betrieben wurden direkte Arbeitszeitbeobachtungen zu mindestens drei verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt.

## **Benutzte Hard- und Software**

Zur Dokumentation der Arbeitszeitbeobachtungen wurden zwei robuste, staub- und spritzwassergeschützte Handheld-PC (schock- und vibrationsresistent gemäß Militär-Standards MIL STD 810F; IP 54 Rating) des Typs „HUSKY fex<sup>21</sup>“ (92 MHz MIPS 3000 Family Prozessor, 32 MB SDRAM) eingesetzt, welche mit einem 6,5“ großen Touchscreen Display (Mono-LCD) inklusive Hintergrundbeleuchtung und dem Betriebssystem „Win CE Handheld PC Professional“ ausgestattet sind (Abbildung 1). Die Akkubetriebszeit (Li-Ionen) der verwendeten Geräte liegt (inklusive Betrieb der Hintergrundbeleuchtung) bei ca. 4 Stunden. Des Weiteren verfügen die Handhelds über eine gummibeschichtete fluoreszierende Tastatur. Das Gerätegewicht beträgt 750 g inklusive Batterien und die Maße betragen 19 x 15,5 x 3,7 cm. Der Datenaustausch mit anderen elektronischen Datenträgern kann wahlweise über Flash-Memory-Karten, RS232 oder Soft-Modem erfolgen (2 RS232, IrDA 115 kbps, 33,6 kbps PSTN soft modem mit RJ-11-Anschluß).

Der Gerätepreis beträgt je nach Ausstattung zwischen ca. 2.500 bis 2.800 € (technisch überarbeitete Geräte aus Leasingrückkäufen können für Preise von bis zu 1/5 des Neupreises erworben werden).

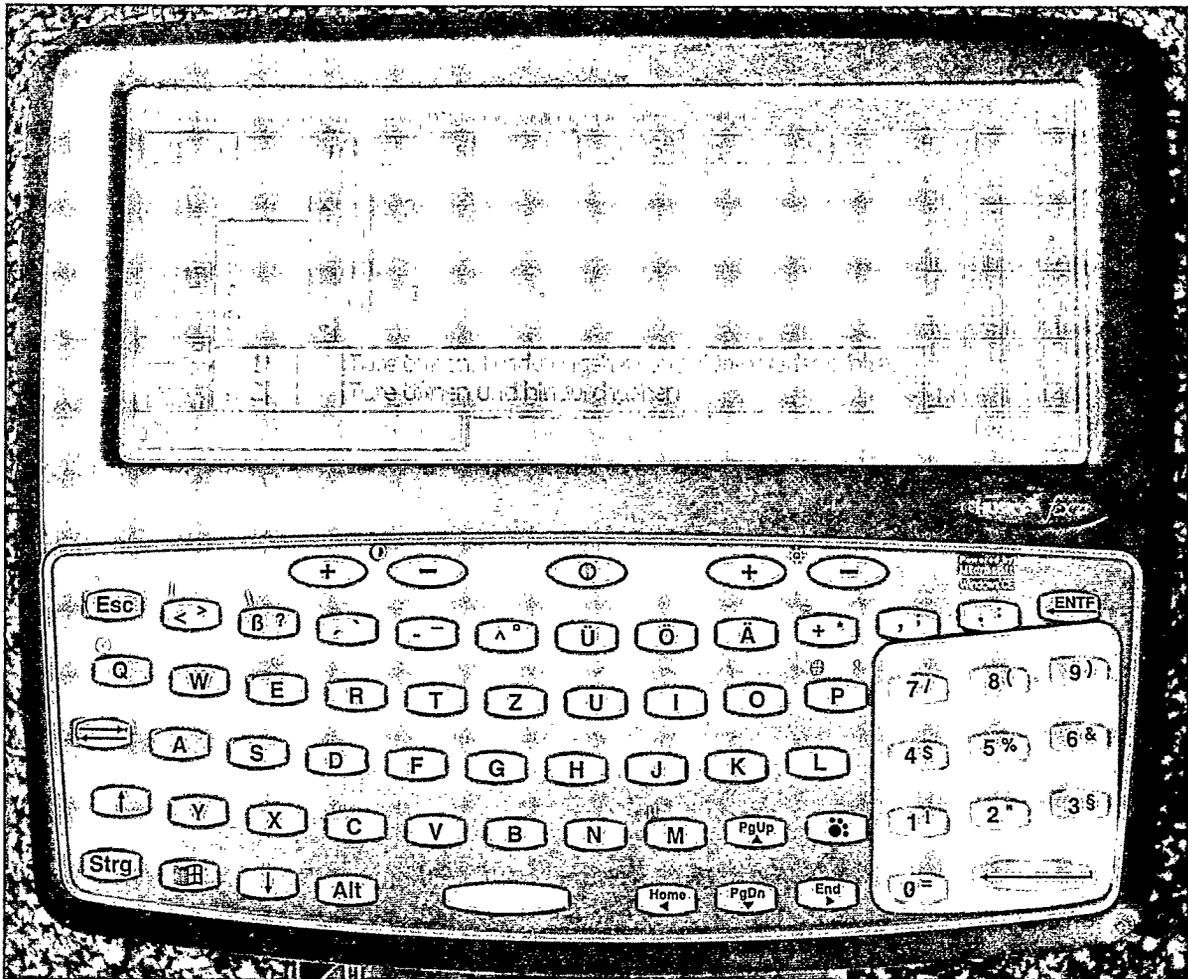


Abb. 1: Handheld-PC Typ „HUSKY fex<sup>21</sup>“

Zur Durchführung von Arbeitszeitstudien wurden die Handhelds in Kombination mit der Software „easy-timer“ genutzt, welche aus dem umfangreichen „easy“-Softwarepaket stammt (Hersteller/Anbieter: <http://www.ing-buero-weber.com>). Die genutzte „easy-timer“-Software stellt die minimale Software Grundausstattung dar, welche zur Erfassung, Auswertung und Datenübertragung in Standardsoftware wie z.B. Microsoft Access oder Microsoft Excel zwingend notwendig ist und besteht aus zwei Programmen:

- „easy-timer (TimerPC)“ für DOS, Windows 95, 2000, NT und Windows CE zur Aufnahme der Zeitstudie bzw. Arbeitsbeobachtung und einer (Erst-)Auswertung;
- „WinTimer“ für Windows 9x und NT zur Bearbeitung der Zeitstudien aus „easy-timer“ für DOS oder für Windows CE mit Schnittstellen zu Standardsoftware (s.o.) und PPS-Systemen.

Die menügeführte „TimerPC“ Software unter MS-Windows CE ermöglicht die in Ablaufabschnitte gegliederte Erfassung von Arbeitsvorgängen und unterstützt die Eingabe per Stift und

Touchscreen (bzw. Maus), PC-Tastatur, Zahleneingabe oder einen Barcodeleser. Die Zeitwerte und der Leistungsgrad sind während der Messung alternativ zu erfassen. Darüber hinaus können während der Erfassung Bezugsmengen für zyklische und nicht zyklische Ablaufabschnitte bzw. Arbeitselemente eingegeben und ebenso online dargestellt werden, wie statistische Kennwerte (n, Epsilon, Standardabweichung, etc.). Die mit der Software erstellte Urdatendatei ist unveränderbar. Für eine weitergehende Aufbereitung und Auswertung der Urdaten (Rohdaten und/oder teilaufbereitete Daten) sowie ihren Import in eine Standardsoftware wie z.B. Excel wird die „WinTimer“ Software zwingend benötigt, welche jedoch nicht auf Windows CE lauffähig ist.

## **Erfahrungen mit der Hard- und Software**

Bevor die Erfahrungen mit der in Abschnitt 2 beschriebenen Hard- und Software bei der Durchführung von Arbeitszeitbeobachtungen in Mastschweinställen näher beschrieben und bewertet werden, wird in knapper Form auf die Voraussetzungen eingegangen, welche im Vorlauf von Untersuchungen und vor den jeweiligen Arbeitszeitbeobachtungen beachtet werden sollten.

Im Vorlauf von Arbeitszeitbeobachtungen ist zunächst eine klare und detaillierte modellhafte Beschreibung der zu erwartenden Arbeitsabläufe und Arbeitsablaufabschnitte bzw. Arbeitselemente (inklusive deren exakter Beginn und Ende), der auf sie wirkenden Einflussgrößen und deren Codierung zu erstellen. Nach der Auswahl repräsentativer Erhebungssituationen sind diese verfahrenstechnisch und arbeitswissenschaftlich zu beschreiben und entsprechend angepasste Messprotokolle und -pläne zur späteren Dokumentation der Untersuchungsbedingungen zu erstellen. Im Anschluss daran sind Probemessungen unter „realen Bedingungen“ sinnvoll, da durch sie die Zeitaufnehmer in der Bedienung der Hard- und Software im Praxiseinsatz Routine gewinnen, die angenommenen Arbeitsabläufe, Arbeitsablaufabschnitte und die darauf einwirkenden Einflussgrößen auf deren Tauglichkeit überprüft werden können und eine eventuelle Anpassung der erstellten Codierung, Messprotokolle und Messpläne erfolgen kann.

Auch bei der Verwendung von elektronischen Hilfsmitteln zur Durchführung von Arbeitszeitbeobachtungen ist es notwendig, die zu nutzende Codierung für die einzelnen Ablaufabschnitte auswendig zu können, um die Beobachtungen effektiv durchführen zu können. Vor Beginn der jeweiligen Arbeitszeitstudie ist die Funktionstüchtigkeit der Hardware (insbesondere der Akkustand) sowie die Unterlagen zur Dokumentation der aktuellen Messbedingungen zu überprüfen und diese in den entsprechenden Protokollen festzuhalten (Randbedingungen, Arbeitspersonen, Arbeitsmittel/-geräte, etc.). Da die elektronischen Erhebungsvorlagen (Studiengerüste) effektiv nur mit dem nicht unter Windows CE laufenden Programm „WinTimer“ erstellt werden können, sollten diese vorher am stationären PC oder aber mit einem zur Messung verfügbaren Laptop erstellt werden und dann auf den Handheld-PC übertragen werden.

Unter den typischen Erhebungsbedingungen in Tierställen bewährte sich die Robustheit der benutzten Hardware sehr gut. Weder durch mehrmaliges Hinfallen auf Betonboden aus mehr als einem Meter Höhe, noch durch staubige und feuchte bzw. nebelige Bedingungen (wie z.B.

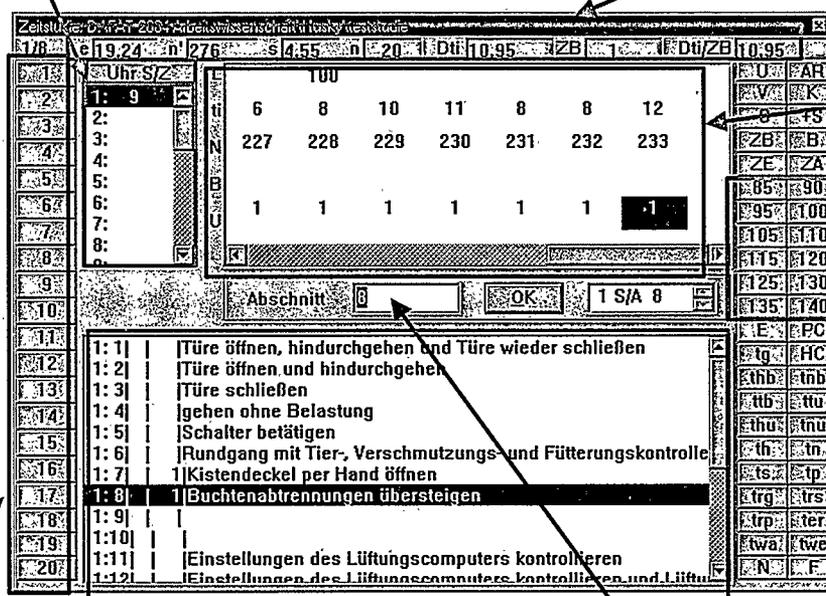
beim Erfassen von Reinigungsmaßnahmen mit Hochdruckdampfstrahlern) kam es zu Geräteausfällen. Die spritzwassergeschützte Ausführung erwies sich ebenso beim Reinigen und Desinfizieren des Geräts als sehr vorteilhaft. Lediglich der Touchscreen zeigte sich nicht völlig kälteresistent, so dass er nach einer im PKW liegenden frostigen Nacht ca. 15 min „Aufwärmzeit“ benötigte, bevor er seinen Dienst wieder aufnahm. Bei den teilweise nicht idealen Lichtbedingungen in Stallgebäuden zeigte sich die Hintergrundbeleuchtung und die fluoreszierende Tastatur als zwingend notwendig. Die Bildschirmgröße des Handhelds (6,5“) stellt das Mindestmaß für solche Anwendungen dar. Sowohl die Akkubetriebszeit als auch die Speicherkapazität des Gerätes waren für die durchgeführten Untersuchungen ausreichend. Durch das geringe Gewicht des Huskys konnte er während der Messungen auf ein Klemmbrett, welches als Halterung für den jeweiligen Stallplan genutzt wurde, aufgesteckt werden, so dass gleichzeitig die Bedienung des Handhelds und die Dokumentation der Arbeitswege und eventueller Besonderheiten möglich war. Die Halterung für den Touchscreenstift erwies sich im praktischen Einsatz als umständlich. Die Möglichkeiten zum Datenaustausch sind, wie in Abschnitt 2 beschrieben, vielfältig. Es kann aber durchaus vorkommen, dass z.B. eine Ethernetkarte nicht mit allen Baureihen des „HUSKY fex<sup>21</sup>“ kompatibel ist.

Die leicht zu installierende „easy-timer (TimerPC)“ Software läuft sehr stabil, jedoch ist die mitgelieferte Softwarebeschreibung bzw. Bedienungsanleitung ungenügend. Die Eingabe der Zahlencodes für die entsprechenden Ablaufabschnitte erfolgte bei den durchgeführten Untersuchungen i.d.R. über die Tastatur-Zahleneingabe, wohingegen die Eingabe von Leistungsgraden und Bezugsmengen mit dem Stift bzw. der Stift-Tastaturkombination eingegeben wurden. Als sehr praktikabel erwiesen sich die gesonderten Menütasten zur Eingabe von Unterbrechungen, Ausreißern und Bezugsmengen und die Online-Anzeige von statistischen Kennwerten während der Messung. Es wäre jedoch wünschenswert, wenn die Taskleisten bzw. -blöcke der Benutzeroberfläche individuell gestaltet und zusammengestellt werden könnten, da die Oberfläche – insbesondere für „Neunutzer“ – zunächst überladen wirkt (Abb. 2).

Die mit „TimerPC“ erhobenen Urdaten bleiben unveränderbar, was insbesondere vor dem Hintergrund zunehmender Qualitätssicherungsaspekte positiv zu bewerten ist. Für die weitere Aufbereitung und Auswertung der Rohdaten ist deren Übertrag in das „WinTimer“ Programm notwendig. Hier kann eine nachvollziehbare Datenbereinigung wie z.B. das Kennzeichnen und Ausschließen von Ausreißern nachträglich erfolgen. Die jeweiligen zu berechnenden statistischen Kennwerte werden in Abhängigkeit von den Bedingungen (z.B. liegen zyklische oder nicht zyklische Ablaufabschnitte vor) automatisch berechnet. Sollen die Daten in andere Standardsoftware übertragen werden, so ist dies grundsätzlich mit „WinTimer“ problemlos möglich. Hierbei können jedoch entweder nur die Rohdaten ohne statistische Berechnungen oder nur die Ergebnisse der Berechnungen ohne Rohdaten übertragen werden. Liegen nun weitere Datennutzer bzw. Auftraggeber vor, die nicht über die „easy-timer“ Software verfügen so hat dies zur Folge, dass nur die Rohdaten in eine Standardsoftware wie z.B. Excel übertragen und erst dort weiter aufbereitet werden, damit diese dann als „elektronisches Gesamtpaket“ allgemein verfüg- und nachprüfbar vorliegen. Das heißt, dass die guten Auswertemöglichkeiten des „WinTimer“ in diesen Fällen nicht oder nur marginal genutzt werden können.

Uhrenstart/-anzeige

Statistikleiste



Messdaten-zeile

Eingabe LG's

Stifteingabe Ablaufabschnitte

Textbeschreibung Ablaufabschnitte

Zahleneingabe Ablaufabschnitte

Abb. 2: Benutzeroberfläche der „easy-timer (TimerPC)“ Software zur Erhebung von Arbeitszeitstudien

## Fazit

Insgesamt konnten sich die eingesetzten Handhelds des Typs „HUSKY fex<sup>21</sup>“ zur Durchführung von Arbeitszeitstudien in Mast Schweineställen sehr gut bewähren und sie ermöglichen in Kombination mit der unter Windows CE laufenden funktionssicheren Erfassungssoftware „easy-timer (TimerPC)“ eine fehlerfreie und komfortable Datenerhebung, wenn auch die Softwarebeschreibung als unzureichend eingestuft werden kann. Bei den Erhebungen erwiesen sich die Eingabemöglichkeiten während der Messungen (z.B. von Bezugsmengen oder Leistungsgraden) sowie die Online-Darstellung von statistischen Kennwerten als hilfreich. Eine individuelle Gestaltbarkeit der Taskleisten und der Benutzeroberfläche könnte Neueinsteigern mehr Übersichtlichkeit und erfahrenen Nutzern mehr Gestaltungsmöglichkeit geben. Die mit der Softwarenutzung einhergehende Unveränderbarkeit der erhobenen Urdaten stellt eine erhebliche Qualitätssicherungsmaßnahme dar. Mit der „WinTimer“ Software können – jedoch nur unter Windows und nicht unter Windows CE – die Rohdaten zwar sehr effektiv aufbereitet und bearbeitet werden, doch die Formatkompatibilität, der Import und Export von Rohdaten in Kombination mit den ausgewerteten Daten (inklusive der jeweiligen Berechnungsformeln) in und aus der Standardsoftware ist verbesserungswürdig.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass vor dem Hintergrund von fehlerfreien, standardisierten und komfortableren sowie besser zur Qualitätssicherung nutzbaren Erhebungen von Zeitstudien der vermehrte Einsatz elektronischer Hilfsmittel unverzichtbar ist. Es besteht jedoch

der Bedarf an einer Art beschreibender Leitfaden (Qualitätssicherungsleitfaden) der Hinweise, Anforderungen und Voraussetzungen sowie statistische Hintergründe zur Planung, Durchführung und Auswertung von Erhebungen und darüber hinaus eine Übersicht verwendbarer Hard- und Software sowie die daran anzulegenden grundsätzlichen Anforderungen gibt.

## Zusammenfassung

Für die Arbeitszeitbeobachtungen wurden robuste Handheld-PCs des Typs „HUSKY fex 21“ eingesetzt (6.5" Touchscreen; Betriebssystem „Win CE“). Die eingesetzten Geräte bewährten sich bei Arbeitszeitstudien in Mastschweineeställen sehr gut, da sie über ein geringes Gewicht, einen Spritzwasser- und Staubschutz, eine Hintergrundbeleuchtung, eine fluoreszierende Tastatur, eine ausreichende Akkubetriebszeit und Speicherkapazität sowie vielfältige Möglichkeiten zum Datenaustausch verfügen. Zur Erfassung von Zeitstudien diente das stabil laufende „easy-timer (TimerPC)“ Programm. Die Eingabe der Zahlencodes erfolgte i.d.R. über die Tastatur-Zahleneingabe, wohingegen die Eingabe von Leistungsgraden und Bezugsmengen mit dem Stift bzw. der Stift-Tastaturkombination eingegeben wurden. Als sehr praktikabel erwiesen sich die gesonderten Menütasten zur Eingabe von Unterbrechungen, Ausreißern, Bezugsmengen und die Online-Anzeige von statistischen Kennwerten während der Messung, nur ist das Bedienfeld nicht individuell gestaltbar. Mit dem „WinTimer“ Programm können Rohdaten effektiv aufbereitet werden. Der Export von Rohdaten und ausgewerteten Daten (inkl. Berechnungsformeln) in Standardsoftware ist jedoch verbesserungswürdig. Für fehlerfreie, standardisierte (Qualitätssicherung) und komfortable Erhebungen von Zeitstudien ist der vermehrte Einsatz elektronischer Hilfsmittel unverzichtbar.

**Schlüsselwörter:** elektronische Hilfsmittel, easy-timer, HandheldPC, Arbeitszeiterhebungen, Mastschweinehaltung

## Résumé

### **Systèmes de détention modernes des porcs à l'engrais: expériences réalisées avec les outils électroniques d'observation du temps de travail**

Les observations des temps de travail ont été réalisées avec des PC handhelds robustes „HUSKY fex 21“ (écran tactile 6.5"; système d'exploitation „Win CE“). Les appareils utilisés ont fait leurs preuves lors des études de temps de travail effectuées dans des porcheries d'engraissement : ils sont très légers, ils sont protégés des éclaboussures et de la poussière, ils possèdent un fond éclairé, un clavier fluorescent, une autonomie suffisante sur batteries, une capacité de mémoire appropriée, ainsi que de nombreuses possibilités d'échanges de données. Les études de temps ont été saisies à l'aide du programme „easy-timer (TimerPC)“ qui fonctionne de manière stable. Le code chiffré était en général saisi à l'aide du clavier, tandis que les niveaux de performance et les unités de référence étaient entrées à l'aide du stylo ou en combinant stylo et clavier. Les touches du menu permettant d'entrer les interruptions, les valeurs aberrantes, les unités de

référence et l'affichage online de paramètres statistiques pendant la mesure se sont avérés très pratiques. Le seul inconvénient, c'est que le champ de commande ne peut pas être configuré de manière individuelle. Le programme „WinTimer“ permet de traiter les données brutes. L'exportation de données brutes et de données mises en valeur (formules de calcul comprises) vers des logiciels standard a toutefois encore besoin d'être améliorée. Mais pour effectuer confortablement des études de temps, de manière standard et sans erreur (assurance qualité), les outils électroniques deviennent incontournables.

## Summary

### **Experiences with electronic tools used to record working-time in modern housing systems for fattening pigs**

In the present study, rugged HUSKY fex 21 handhelds (6.5" touch screen, Windows CE operating system) were used to record working time. The devices proved to be very suitable for working-time investigations in fattening-pig husbandry, given their low weight, protection against sprayed water and dust, backlight display, fluorescent keypad, sufficient battery life, and memory, as well as the various options for data exchange. The stable-running 'easy-timer (TimerPC)' software was used to record working time. In general, numerical codes were entered via the keypad, whereas work performance and scale units were entered by pen, or a combination of pen and keypad. Separate menu buttons proved useful for entering interruptions, outliers and scale units, and for displaying statistical data during measurement, although the graphical user interface cannot be configured individually. The "WinTimer" software enables raw data to be analyzed efficiently. The functions for exporting raw- and analyzed data (including formulas) to standard software, however, could stand some improvement. The use of electronic devices has become indispensable for conducting precise, standardized (quality assurance) and convenient working-time studies.

**Keywords:** electronic devices, easy-timer, handheld, working-time studies, fattening-pig husbandry

# Arbeitszeitermittlung für das Betriebsmanagement – ein kausal-empirischer Ansatz

*Christoph Moriz, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen*

## Einleitung

Bedingt durch die voranschreitende Mechanisierung der Feld- und Hofarbeiten hat der Zeitbedarf für das Betriebsmanagement in Relation zur Gesamtarbeitszeit erheblich zugenommen. Die Arbeiten im Rahmen der Betriebsführung nehmen auf landwirtschaftlichen Betrieben eine zentrale Stellung ein. Allerdings entspricht das diesbezüglich für Planungszwecke zur Verfügung stehende Datenmaterial weder im Umfang noch in der Qualität der Bedeutung von Betriebsführungsarbeiten. Während die direkt produktionsbezogenen Arbeiten (z.B. Melken, Pflügen) sehr genau und differenziert erfasst und berechnet werden können, fehlt für die Betriebsführung eine geeignete Systematisierung der entsprechenden Arbeiten. Darüber hinaus erfordert die Datenerfassung in diesem Zusammenhang die Entwicklung und Erprobung neuer methodischer Ansätze.

## Systematik

Grundlage für die Abbildung und Berechnung des Arbeitszeitbedarfs für die Betriebsführung in einem Modell ist die entsprechende Gliederung der Managementarbeiten auf dem Landwirtschaftsbetrieb (Abb. 1).

Dabei ist davon auszugehen, dass innerhalb jedes Produktionsverfahrens ein gewisser Anteil an Managementtätigkeiten und Sonderarbeiten auftritt und zu erledigen ist. Eine erste Differenzierung erfolgt in einen zuteilbaren und in einen nicht zuteilbaren Bereich. Nicht zuteilbare Arbeiten im Rahmen der Betriebsführung beziehen sich stets auf die Ebene des Gesamtbetriebes, während die zuteilbaren Tätigkeiten entweder einem Produktionsverfahren (z.B. Milchviehhaltung), einem Betriebszweig (z.B. Rindviehhaltung) oder einem Betriebsbereich (z.B. Innenwirtschaft) direkt zugeordnet werden können.

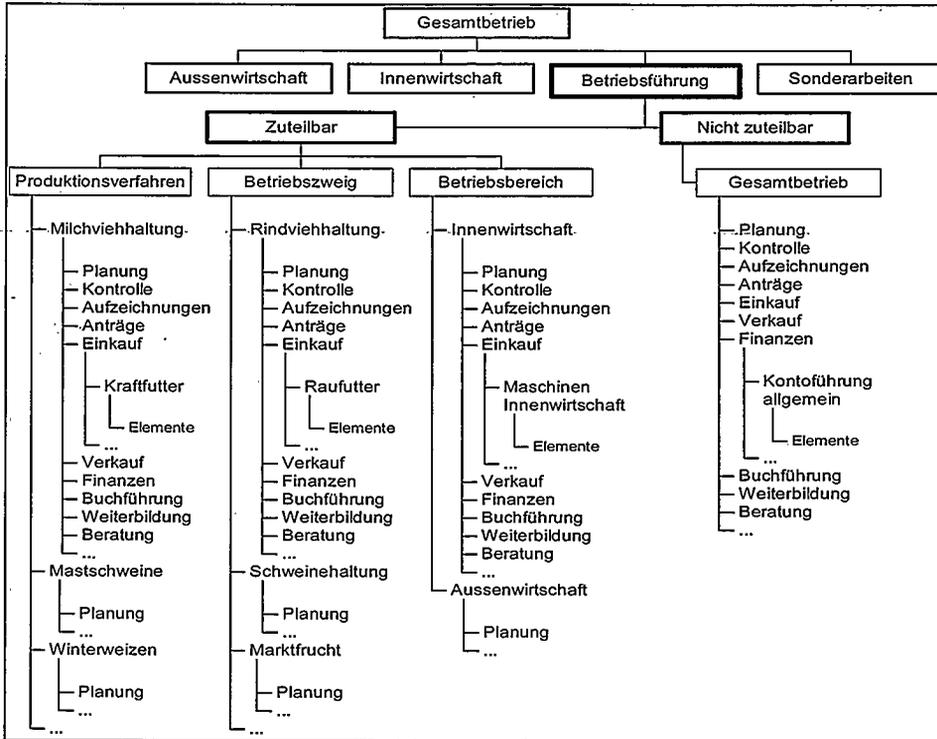


Abb. 1: Modellorientierte Gliederung der Managementarbeiten auf dem Landwirtschaftsbetrieb

Ziel muss es dabei sein, den überwiegenden Anteil an Managementarbeiten direkt einem Produktionsverfahren zuteilen zu können und den Umfang an nicht zuteilbaren Arbeiten so gering wie möglich zu halten. Somit sollten Managementaufgaben zukünftig nicht mehr ausschliesslich gesamtbetrieblich betrachtet, sondern vielmehr als zusätzliches Arbeitsverfahren innerhalb der einzelnen Produktionsverfahren interpretiert werden (Abb. 2). Dem Problem der Zuteilbarkeit, wie man es auch von der Verteilung der Gemeinkosten her kennt, kann hierdurch entgegengewirkt werden. Analog zu den Arbeiten innerhalb der Betriebsführung wird diese Gliederung und Zuteilung auch für die Sonderarbeiten vorgenommen. Eine derartige systematische Unterteilung von Management- und Sonderarbeiten gewährleistet letztendlich die erforderliche Differenzierung für die entsprechende Datenerfassung und -auswertung sowie die modellbasierte Darstellung und Berechnung des Arbeitszeitbedarfs.

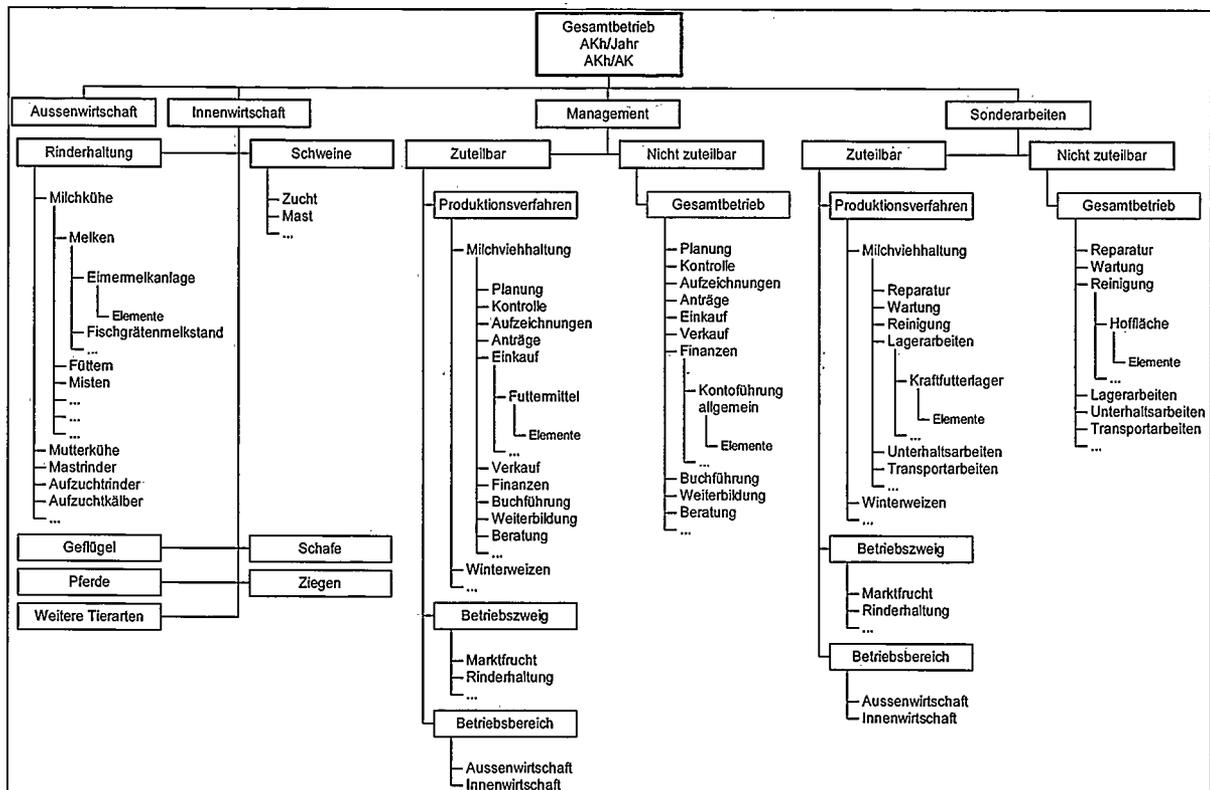


Abb. 2: Eingliederung der Management- und Sonderarbeiten in die Systematik „Arbeiten auf dem Landwirtschaftsbetrieb“

## Methodische Vorgehensweise

### Ausgangssituation

Die in bisherigen Untersuchungen angewendeten Methoden für die Erfassung von Managementarbeiten basierten meist auf empirischen Erhebungen oder der Erfassung mittels Tages- oder Wochenarbeitsblättern und liessen eine sehr differenzierte, auf einzelne Produktionsverfahren bezogene Betrachtung des Arbeitszeitbedarfs für die Betriebsführung meist nicht zu, sondern beschränkten sich überwiegend auf eine gesamtbetriebliche Betrachtungsweise.

Gerade bei der Berechnung des Gesamtarbeitszeitbedarfs für einzelne Produktionsverfahren stellt sich also nach wie vor das Problem der Zuteilung der gesamtbetrieblich ermittelten Arbeitszeiten für die Betriebsführung. Ebenso lässt eine nur sehr wenig differenzierte Form der Datenerfassung weder die Erstellung von Planzeitelementen noch die Angabe von Einflussgrößen zu. Diese Daten bilden aber die Grundlage für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs innerhalb eines Modells. Ausgehend von dieser Problematik stellt sich an einen neuen methodischen Ansatz der Arbeitszeitermittlung für Betriebsführungsarbeiten grundsätzlich die Anforderung, sowohl Planzeitelemente und Einflussgrößen ermitteln als auch in ein Modell integrieren zu können.

## Kausal-empirischer Ansatz

Die nachfolgend beschriebene Methode (Abb. 3) trennt strikt zwischen der Erfassung von Einflussgrößen [EFG] und der Ermittlung von Planzeitelementen [PZE]. Für die Erhebung der EFG ist eine empirische Erhebung vorgesehen, wobei die Entscheidung zu Gunsten einer persönlichen Befragung oder des Versandes von Fragebogen zu treffen ist. Diese separate Erfassung der EFG hat für die befragten Personen den Vorteil, dass sie lediglich die EFG selbst benennen bzw. beziffern müssen, unabhängig davon, wie viel Zeit sie für die entsprechende Tätigkeit aufgewendet haben. So gibt der Landwirt beispielsweise die Anzahl der eingegangenen Rechnungen und nicht den Arbeitszeitbedarf für die Rechnungsbearbeitung während eines ganzen Jahres an.

Für die Ermittlung der Planzeitelemente ist die Durchführung von Arbeitsversuchen vorgesehen, wobei die Arbeitsversuche sowohl mit verschiedenen Versuchspersonen als auch innerhalb mehrerer Durchgänge wiederholt werden sollen.

## Modellbildung und Evaluierung

Die so gewonnene Datengrundlage [EFG und PZE] bildet die Basis für die Erstellung des Datenmodells A1 (Tab. 1) und eine erste Berechnung des Arbeitszeitbedarfs für die Betriebsführungsarbeiten. Die PZE werden mit den entsprechenden EFG multipliziert und anschliessend erfolgt die Addition zur Gesamtarbeitszeit für Managementtätigkeiten innerhalb einzelner Produktionsverfahren, Betriebszweige, Betriebsbereiche oder auf Ebene des Gesamtbetriebes. Zudem ermöglicht dieses Datenmodell eine betriebspezifische Variationsmöglichkeit durch die Veränderung der EFG und somit eine individuelle Form der Planungsrechnung.

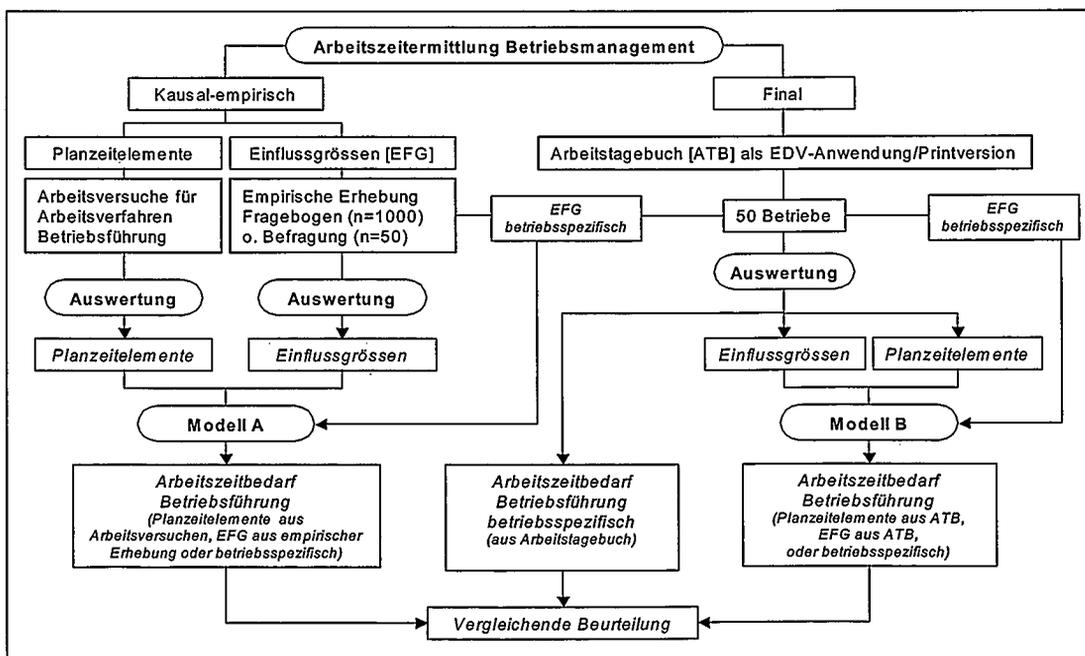


Abb. 3: Methodische Vorgehensweise bei der Arbeitszeitermittlung für Betriebsführungsarbeiten

Parallel zu dieser methodischen Vorgehensweise soll die Arbeitszeit für die Betriebsführung auf etwa 50 Betrieben zusätzlich final in Form von Arbeitstagebüchern erhoben werden. Sinn und Zweck hierbei ist es, durch eine abschliessende vergleichende Beurteilung die neue Methode auf deren Anwendbarkeit hin zu überprüfen. Der Gesamtarbeitszeitbedarf wird dabei zum einen durch Addition aus den Arbeitstagebüchern berechnet (Tab. 1: Summenbildung Arbeitstagebuch). Zum anderen wird angestrebt, EFG und PZE aus den Arbeitstagebüchern zu ermitteln, um diese anschliessend in ein Modell B1 integrieren und den Arbeitszeitbedarf ebenfalls modellhaft berechnen zu können.

Tab. 1: Übersicht der einzelnen Auswertungen und Modelle

		Planzeitelemente		Vergleichende Beurteilung
		Arbeitsversuch	Arbeitstagebuch	
Einflussgrössen	Empirische Erhebung	Modell A1	(Modell B3)	Ergebnisse A1
	Betriebsspezifisch	Modell A2		Ergebnisse A2
			Modell B2	
	Arbeitstagebuch	(Modell A3)	Modell B1	Ergebnisse B1
	Arbeitstagebuch		Summenbildung Arbeitstagebuch	Ergebnisse Arbeitstagebuch

Der aus der empirischen Ermittlung der EFG stammende Fragebogen wird auf diesen etwa 50 Betrieben nochmals zur Erfassung der EFG angewendet. Die so betriebsindividuell erhobenen EFG können in die entsprechenden Modelle integriert werden und ergeben die Datenmodelle A2 und B2 sowie daraus resultierend die jeweiligen Ergebnisse A2 und B2. Die somit zusätzlich gewonnenen Ergebnisse liefern eine weitere Möglichkeit für eine abschliessende vergleichende Beurteilung.

## Zusammenfassung

Die Arbeiten im Rahmen der Betriebsführung gewinnen in der Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung. Im Gegensatz zu den produktionsbezogenen Tätigkeiten steht im Bereich der Betriebsführung für die arbeitswirtschaftliche Planung Datenmaterial nur in geringem Umfang zur Verfügung, sodass für Planungszwecke zu treffende Aussagen schwierig zu formulieren sind. Ausgehend von einer Systematik für das gesamte Betriebsmanagement sollen für alle anfallenden Managementarbeiten mit Hilfe eines neuen methodischen Ansatzes Planzeitelemente und Einflussgrössen ermittelt werden. Dabei wird zwischen der Erfassung von Einflussgrössen [EFG] einerseits und der Ermittlung von Planzeitelementen [PZE] andererseits getrennt. Für die Erfassung der EFG ist eine empirische Erhebung vorgesehen. Die PZE sollen in Form von Arbeitsversuchen bestimmt werden. Die so gewonnene Datengrundlage bildet die Basis für die Berechnung der Arbeitszeit für die Betriebsführung mit Hilfe von Modellen.

Parallel zu dieser neuen methodischen Vorgehensweise soll die Arbeitszeit für die Betriebsführung mittels Arbeitstagebüchern erhoben und der Arbeitszeitbedarf durch Addition final bestimmt werden. Zusätzlich werden aus den Arbeitstagebüchern EFG und PZE ermittelt und ebenfalls in ein Modell integriert. Durch eine abschliessende vergleichende Beurteilung wird die neue Methode auf deren Anwendbarkeit hin überprüft.

## **Résumé**

### **Relevé du temps de travail pour la gestion d'exploitation – une approche causale et empirique**

Les travaux effectués dans le cadre de la gestion d'exploitation prennent une importance croissante dans l'agriculture. Contrairement aux activités liées à la production, la gestion d'exploitation dispose de peu de données pour planifier l'organisation du travail. C'est pourquoi il est difficile de formuler les conclusions nécessaires à la planification.

A partir d'une systématique appliquée à l'ensemble de la gestion d'exploitation, le projet a pour but d'établir des éléments de temps standards et des paramètres d'influence pour tous les travaux de management en s'appuyant sur une nouvelle approche méthodologique. Cette méthode distingue d'une part la saisie des paramètres d'influence et d'autre part le calcul des éléments de temps standards. La saisie des paramètres d'influence est prévue sur un mode empirique. Les temps standards, eux, doivent être déterminés sous forme d'essais de travail. L'ensemble des données ainsi obtenues forme la base de calcul du temps de travail pour la gestion d'exploitation à l'aide de modèles.

Parallèlement à cette nouvelle méthodologie, le temps de travail consacré à la gestion d'exploitation doit être enregistré à l'aide de carnets de travail, de manière à déterminer le temps de travail final par addition. Les carnets de travail permettent en outre de calculer des paramètres d'influence et des temps standards, puis de les intégrer également dans un modèle. Enfin, une évaluation comparative finale permettra d'estimer les possibilités d'application de la nouvelle méthode.

## **Summary**

### **Recording working time in farm management – a causal-empirical approach**

Farm-management activities are of growing importance in agriculture. In contrast to production-related tasks, however, there is little work-organization data available for farm-management activities, making it difficult to formulate reliable statements for work-planning purposes.

Based on a systematic farm-management system, the present study aims to identify target time elements and influencing factors for all farm management tasks by means of a new methodological approach. This method involves a separate recording of influencing factors, which are determined on the basis of an empirical analysis, and target time elements, which are quantified

within the scope of work experiments. The data collected is then used to calculate working time in farm management by means of calculation models.

At the same time, work journals should be kept to determine the actual time spent on farm management. In addition, influencing factors and target time elements are extracted from the work journals in order to integrate this data into the model. The applicability of the new method is validated by comparing the collected data.

## Literatur

Auernhammer, H., 1976: Eine integrierte Methode zur Arbeitszeitanalyse. KTBL-Schrift Nr. 03, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

Forster, R., 2002: Methodische und praktische Entwicklung eines Systems zur Planung dispositiver Arbeiten in landwirtschaftlichen Unternehmen. Dissertation TU München, Professur für Unternehmensforschung und Informationsmanagement. 141 S. + Anhang.

Hammer, W., 1976: Arbeitszeit- und Beanspruchungsfunktionen. KTBL-Schrift Nr. 202, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

Helmcke, B. und I. Röders, 1994: Arbeitszeitbedarf für Betriebsführung und allgemeine Betriebsarbeiten in Marktfruchtunternehmen mit einer Flächenausstattung von mehr als 100 ha LF. Studie im Rahmen des KTBL-Arbeitsprogramms „Kalkulationsunterlagen“.

# Arbeitszeitbedarf für Management und allgemeine Betriebsarbeiten in der Schweinehaltung

Franz Handler und Emil Blumauer, Bundesanstalt für Landtechnik, A-3250 Wieselburg

## Zielsetzung

Für den Arbeitszeitbedarf von Feldarbeiten und Arbeiten in der Tierhaltung gibt es umfangreiche Datensammlungen. Für den Bereich der Management- und allgemeinen Betriebsarbeiten gibt es bezüglich ihrer Belastbarkeit keine befriedigenden Arbeitszeitbedarfszahlen. Erhebungen auf Betrieben mit Schweinehaltung haben gezeigt, dass dieser Bereich aber zwischen 24 und 31 % der Gesamtarbeitszeit eines Betriebes ausmacht (siehe Abb. 1). Deshalb wurde an der Bundesanstalt für Landtechnik 2003 mit einem Projekt zum Themenbereich Arbeitszeitbedarf für Management und allgemeine Betriebsarbeiten auf landwirtschaftlichen Betrieben begonnen.

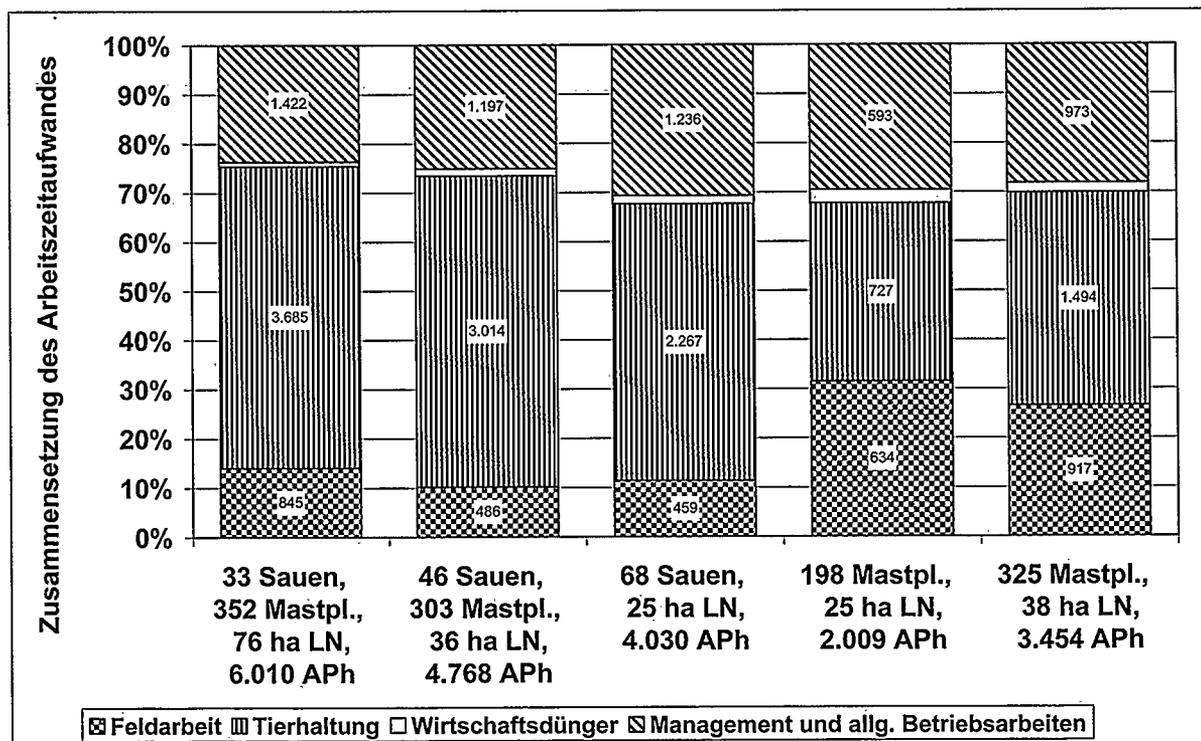


Abb. 1: Zusammensetzung des Arbeitszeitaufwandes in Schweinehaltenden Betrieben (Quelle: Eigene Auswertung von Arbeitstagebüchern)

Ziel des Projektes ist, ein Modell zur Abschätzung des Arbeitszeitbedarfes für Management und allgemeine Betriebsarbeiten unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Betriebsschwerpunkte und Betriebsgrößen zu entwickeln. Im ersten Schritt werden die Betriebszweige Ferkelproduktion und Schweinemast untersucht. Die Untersuchungen werden 2005 abgeschlossen.

## Gliederung der Arbeiten

Die nachfolgende Gliederung bis hin zu den Arbeitselementen baut auf Literatur (Behrens (1995), Forster (2002), Haidn (1992) KTBL (1970), Schick und Luder (2002), Schick (2002)) und auf teilstrukturierten persönlichen Interviews mit Landwirten auf.

Grundsätzlich werden die Arbeiten im landwirtschaftlichen Betrieb in die Bereiche Außen- und Innenwirtschaft unterteilt. Der dritte große Bereich sind die Management- und allgemeinen Betriebsarbeiten. Die grundsätzliche Gliederung ist am Beispiel der Ferkelproduktion in Abbildung 2 dargestellt.

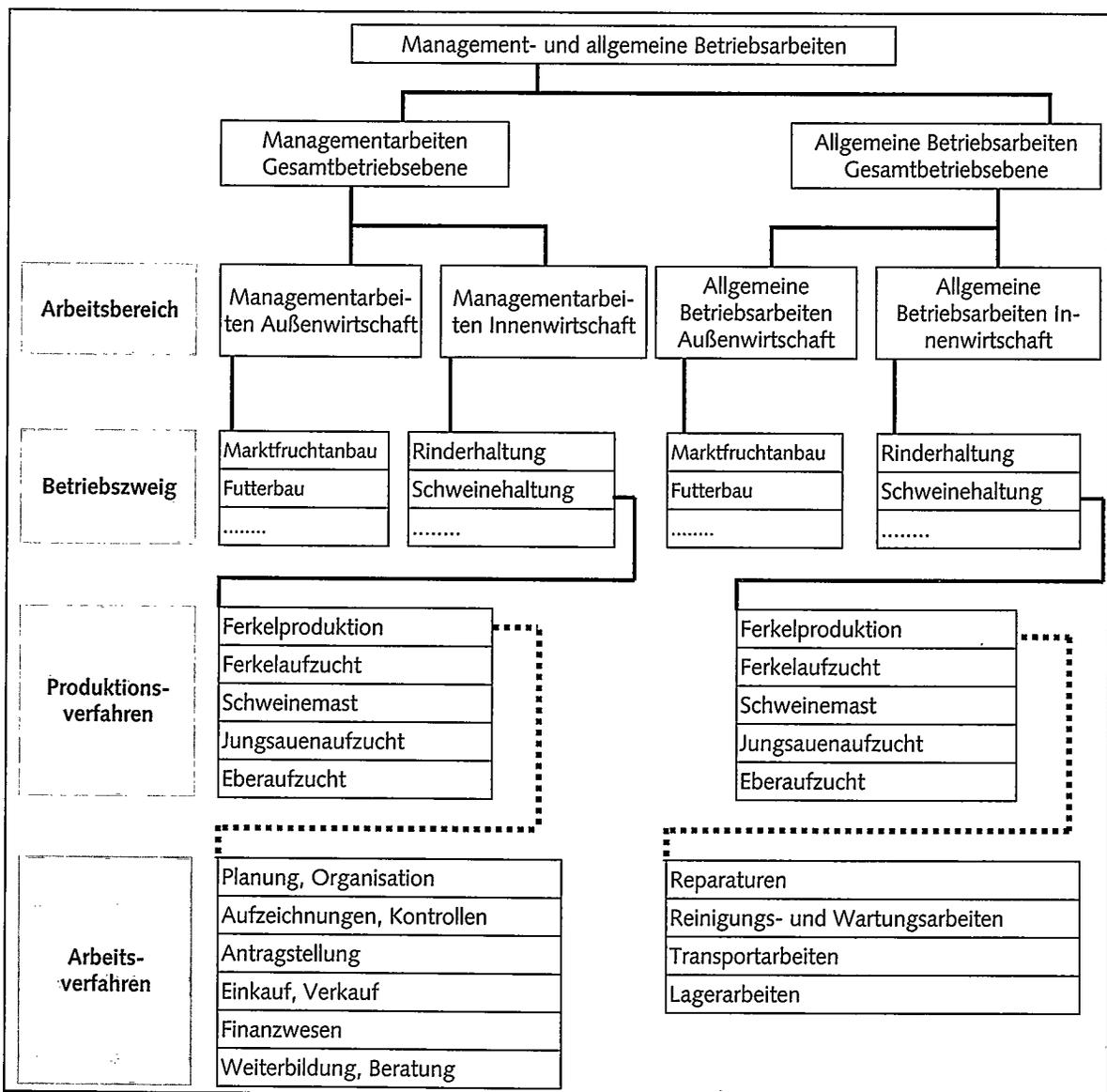


Abb. 2: Gliederung der Management- und allgemeinen Betriebsarbeiten am Beispiel der Ferkelproduktion

Wertvermehrnde Arbeiten sind nicht Teil der allgemeinen Betriebsarbeiten. Dazu zählen Um- und Neubauten sowie wertvermehrnde Reparaturen bei Gebäuden, Wegen, Maschinen und Meliorationen.

Sowohl die Management- als auch die allgemeinen Betriebsarbeiten werden soweit als möglich einem Produktionsverfahren (z.B. Ferkelproduktion, Rindermast, Qualitätswinterweizen, Silomais) zugeordnet. Ist eine Zuordnung zu einem Produktionsverfahren nicht möglich, da die Arbeit für mehrere Produktionsverfahren gleichzeitig erledigt wird, so erfolgt die Zuordnung dem Betriebszweig. Ist die Zuordnung auch zu einem Betriebszweig nicht möglich, da eine Tätigkeit mehrere Betriebszweige (z.B. Rinderhaltung, Schweinehaltung) betrifft, muss sie dem Arbeitsbereich (z.B. Innenwirtschaft) zugeordnet werden. Ist auch eine Zuordnung auf der Ebene der Arbeitsbereiche nicht möglich, so erfolgt die Zuordnung dem Gesamtbetrieb. Es gilt aber der Grundsatz möglichst viele Management- und allgemeine Betriebsarbeiten über die optimale Auswahl der Bezugsmengen einem Produktionsverfahren zu zuordnen.

Die in Abbildung 2 dargestellten Arbeitsverfahren für die Ferkelproduktion im Bereich der Managementarbeiten werden in Tabelle 1 in die Arbeitsvorgänge unterteilt. Diese Arbeitsvorgänge werden weiter in Arbeitsteilvorgänge und Arbeitselemente zerlegt. So besteht beispielsweise der Arbeitsteilvorgang „Auswahl von Zuchttieren“, der Bestandteil des Arbeitsvorganges „Zuchtplanung“ ist, aus den Arbeitselementen „Beurteilung der Leistungsdaten der Sauen“, „Auswahl der Sauen für die Zucht“, „Beurteilung der Leistungsdaten der Eber“ und „Auswahl der Eber“. Für die Modellbildung müssen jedem Element Variablen und Bezugsmengen zugeordnet werden. Die gleiche Vorgehensweise kommt auch bei den allgemeinen Betriebsarbeiten zur Anwendung. Beispielsweise wird der Teilvorgang „Tauschen eines Tränkenippels“, der Teil des Arbeitsvorganges „Reinigungs- und Wartungsarbeiten Stallungen“ ist, in die Elemente „Werkzeug und Tränkenippel holen“, „zum Wasserabsperrventil gehen“, „Wasser absperrn“, „zum Tränkenippel gehen“, „Tränkenippel abschrauben“, „Tränkenippel aufdichten“, „Tränkenippel einschrauben“, „zum Wasserabsperrventil gehen“, „Wasser öffnen“, „zum Tränkenippel gehen“, „Funktionskontrolle“ und „Werkzeug zurücktragen“ zerlegt. In Tabelle 2 ist die Untergliederung der Arbeitsverfahren für die allgemeinen Betriebsarbeiten zusammengefasst.

## **Arbeitszeiterfassung**

Die Erhebung der Arbeitszeiten erfolgen auf 50 freiwillig buchführenden Betrieben und Betrieben, die bei einem Beratungsarbeitskreis mitarbeiten. Auf diese Betriebe wird vor allem wegen der bereits vorhandenen mehrjährigen Aufzeichnungen für den Bereich der Betriebsführung zurückgegriffen.

Die Struktur der Betriebe wird in Form eines strukturierten, persönlichen Interviews mit einem Betriebserhebungsbogen erhoben. Die Arbeitszeit für die Arbeitszeitelemente wird über Arbeitsbeobachtungen und Arbeitsversuche erfasst. Die Häufigkeiten der Arbeitsvorgänge bezogen auf das Jahr werden mittels strukturierter, persönlicher Interviews festgestellt.

Tab. 1: Gliederung der Managementarbeiten in Arbeitsvorgänge am Beispiel der Ferkelproduktion

Arbeitsverfahren	Arbeitsvorgang
Planung, Organisation	Auswertung und Beurteilung der Aufzeichnungen
	Fütterungsplan, Rationsberechnung
	Zuchtplanung
	Personalplanung und -organisation
	Investitionsplanung und Organisation
	Mitgliedschaft in bäuerlichen Organisationen
Aufzeichnungen, Kontrollen	Gesundheits- und Verzehrkontrolle
	Rauschekontrolle
	Trächtigkeitskontrolle
	Erfassen von Leistungsdaten
	Bestandeskontrollen durch Dritte
	Kontrolle der Futtermittelvorräte (Silage, Mischfutter, etc.)
	Kontrolle der Einrichtungen zur Stallklimatisierung und Lüftung
	Arzneimitteldokumentation
	Vorarbeiten für Tierkennzeichnung
	Tierkennzeichnung kontrollieren
	Lieferscheine ausstellen und verwalten
	Führen von Bestandsverzeichnissen
	Antragstellung
Investitionsförderung	
Einkauf, Verkauf	Einkauf Kraft-/Mineralfutter
	Einkauf Grundfutter/Stroh
	Einkauf Zuchttiere
	Einkauf Tierarzneimittel
	Einkauf Samen
	Einkauf von Tierpflegebehelfen
	Einkauf spezieller Reinigungs- und Desinfektionsmittel
	Einkauf von Brennstoffen
	Abschluss von Lieferverträgen
	Verkauf Tiere
Finanzwesen	Rechnungsbearbeitung
	Bankgeschäfte
	Sachversicherungen
	Lohnverrechnung
Weiterbildung, Beratung	Besuch von Fachausstellungen
	Teilnahme an Exkursionen
	Einzelberatung
	Gruppenberatung (inkl. Besuch von Kursen, Vorträgen)
	Mitgliedschaft in einem Arbeitskreis der Landwirtschaftskammer
	Studium von Literatur
	Fachgespräche mit Berufskollegen
	Einschulung auf neuen Maschinen und Anlagen

Tab. 2: Gliederung der allgemeinen Betriebsarbeiten in Arbeitsvorgänge am Beispiel der Ferkelproduktion

Arbeitsverfahren	Arbeitsvorgang
Reparaturen	Stallungen
	Lager
	Maschinen und Geräte
Reinigungs- und Wartungsarbeiten	Stallungen
	Lager
	Maschinen und Geräte
Transportarbeiten	Überstellung von Maschinen
	Betriebsmittel zum Betrieb
	Tiertransport
	Wirtschaftsdünger zur Vermarktung
Lagerarbeiten	Futtermittel
	Wirtschaftsdünger

Die Häufigkeiten der Arbeitsvorgänge bezogen auf das Jahr werden mittels strukturierter, persönlicher Interviews erhoben. Für die Überprüfung der erstellten Modelle werden von den Betrieben Arbeitszeitkonten geführt.

## Zusammenfassung

Ziel des Projektes ist, ein Modell zur Abschätzung des Arbeitszeitbedarfes für Management und allgemeine Betriebsarbeiten unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Betriebsschwerpunkte und Betriebsgrößen zu entwickeln. Die Gliederung der Arbeiten bis hin zu Arbeitselementen ist am Beispiel der Ferkelproduktion dargestellt.

Die Erhebungen der Arbeitszeiten erfolgen auf 50 Betrieben. Die Struktur der Betriebe und die Häufigkeiten der Arbeitsvorgänge wird im Rahmen eines strukturierten, persönlichen Interviews erhoben. Die Arbeitszeit für die Arbeitselemente wird über Arbeitsbeobachtung und Arbeitsversuche erfasst. Für die Überprüfung der erstellten Modelle werden von den Betrieben Arbeitszeitkonten geführt. Die Untersuchungen werden 2005 abgeschlossen.

## Résumé

### Temps de travail nécessaire pour le management et les travaux d'exploitation propres à l'élevage porcin

Le projet a pour objectif de développer un modèle permettant d'estimer le temps de travail nécessaire pour le management et les travaux en général, compte tenu des différentes orientations et tailles des exploitations. La classification des travaux jusqu'aux éléments de travail est présentée à partir de l'exemple de la production de porcelets.

Les temps de travail ont été relevés dans 50 exploitations. La structure des exploitations et la fréquence des opérations ont été appréhendées dans le cadre d'une interview personnelle structurée. Le temps réparti en éléments de temps de travail a été enregistré à l'aide d'observations et d'essais. Des comptes de temps de travail sont tenus par les exploitations afin de contrôler les modèles établis. Les essais seront achevés en 2005.

## Summary

### **Working time required for farm management and general farm work in pig production**

The project aims to develop a model for estimating the working-time requirement of farm management and general farm work, taking into consideration the main production branches of the farm and its size. The breakdown of the work into individual task units is exemplified by piglet production.

Working-time is recorded on 50 farms. Structured interviews serve to identify farm structure and the frequency with which the individual work procedures are performed. The time spent on the individual task units is measured via work observation and work experiments. In addition, the farms keep work records to enable validation of the calculation models developed. The investigations will be completed in 2005.

## Literatur

Behrens, H., 1995: Arbeitszeitbedarf für Betriebsführung und allgemeine Betriebsarbeiten in landwirtschaftlichen Personengesellschaften in den neuen Bundesländern. Untersuchung im Rahmen des KTBL-Arbeitsprogramms „Kalkulationsunterlagen“, Schöppenstedt.

Forster, R., 2002: Methodische Grundlagen und praktische Entwicklung eines Systems zur Planung dispositiver Arbeiten in landwirtschaftlichen Unternehmen. Dissertation an der Technischen Universität München.

Haidn, B., 1992: Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen und Modellkalkulation in der Zuchtsauenhaltung. Dissertation der Technischen Universität München, Gelbes Heft Nr. 41, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München.

KTBL, 1970: Erfassungsblatt für Aufwand Betriebsführung und allgemeine Betriebsarbeiten. KTBL-Manuskriptdruck 30.

Schick, M. und Luder, W., 2002: Managementtätigkeit in der Landwirtschaft. Schriftliche Mitteilung, November 2002.

Schick, M., 2002: Modellierung von Arbeitszeitbedarf und Arbeitsleistung bei Verfahren und Verfahrenskombinationen im Getreidebau. Tagungsband AKAL-Seminar, Braunschweig Völknerode, Sonderheft Nr. 243, S. 1-4.

# Arbeitswirtschaftliche Situation in der oberösterreichischen Ferkelproduktion

*Emil Blumauer, Bundesanstalt für Landtechnik, A-3250 Wieselburg*

## Einführung

Aufgrund des verstärkten Interesses von oberösterreichischen Arbeitskreisen an arbeitswirtschaftlichen Themen, wurde im Bereich der Ferkelproduktion eine eigene arbeitswirtschaftliche Erhebung gestartet. Ziel war es, durch den Vergleich von Arbeitskreisbetrieben mögliche Zukunftsstrategien zur Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen Situation der einzelnen Betriebe zu entwickeln.

Obwohl Arbeitskreise allen Betrieben zugänglich sind, nutzen zumeist die größeren und leistungsorientierteren Betriebe mit sehr motivierten Betriebsleitern dieses Bildungs- und Beratungsangebot. Die Übertragung der Ergebnisse und Rückschlüsse auf die Gesamtheit aller Ferkelproduzenten in Österreich ist daher nicht zulässig.

## Methode

Mit Unterstützung der Landwirtschaftskammer für Oberösterreich und des Verbandes landwirtschaftlicher Veredelungsproduzenten war es im Jahr 2003 möglich, die Erhebung durch Selbstaufschreibung bei 123 Betrieben durchzuführen. Aufgrund von Aufzeichnungsmängeln mussten 2 Erhebungsbetriebe ausgeschieden werden. Von den Erhebungsbetrieben wurden einen Abferkelrhythmus fix vorgegebene Arbeitszeitkonten täglich geführt, wobei die Erhebung der regelmäßig anfallenden Arbeiten im Vordergrund stand. Für die Erhebung der allgemeinen Betriebsarbeiten und Managementarbeiten war der Erhebungszeitraum zu kurz. Die betrieblichen Rahmenbedingungen wurden mit Hilfe eines Betriebserhebungsbogens erfasst.

Aufgrund der großen Streubreite innerhalb der einzelnen Auswertungsgruppen sind die Ergebnisse statistisch nicht abgesichert, sondern nur ein Trend.

## Beschreibung der Erhebungsbetriebe

Im Mittel standen bei den Erhebungsbetrieben 74 Zuchtsauen im Stall, wobei der Bestand zwischen 24 und 225 Zuchtsauen schwankte. Hinsichtlich der Gebäudesituierung hatten lediglich 44 % der Erhebungsbetriebe die Schweinestallungen in räumlich zusammenhängenden Gebäuden. Beim überwiegenden Teil der Erhebungsbetriebe wurden Stallzersplitterungen, wie getrennte Stallgebäude bzw. Stallbereiche im ersten Stock vorgefunden.

Vor allem die größeren Erhebungsbetriebe strebten eine Gruppenabferkelung an. In Summe waren dies zwei Drittel der Erhebungsbetriebe. Im Durchschnitt verfügte ein Drittel der Erhebungsbetriebe über automatische Fütterungen. Hinsichtlich der Entmistung stellten Festmist und Flüssigmist mit rund 40 % die wichtigsten Entmistungssysteme dar. Die Rest entfiel auf Mischformen von Fest- und Flüssigmist.

## Ergebnisse

### Arbeitsverteilung im Zuchtsauenstall

Bei den regelmäßigen Arbeiten fielen in der Ferkelproduktion, unabhängig von der Bestandesgröße, je 20 % im Ferkelaufzucht-, Deck- bzw. Wartebereich und 40 % im arbeitsintensiven Abferkelbereich an. Tendenziell kam es bei den größeren Erhebungsbetrieben zu einer geringfügigen Verschiebung der Arbeiten vom Deck- in den Abferkelbereich. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass vor allem größere Betriebe eine Gruppenabferkelung anstrebten und so Arbeiten bündeln konnten und vor allem im Deckbereich Rüstzeiten einsparen konnten. Im arbeitsintensiven Abferkelbereich wurde prozentuell gesehen, mehr Zeit investiert.

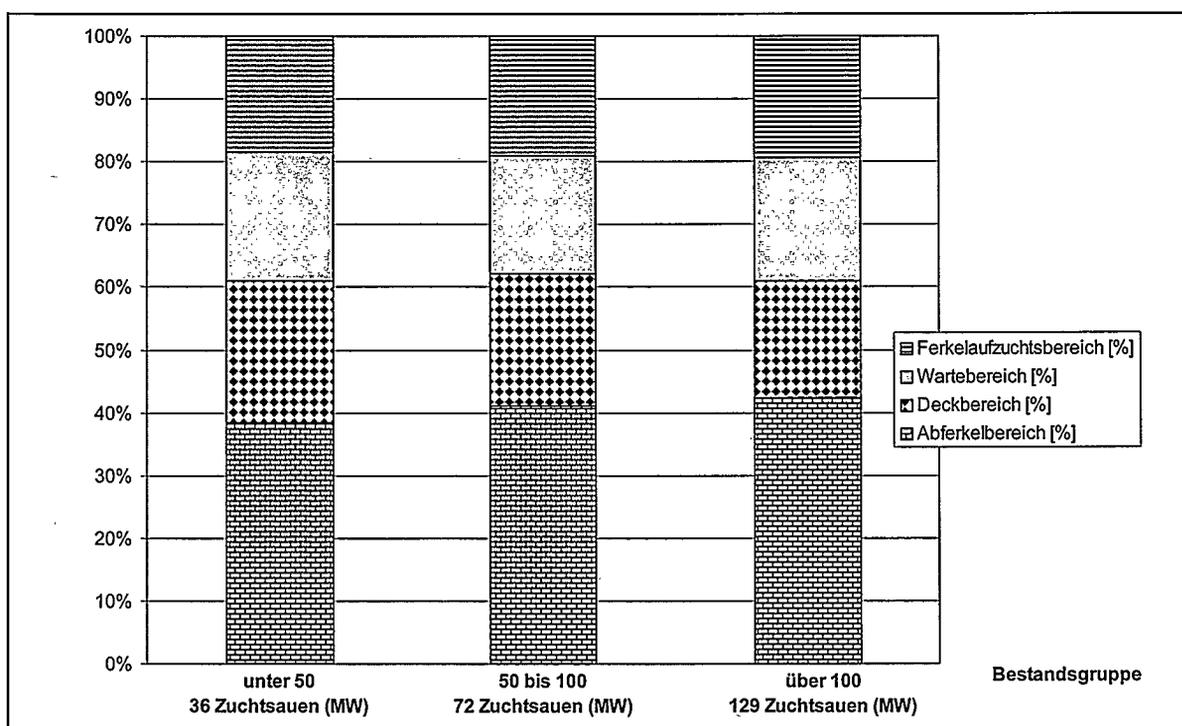


Abb. 1: Arbeitsverteilung nach Stallbereichen in Abhängigkeit vom Zuchtsauenbestand <sup>1</sup>

<sup>1</sup> MW....arithmetischer Mittelwert

## **Abferkelbereich**

Ein Drittel der erhobenen Abferkelställe waren mit automatischen Fütterungssystemen ausgestattet. Der hochgerechnete Arbeitszeitaufwand für die Fütterung bei automatischer Trockenfütterung betrug bei einem mittleren Bestand von 88 Zuchtsauen im Mittel 3,0 APh/Zuchtsau und Jahr. Die Handzuteilung des Futters stand im Abferkelbereich bei zwei von drei Erhebungsbetrieben im Vordergrund, wobei 30 % der händisch fütternden Betriebe auch Grundfutter vorlegten. Entsprechend hoch war auch der Arbeitszeitaufwand für die Fütterung mit 3,9 APh/Zuchtsau und Jahr bei einem mittleren Zuchtsauenbestand von 60.

Bei der Entmistung konnten nur 42 % der Abferkelställe ein reines Flüssigmistsystem vorweisen. Mit einem jährlichen Arbeitszeitaufwand für die Entmistung von 0,8 APh/Zuchtsau bei einem mittleren Zuchtsauenbestand von 91 war der Entmistungsaufwand deutlich geringer als bei Festmistsystemen. 30 % aller Abferkelställe waren mit Schubstangenentmistungsanlagen ausgestattet. Der gemittelte jährliche Arbeitszeitaufwand für die Entmistung dieser Abferkelställe betrug 3,9 APh/Zuchtsau, wobei im Mittel 55 Zuchtsauen gehalten wurden. 7 Abferkelställe (6 %) wurden per Schubkarren entmistet. Diese Erhebungsbetriebe betreuten im Durchschnitt nur 43 Zuchtsauen und benötigten im Mittel für die Entmistung 4,3 APh/Zuchtsau und Jahr. Auffällig war auch, dass Betriebe mit Schubkarrenentmistung tendenziell um 10 % geringere Aufzuchtsleistungen hatten. Abferkelställe mit teils Fest-, teils Flüssigmist hielten im Mittel 73 Zuchtsauen und benötigten hochgerechnet auf ein Jahr 3,2 APh/Zuchtsau. Dieser Wert lässt auf einen hohen Festmistanteil schließen. Weiters zeigte sich, dass Betriebe, die erst ab der dritten Lebenswoche der Ferkel mit dem Anfüttern begannen, tendenziell um 8 % geringere Aufzuchtsleistungen (-1,6 Ferkel/Zuchtsau und Jahr) vorweisen konnten.

Das größte Arbeitszeiteinsparungspotential im Abferkelbereich lag im Bereich der Entmistung. Betriebe mit 50 Zuchtsauen, die im Abferkelbereich mit einem Festmistsystem ausgestattet waren, könnten bei Umstellung auf Flüssigmist etwa 100 APh/Jahr an Entmistungszeit einsparen. Durch den Wegfall der bei 20 % der Abferkelställe üblichen Grundfuttermenge (Heu, Stroh, Gras, Silage, ....) könnte zusätzlich Fütterungszeit eingespart werden.

## **Ferkelaufzuchtsbereich**

93 % der Erhebungsbetriebe hatten einen räumlich getrennten Ferkelaufzuchtstall. Während der Aufzuchtphase wurden in jedem zweiten Erhebungsbetrieb die Ferkel umgestallt. Im Rein-Raus-Verfahren wurden 63 % der Ferkelaufzuchtställe betrieben. Für alle an der Erhebung beteiligten Arbeitskreisleiter war die Tatsache, dass nur ein Drittel der Ferkelaufzuchtställe mit automatischen Fütterungen ausgestattet waren, eine große Überraschung. Gerade im Ferkelaufzuchtsbereich, wo im Rahmen der Ferkelproduktion zirka die Hälfte der erforderlichen Futtermenge benötigt wird, wäre meist mit einfachen technischen Mitteln und mit geringem finanziellen Aufwand eine deutliche Arbeitserleichterung erzielbar. Außerdem könnte der erforderliche Fütterungsarbeitsaufwand von 2,48 APh/Zuchtsau und Jahr um rund ein Drittel durch Automatisierung der Fütterung auf 1,63 APh/Zuchtsau und Jahr gesenkt werden.

Hinsichtlich der Gesundheitsvorsorge investierten die Erhebungsbetriebe im Ferkelaufzuchtbereich mit über 100 Zuchtsauen (0,72 APh/Jahr), bezogen auf eine Zuchtsau im Durchschnitt annähernd doppelt so viel Zeit, wie Betriebe mit unter 50 Zuchtsauen (0,39 APh/Jahr). Auffällig war auch, dass Betriebe mit einem Zuchtsauenbestand von unter 50 tendenziell geringere Aufzuchtsergebnisse (-0,6 Ferkel/Zuchtsau und Jahr) aufwiesen.

### **Deck- und Wartebereich**

Da nicht alle Erhebungsbetriebe getrennte Aufzeichnungen für den Deck- und Wartebereich lieferten bzw. die Verweildauer im Deckbereich nicht einheitlich war, wurden diese beiden Stallbereiche gemeinsam ausgewertet.

Sowohl im Deck- als auch im Wartebereich standen in 50 bzw. 60 % der Betriebe die Zuchtsauen in Einzelhaltung. Der Rest entfiel auf Gruppenhaltungssysteme oder Mischformen aus Einzel- und Gruppenhaltungssystemen. Im Deckbereich wurden in 75 % der Ställe die Zuchtsauen händisch und im Wartebereich in 55 % der Ställe händisch gefüttert. Sowohl im Deck- als auch im Wartebereich wurde von jedem zweiten Erhebungsbetrieb Grundfutter (Heu, Stroh, Silage) angeboten. Erhebungsbetriebe mit Handzuteilung und Grundfutter hielten im Mittel 68 Zuchtsauen und benötigten für die Fütterung 5,1 APh/Zuchtsau und Jahr. Betriebe mit automatischer Fütterung hatten im Mittel 80 Zuchtsauen deutlich größere Bestände und benötigten im Durchschnitt 2,7 APh/Zuchtsau und Jahr für die Fütterung. 47 % der Deck- und 41 % der Warteställe waren mit reinen Flüssigmistsystemen ausgestattet. Für die Entmistung des Deck- und Wartebereiches wurden im Mittel bei reinen Flüssigmistsystemen 1,5 APh/Zuchtsau und Jahr (bei durchschnittlich 85 Zuchtsauen) aufgewandt. Bei Festmist und Schubstangenentmistung hingegen wurden im Mittel nur 61 Zuchtsauen gehalten. Pro Zuchtsau und Jahr lag die durchschnittliche Entmistungszeit bei 4,4 APh/Zuchtsau und Jahr.

Durch Verzicht auf Grundfutter im Deck- und Wartebereich könnten bei einem durchschnittlichen Erhebungsbetrieb rund 100 APh/Jahr eingespart werden. Durch Umstellung auf automatische Trockenfütterung kämen noch weitere 60 APh/Jahr hinzu. Das größte Arbeitszeiteinsparungspotential liegt aber im Bereich der Entmistung. Durch Umstellung von Festmist auf Flüssigmist könnte ein durchschnittlicher Erhebungsbetrieb 160 APh/Jahr einsparen.

Gezielte mehrmals tägliche Rauschekontrolle im Deckbereich, die von zwei Drittel der Erhebungsbetriebe durchgeführt wurde, brachte gegenüber der Vergleichsgruppe, die nur ein Mal täglich die Rauschekontrolle durchführte, tendenziell um 0,56 Ferkel/Zuchtsau und Jahr mehr.

### **Hochgerechneter Arbeitszeitaufwand pro Zuchtsau und Jahr**

Hochgerechnet auf ein Jahr würden bei einem durchschnittlichen Erhebungsbetrieb 20,9 APh/Zuchtsau und Jahr an regelmäßigen Arbeiten anfallen. Die erhobenen Arbeitszeitaufwendungen für regelmäßige Arbeiten weichen unwesentlich von den KTBL-Richtwerten für

vergleichbare Stallsysteme ab. Diese wurden entsprechend den einzelnen Stallbereichen nach dem KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft (KTBL, 2002) errechnet.

Beispielhaft wurde für einen Zuchtsauenbestand von 50 und 100 der entsprechende Wert eingetragen (siehe Abb. 2). Der erhobene Arbeitszeitaufwand für regelmäßig anfallende Arbeiten im Bereich der Ferkelproduktion schwankte bei ein und der selben Bestandesgröße um mehr als 100 %. Dies kommt auch durch das geringe Bestimmtheitsmaß ( $R^2 = 0,26$ ) der logarithmischen Regressionskurve zum Ausdruck. Verantwortlich für den auf einigen Betrieben überdurchschnittlich hohen Arbeitszeitaufwand waren die vielfach vorgefundenen Festmistketten, die Stallzersplitterungen und die mangelnde Automatisierung im Bereich der Fütterung.

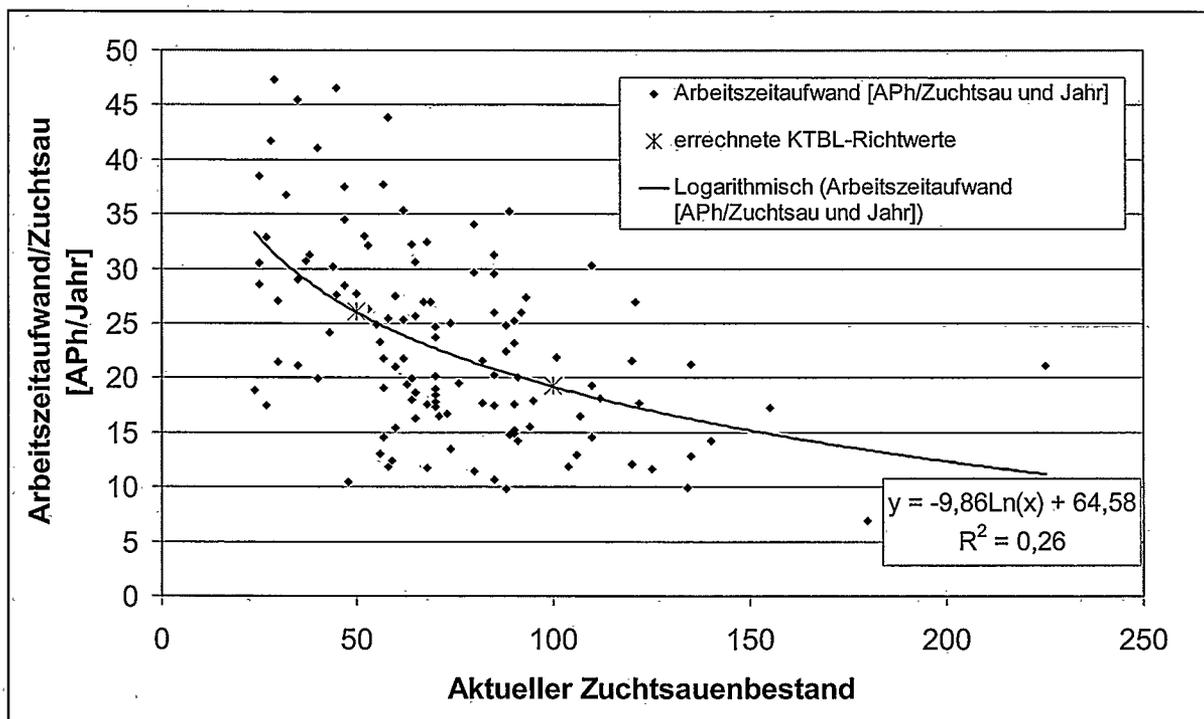


Abb. 2: Hochgerechneter regelmäßiger Arbeitszeitaufwand in der Zuchtsauenhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (ohne Management und allgemeine Betriebsarbeiten)

In Abbildung 3 wurden drei Größenklassen (bis 60, 61 bis 100 und über 100 Zuchtsauen) gebildet und deren durchschnittliche Zusammensetzung des Arbeitszeitaufwandes wurde dargestellt. Der durchschnittliche Arbeitszeitaufwand (ohne Management und allgemeine Betriebsarbeiten) pro Zuchtsau und Jahr nimmt mit zunehmender Bestandesgröße ab. Dies ist vor allem auf den vermehrten Einsatz von Fütterungstechnik und auf die verstärkte Verwendung von Flüssigmist-systemen bei größeren Beständen zurückzuführen. Weiters kommt es zu einer Abnahme des erforderlichen Zeitaufwandes für Rüstarbeiten (Vor- und Nachbereitungsarbeiten). Entgegen dem Trend steht die geringfügige Zunahme des Arbeitsaufwandes für Gesundheitsvorsorge und Logistik. Die Bestandesgruppe bis 60 Zuchtsauen hatte im Mittel 44 Zuchtsauen gehalten und benötigte im Durchschnitt 30,7 Aph/Jahr zur Versorgung einer Zuchtsau. Die Bestandesgruppe mit einem Zuchtsauenbestand von über 100 hatte im Mittel 129 Zuchtsauen gehalten

und benötigten im Durchschnitt 18,1 APH/Zuchtsau und Jahr. Das entspricht einer Arbeitszeitaufwandsersparnis von 40 % pro Zuchtsau und Jahr gegenüber der Bestandesgruppe bis 60 Zuchtsauen.

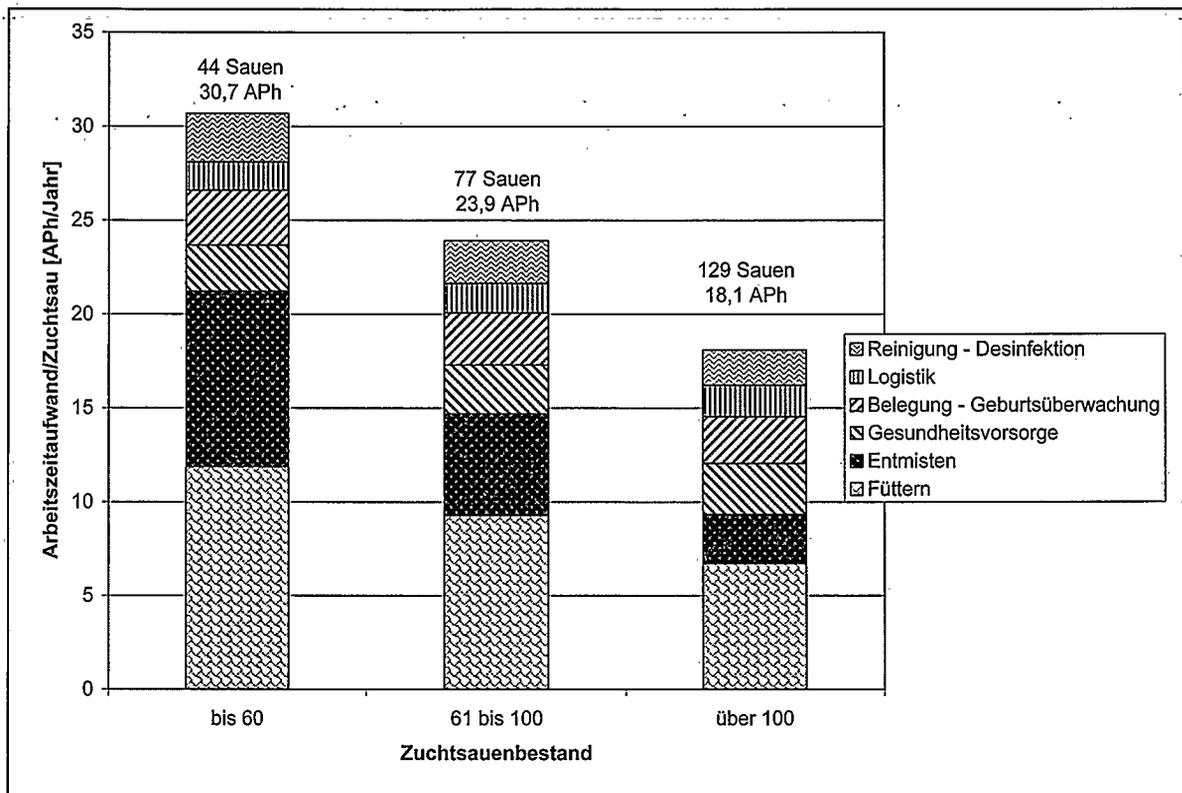


Abb. 3: Zusammensetzung des durchschnittlichen Arbeitszeitaufwandes in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

### Arbeitszeitaufwand für die Entmistung bei unterschiedlichen Entmistungssystemen

Da sich die Aufzeichnungsperiode lediglich über einen Abferkelrhythmus erstreckte, ist mit Ungenauigkeiten zu rechnen. Beispielhaft kann das Spülen der Güllekanäle bei so kurzer Aufzeichnungszeit nicht in ausreichendem Umfang erhoben werden. Einzelbetrieblich können daher große Abweichungen vom tatsächlichen jährlichen Arbeitszeitaufwand auftreten. Aus diesem Grund wurden die Erhebungsbetriebe in Entmistungsguppen zusammengefasst.

Um vergleichbarere Gruppen zu erhalten, wurden nur Betriebe zwischen 50 und 120 Zuchtsauen in die Auswertung mit einbezogen, wobei bei den Festmistbetrieben im Mittel 67 Zuchtsauen und bei den Flüssigmist- und Gemischtbetrieben im Mittel 81 Zuchtsauen gehalten wurden. Bei den Gemischtbetrieben gab es sowohl Stallbereiche mit Festmist als auch mit Flüssigmist. Der hochgerechnete Entmistungsaufwand bei Strohbetrieben lag bei 7,8 APH/

Zuchtsau und Jahr (siehe Tab. 1). Flüssigmistbetriebe kamen bei einem etwas größeren durchschnittlichen Bestand mit 2,9 APh/Zuchtsau und Jahr für die Entmistung aus. Das zeigt eindrucksvoll die große arbeitswirtschaftliche Überlegenheit der Flüssigmistssysteme. Bei 81 Zuchtsauen ist mit einem Einsparungspotential von über 4 APh/Zuchtsau und Jahr bei Umstellung von Fest- auf Flüssigmist zu rechnen. Bei dieser Bestandesgröße könnten etwa 1 APh pro Tag (345 APh/Jahr) eingespart werden.

Tab. 1: Arbeitszeitaufwand für die Entmistung in Abhängigkeit vom Entmistungssystem (Summe aller Stallbereiche)

Entmistungssystem	Mittelwert Zuchtsauenbestand	Mittelwert Arbeitszeitaufwand für die Entmistung pro Zuchtsau [APh/Jahr]
Festmist	67	7,8
Flüssigmist	81	2,9
Gemischt	81	7,4

### Produktionsrhythmus, Arbeitszeitaufwand pro Zuchtsau und Aufzuchtsleistung

Hinsichtlich der Produktionsrhythmen stellten der 3-Wochenrhythmus (47 %) und das kontinuierliche Produktionsverfahren (31 %) die wichtigsten Produktionssysteme dar, wobei die Erhebungsbetriebe mit 3-Wochenrhythmus im Mittel um 10 Zuchtsauen mehr gehalten haben. Der 4-Wochenrhythmus und sonstige Produktionsverfahren konnten aufgrund der zu geringen Betriebsanzahl nicht ausgewertet werden.

Die in Abbildung 4 dargestellte Auswertung der Produktionsverfahren ergab, dass Betriebe mit Gruppenabferkelung im Mittel um ein Drittel (rund 10 APh) weniger Arbeitszeit/Zuchtsau und Jahr benötigten als Betriebe ohne Gruppenabferkelung. Trotz des geringeren Arbeitszeitaufwandes war die Aufzuchtsleistung beim 3-Wochenrhythmus tendenziell um 4 % (+0,8 Ferkel/Zuchtsau und Jahr) höher. Der geringere Arbeitszeitaufwand lässt sich einerseits durch die größeren Bestände (+10 Zuchtsauen), den erhöhten Flüssigmistanteil und der vermehrten Verwendung von Fütterungstechnik erklären. Andererseits konnten durch gezielte Arbeitsschwerpunkte, wie etwa der Trächtigkeitsüberwachung im Deck- und Wartestall, dem Besamungsmanagement und der Geburtsüberwachung sowie der Ferkelbetreuung im Abferkelbereich, Rüstzeiten minimiert werden.

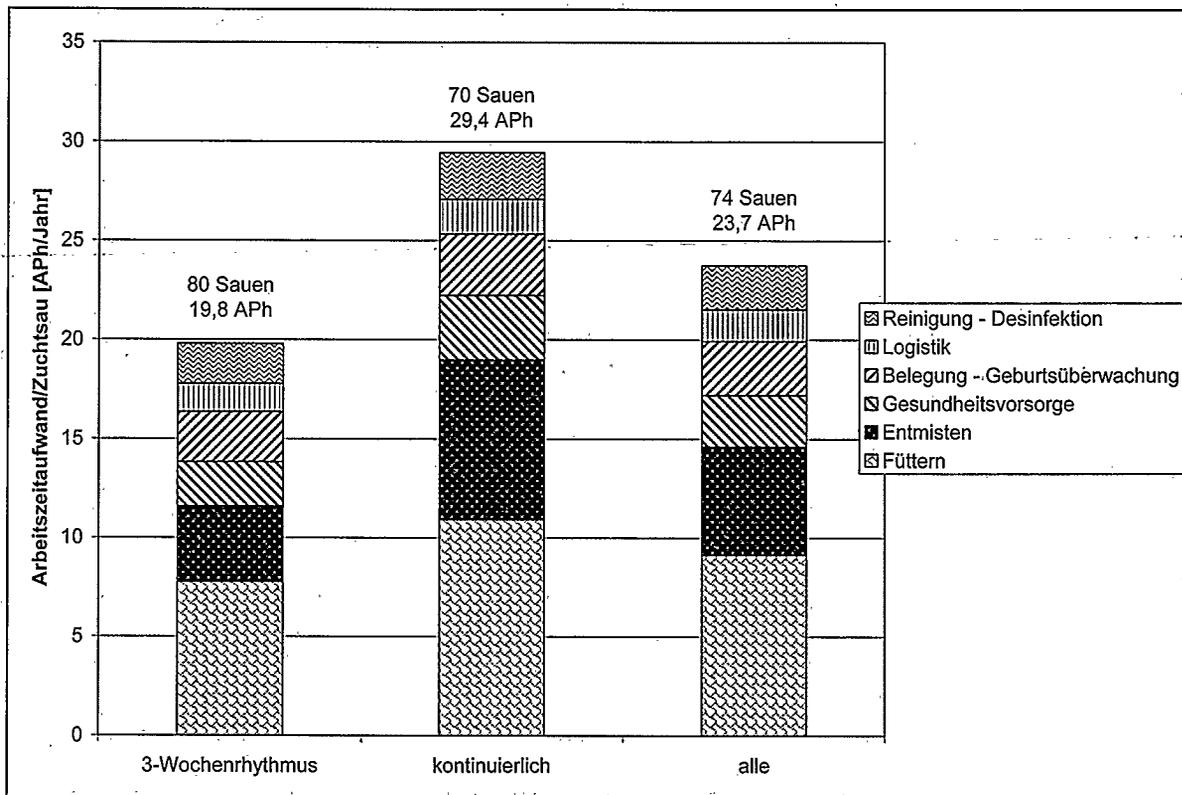


Abb. 4: Einfluss vom Produktionsrhythmus auf den erforderlichen Arbeitszeitaufwand

## Zusammenfassung

Mit Unterstützung der Landwirtschaftskammer für Oberösterreich und des Verbandes landwirtschaftlicher Veredelungsproduzenten war es im Jahr 2003 möglich, eine arbeitswirtschaftliche Erhebung bei 123 Ferkelproduzenten durchzuführen. Ziel war es, durch den Vergleich von Arbeitskreisbetrieben mögliche Zukunftsstrategien zur Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen Situation der einzelnen Betriebe zu entwickeln.

Die Erhebungsbetriebe hielten im Mittel 74 Zuchtsauen, was deutlich über dem österreichischen Durchschnitt liegt. Die Arbeitszeit wurde mittels Selbstaufschreibung in Arbeitszeitkonten für die Dauer eines Abferkelrhythmus erfasst, wobei die Erhebung der regelmäßig anfallenden Arbeiten im Vordergrund stand. Ergänzend wurden die betrieblichen Rahmenbedingungen mit Hilfe eines Betriebserhebungsbogens erhoben.

59 % der teilnehmenden Ferkelproduzenten hatten im Ferkelaufzuchtsbereich, wo zirka die Hälfte der erforderlichen Futtermenge benötigt wurde, händisch gefüttert. Eine Mechanisierung der Fütterung der Ferkelaufzuchtsställe wäre meist mit geringem finanziellen Aufwand möglich und brächte neben der Arbeiterleichterung auch eine Reduktion der Fütterungszeit im Ferkelaufzuchtsbereich auf zirka die Hälfte.

Weitere Arbeitszeiteinsparungen sind vor allem beim Füttern durch Weglassen der Grundfuttergabe bzw. durch Umstellung auf automatische Fütterungssysteme in allen Stallbereichen möglich. Wesentlich größer war das Arbeitszeiteinsparungspotential im Bereich der Entmistung. Bei

einem durchschnittlichen Erhebungsbetrieb mit Festmistsystem könnten bei Umstellung auf Flüssigmist über 4 APh pro Zuchtsau und Jahr eingespart werden.

Die im Durchschnitt erhobenen regelmäßigen Arbeiten stimmten sehr gut mit KTBL-Richtwerten überein.

## Résumé

### Organisation du travail dans la production de porcelets en Haute-Autriche

En 2003, le soutien de la Chambre d'agriculture de Haute-Autriche et du Verband landwirtschaftlicher Veredelungsproduzenten (Association pour la transformation de produits agricoles) a permis de réaliser une enquête sur l'organisation du travail auprès de 123 producteurs de porcelets. Le but de cette enquête était de développer des stratégies d'avenir pour améliorer la situation des différentes exploitations en matière d'organisation du travail en s'appuyant sur une comparaison d'exploitations qui collaborent entre elles.

Les exploitations participant à l'enquête détenaient en moyenne 74 truies d'élevage, ce qui est nettement au-dessus de la moyenne autrichienne. Le temps de travail a été saisi à l'aide d'enregistrements effectués par les exploitants dans des comptes de temps de travail pour la durée d'un cycle de mise bas, l'accent étant mis sur la saisie des travaux de routine. Pour compléter, les conditions-cadres de l'exploitation ont été relevées à l'aide d'un questionnaire.

59 % des producteurs de porcelets participant à l'enquête distribuaient les aliments manuellement dans le secteur de l'élevage des porcelets, secteur qui absorbe environ la moitié de la quantité d'aliments nécessaires au total. Or, il serait généralement possible de mécaniser l'alimentation dans les porcheries d'élevage de porcelets sans gros investissement, ce qui faciliterait non seulement le travail, mais permettrait également de réduire le temps d'alimentation de moitié dans le secteur de l'élevage des porcelets.

Par ailleurs, il est également possible de réduire le temps de travail notamment pour l'alimentation en abandonnant la distribution d'aliments de base, resp. en introduisant des systèmes d'alimentation automatiques dans tous les secteurs de la porcherie. Le secteur de l'évacuation du fumier offre encore des possibilités plus importantes pour la réduction de temps de travail. Dans une exploitation moyenne participant à l'enquête, équipée d'un système de fumier solide, le passage à un système de lisier permettrait d'économiser plus de 4 MOh par truie et par an.

Les travaux de routine relevés en moyenne correspondent très bien aux valeurs indicatives du KTBL.

## Summary

### Work economics in Upper Austrian piglet production

In co-operation with the Upper Austrian Chamber of Agriculture and the Association of Agricultural Product Processors, a work-economics survey was carried out on 123 piglet-production farms in 2003. The aim of the survey was to develop future-oriented strategies for improving labour efficiency in piglet production by comparing different farms co-operating within working groups.

Farms participating in the survey kept an average of 74 breeding sows, a number clearly above the Austrian average. Farmers themselves noted down working time during the production cycle, focussing on regularly occurring tasks. Simultaneously, farm-specific working conditions were recorded by means of a farm questionnaire.

Fifty-nine per cent of the farms hand-fed their piglets during rearing, the phase in which approx. half of the total feed is consumed. In most cases, mechanization of feeding would require little financial investment, and would reduce both the workload and feeding time in piglet rearing by approx. 50%.

Further reductions in working time could be achieved by omitting the basic ration for breeding sows and/or switching to automatic sow feeding over the whole of pig production. In the area of dung removal, the potential for saving working time is considerably higher, with an average farm being able to save 4 MPh per breeding sow and year by changing over from solid to liquid manure.

In general, the average working time recorded for regular tasks very closely matched standard KTBL values.

## Literatur

KTBL, 2002: KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft 2002/03. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, 21. Auflage, KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster Hiltrup, 237-246.

# Informationsmanagement für die Qualitätssicherung in der Futterernte und -konservierung

Andrea Wagner und Wolfgang Büscher, Universität Bonn, Institut für Landtechnik, D-53115 Bonn

## Problemstellung

Haltungs- und verfahrenstechnische Entwicklungen der vergangenen Jahre zeichnen sich in Richtung einer zunehmenden ganzjährigen Stallhaltung von Milchkühen in Verbindung mit ganzjähriger Silagefütterung ab. Eine damit verbundene hohe Lagerungsdauer der Silage stellt verschärfte Anforderungen an die Verfahrenskette der Futterernte und -konservierung. Gleichzeitig sind aufgrund der Steigerung der Durchsatzleistung und Schlagkraft von Erntemaschinen beim Abtransport des Erntegutes weiter anwachsende Massenströme am Silo zu bewältigen. Aktuelle Untersuchungen in der Praxis weisen auf zunehmende Probleme mit Nacherwärmung hin (Spiekers et al., 2003).

Die erreichbare Silagequalität (Energiekonzentration, Nährstoffe, Verzehrsbestimmende und fütterungshygienische Merkmale) wird bis zum Zeitpunkt der Einlagerung sowohl durch die Futterpflanze (Zucker, Eiweiß, Trockenmasse) als auch von der Ernte- und Siliertechnik beeinflusst. Vom Zeitpunkt der Einlagerung bis zur Verfütterung beeinflusst zusätzlich die Lagerungsdauer und das Entnahmemanagement die Qualität. Daraus resultiert die Notwendigkeit der Einführung eines neuen Qualitätsparameters „Langzeitstabilität“.

Eine langzeitstabile Silage, wie sie im Falle der ganzjährigen Stallhaltung benötigt wird, erfordert eine stärkere Berücksichtigung qualitätssichernder Maßnahmen. Dies ist für eine kurzzeitstabile Silage (Winterstallhaltung) weniger bedeutsam. Kriterien für die Qualitätskontrolle nach dem DLG-Schlüssel (Weissbach und Honig, 1992/1997) beziehen sich auf den Gehalt an Butter-, Essigsäure und Ammoniak sowie auf den pH-Wert. Untersuchungen zur aeroben Stabilität wird ein Zeitraum von 90 Tagen zugrunde gelegt. Aufgrund der zunehmend höheren Lagerungsdauer wird jedoch eine Stabilität benötigt, die weit über 90 Tage hinausgeht.

Die Prozesskette der Anweilsilagebereitung ist aus den Verfahrensabschnitten Futterwerbung, -bergung und -konservierung zusammengesetzt, an deren Ende die Silagequalität als unsicheres Ergebnis steht. Ein Prozess ist nach (DIN66201) eine "Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System, durch die Materie, Energie oder Information umgeformt, transportiert oder gespeichert wird". Für die verfahrenstechnische Planung der Futterernte sind die Geräte so abzustimmen, dass ein konstanter Massenstrom (t/h) in den Verfahrensabschnitten sukzessive oder parallel verarbeitet werden muss. Ebenso wie der Massenstrom sollten auch die Informationen über qualitätsbestimmende Einflussfaktoren (*kritische Lenkungspunkte*) aufeinander abgestimmt sein.

Zur Prozesssteuerung werden für den Betriebsleiter seitens der öffentlichen Beratung Orientierungswerte (*SOLLWERTE*) für die Trockensubstanz, die theoretische Schnittlänge, die Dichte und den Vorschub angegeben. Informationen über das erreichte *IST* und eine daraus eventuell

erforderliche Nachsteuerung würden die Möglichkeit der operativen Handlungsweise innerhalb des Verfahrens schon während der Ernte bieten (*Regelung* des Prozesses). Voraussetzung für eine solche Regelung ist die Kenntnis der Vernetzung der kritischen Lenkungspunkte.

Ziel der Untersuchung ist die Erarbeitung eines Informationsmanagement-Systems zur Regelung des Prozesses der Anwelksilagebereitung, das ausgehend von der Zielgröße ‚Langzeitstabilität‘ über kritische Lenkungspunkte unter Berücksichtigung der Inhaltsstoffe des Ausgangsmaterials zu Qualitätssichernden Maßnahmen (Verfahren der Futterernte und -konservierung) führt. Anhand von Untersuchungen zum Einfluss der Zerkleinerung, der Verdichtung und der Entnahmetechnik auf Parameter der „Langzeitstabilität“ bei Silage wird der Rückschluss von erzielter Qualität auf die einzusetzende Technik erarbeitet. Das System soll dem Betriebsleiter als Basis für Entscheidungen dienen und somit auch zu einer Reduzierung der hohen Arbeitsbelastung in der Arbeitsspitze der Ernteperiode führen.

## **Untersuchungen am Beispiel von Maishäckselgut**

Im Folgenden wird am Beispiel der *Erntekette von Silomais* dargestellt, wie die Informationen zur Vernetzung der kritischen Lenkungspunkte „Zerkleinerung“, „Verdichtung“ und „Vorschub“ genutzt und in ähnlicher Weise auch für die *Anwelksilage* anzuwenden sind.

Die Untersuchungen bezüglich des Einflusses unterschiedlicher Häcksellängen von Maishäckselgut auf Verdichtbarkeit und Silagequalität wurden im Herbst vergangenen Jahres auf dem Versuchsbetrieb der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen „Haus Riswick“ durchgeführt. Aufgrund des vergleichsweise heißen und trockenen Sommers besitzen die Häckselgutproben einen extrem hohen Trockensubstanzgehalt (45 bis 48 % T). Dass dieser Wert unter den gegebenen Witterungsbedingungen nicht untypisch ist, belegen Zahlen aus Sachsen, wonach ein Drittel der Maissilagen aus 2003 einen Trockensubstanzgehalt von über 40 % hatte (Steinhöfel, 2004).

### **Zerkleinerung**

Eine Analyse der Zerkleinerung des Ausgangsmaterials ist grundlegend, um weitergehende Untersuchungen bezüglich Verdichtbarkeit und Gärqualität interpretieren zu können. Dazu wurden Proben der Häcksellängen 5,0 mm; 14,0 mm und 21,0 mm in einem Siebturm mit Rundlochsieben der Lochweiten 2,0; 3,0; 6,0; 10,0; 15,0; 25,0 und 40 mm gesiebt. Ergebnisse der Zuordnung der Massenanteile zu den einzelnen Fraktionen sind in Form eines Histogramms in Abbildung 1 dargestellt.

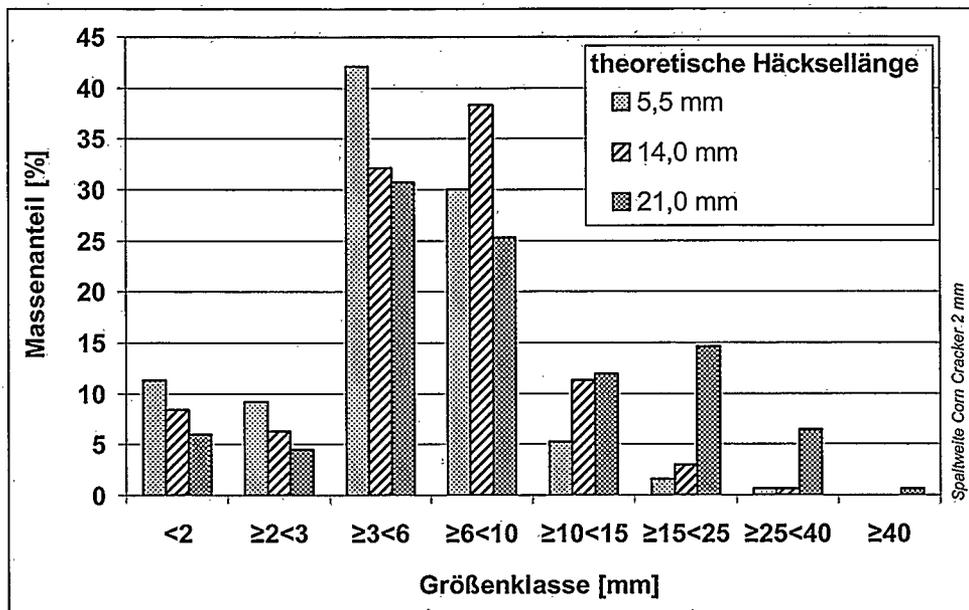


Abb. 1: Histogramm für Maishäckselgut mit unterschiedlicher Zerkleinerung

Der typische Verlauf zeigt, dass bei einer theoretischen Häcksellänge von 5,5 mm über 40 % des Probenmaterials in der Klasse  $\geq 3 < 6$  mm wieder zu finden sind. Mit zunehmender theoretischer Häcksellänge verschiebt sich das *Maximum* der Varianten in Richtung der kleineren Fraktionen. Da die Maiskörner, die gewichtsmäßig größtenteils in die Fraktion 3-6 mm fallen und das Ergebnis der Siebung durch eine größere Masse im Vergleich zur Restpflanze beeinflussen, ist hier eine weitere Trennung von Korn und Restpflanze erforderlich. Alternativ könnte eine Bildanalyse nähere Informationen liefern.

## Verdichtbarkeit

Zur Untersuchung der Verdichtbarkeit mit der Materialprüfmaschine wird das Erntematerial lose in einen Kunststoffzylinder mit der Höhe von 30 cm (11,5 cm Innendurchmesser) eingefüllt und über einen Stempel verdichtet. Die Höhe des Zylinders entspricht der Schichtdicke von 30 cm auf dem Flachsilo, die nach der offiziellen Beratung in der Praxis empfohlen wird. Bei der Verdichtung mit der Materialprüfmaschine kann ein maximaler Druck von 0,45 MPa erreicht werden. Typische Belastungen im Silo liegen bei 0,2 MPa. Die Kraft zur Verdichtung des Materials wird über einen Kraftaufnehmer kontinuierlich gemessen, über den Weg aufgezeichnet und führt somit zu Kraft-Weg-Diagrammen. Ergebnisse zur Verdichtbarkeit von Maishäckselgut unterschiedlicher Häcksellängen sind in Form eines Druck-Dichte Diagramms in Abbildung 2 dargestellt. Der Verlauf der Kurven zeigt, dass auch bei zunehmendem Druck das Häckselgut mit einem geringen Zerkleinerungsgrad (21,0 mm) durch eine geringere Verdichtbarkeit im Vergleich zur 5,5 bzw. 14,0 mm Variante gekennzeichnet ist. Ein Druck von 0,2 MPa bewirkt im Falle der 21,0 mm-Variante eine Dichte von 309 kg TM/m<sup>3</sup>, während bei der 14,0 bzw. 5,5 mm-Variante eine höhere Dichte von 355 bzw. 345 kg/m<sup>3</sup> erreicht werden kann.

Die maximale Verdichtung durch einen Druck von bis zu 0,45 MPa komprimiert das stark zerkleinerte Material auf 420 kg TM/m<sup>3</sup>, im Vergleich dazu zeigt die 21,0 mm Häcksellänge eine

um 10 % geringere T-Dichte auf. Um die Elastizität des Materials zu untersuchen, wurde eine Minute nach der Verdichtung nochmals der Füllstand gemessen und die daraus abzuleitende Dichte nach Rückfederung errechnet. Die maximale Verdichtung mit bis zu 0,43 MPa bewirkt zwar eine Dichte von über 400 kg TM/m<sup>3</sup>, diese wird jedoch aufgrund der Rückfederung (Elastizität) um 35 (5,5 mm) auf bis zu 50 % (21,0 mm) reduziert (Abb. 3).

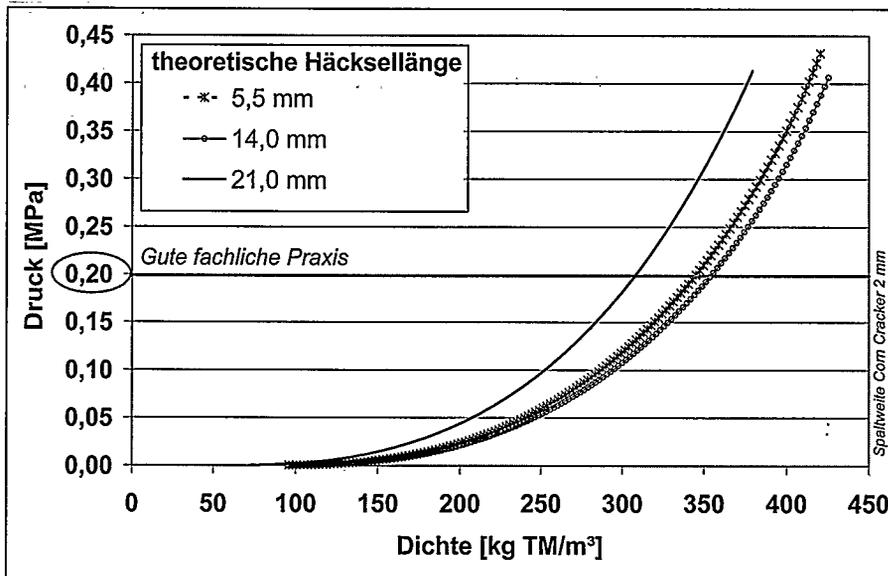


Abb. 2: Einfluss der Zerkleinerung von Maishäckselgut auf die Lagerungsdichte

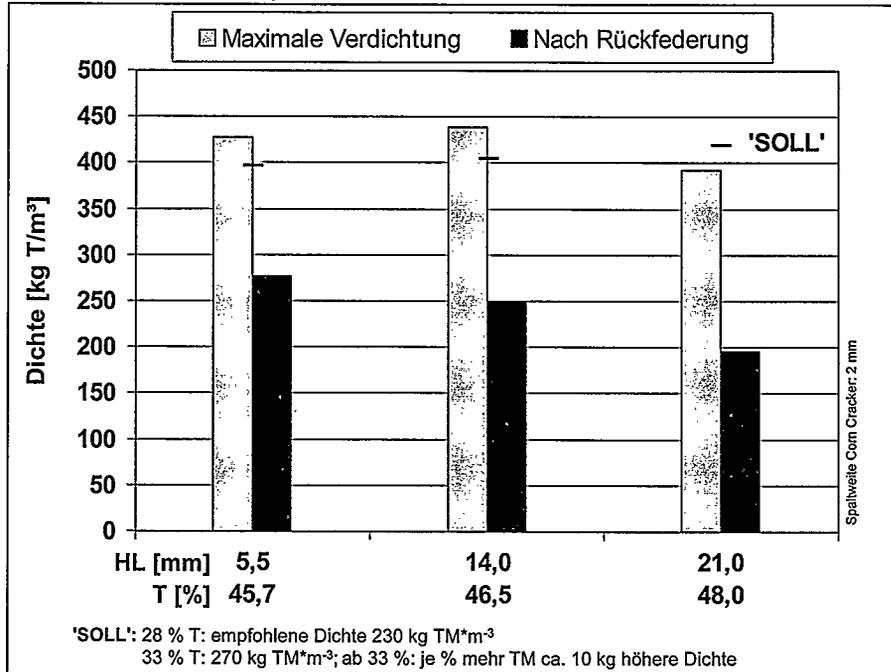


Abb. 3: Dichte von Maishäckselgut bei maximaler Verdichtung (Materialprüfmaschine) und nach Rückfederung

Das Optimum für die Dichte ist abhängig vom T-Gehalt des Materials. Je höher dieser ist, umso höher muss die Dichte sein, um den Luftbeitrag zu minimieren. Bei T-Gehalten über 33 % wird

als Faustzahl angegeben, dass je Prozentpunkt T die Dichte um etwa 10 kg TM/kg<sup>3</sup> ansteigen sollte (Thaysen et al., 2002). Für das extrem trockene Material wäre daraus theoretisch eine Dichte von 400 kg TM/m<sup>3</sup> abzuleiten. Ein Vergleich von „IST“ mit dem „SOLL“, zeigt, dass nach Rückfederung im Falle der 21 mm-Variante nicht einmal die Hälfte der erforderlichen theoretischen Dichte erreicht wird.

## Vorschub

Um den Einfluss der Entnahmegeschwindigkeit (Vorschub) auf die Nacherwärmung von unterschiedlich stark zerkleinertem Maishäckselgut zu untersuchen, wurden während der Einlagerung Temperaturmessgeräte in die Silos eingebracht, die im Intervall von vier Stunden die Temperatur im Silostock aufzeichnen. Bei einem wöchentlichen Vorschub von zwei Metern sollen die Temperatur-Veränderungen durch das Eindringen von Sauerstoff infolge der Futterentnahme analysiert werden. Parallel dazu werden dreimal wöchentlich die Temperaturen an der Anschnittsfläche erfasst. Diese Untersuchungen sind derzeit noch nicht abgeschlossen.

Es ist zu vermuten, dass eine größere Häcksellänge infolge einer geringeren Lagerungsdichte eine stärkere Nacherwärmung durch die Entnahme bewirkt. Die Konsequenz wäre in diesem Fall den Vorschub zu erhöhen. Dies könnte realisiert werden, indem schon bei der Anlage des Silos eine geringere Anschnittsfläche geplant wird. Beispielsweise wäre bei einem Vorschub von 1,5 m/Woche und einer Anschnittsfläche von 20 m<sup>2</sup> am Flachsilo, zur Erhöhung der Entnahmegeschwindigkeit auf 2,0 m/Woche eine Anschnittsfläche von 15 m<sup>2</sup> zu kalkulieren. Im Falle einer sehr geringen Langzeitstabilität der Silage und einem daraus folgenden erforderlichen Vorschub von 3,0 m/Woche im Sommer entspräche dies einer Anschnittsfläche von 10 m<sup>2</sup>. Als qualitätssichernde Maßnahme wäre in diesem Fall z.B. die Konservierung in Siloschläuchen durchzuführen.

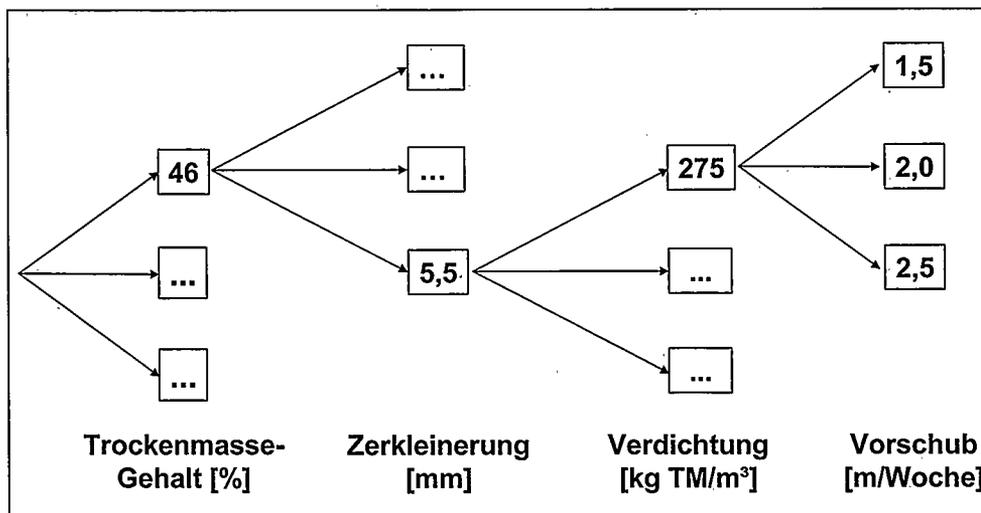


Abb. 4: Vernetzung der Informationen zur Regelung der Qualität von Maissilage

Anhand der Ergebnisse aus den Einzeluntersuchungen mit standardisierten Einflussgrößen lassen sich Vernetzungen von Informationen zur Regelung des Prozesses „Qualität von Maissilage“

ableiten (Abb. 4). Wie aus dem Entscheidungspfad deutlich wird, führen ein T-Gehalt von 46 % und eine Zerkleinerung von 5,5 mm bei einem Druck von 0,4 MPa und einmaliger Verdichtung zu einer Dichte von 275 TM/m<sup>3</sup>. Über zugehörige Qualitätsparameter kann der Rückschluss von der Qualität auf die Technik gezogen werden.

## Ausblick

Eine Transparenz der Vernetzung von Qualitätsbestimmenden Einflussfaktoren für die Anwekksilage liefert die Datenbasis für die Regelung des Ernteprozesses und damit die Möglichkeit, die Qualität zu planen. Während der Ernte soll zielgerichtet die erforderliche Technik zur Futterbergrung, die entsprechende Konservierungsform und Verdichtung gewählt werden. Voraussetzung dazu ist, dass die benötigte Technik disponibel und, dass die Messung an den Lenkungspunkten während der Ernte technisch möglich sind. Während Informationen über Masse und T-Gehalt schon während der Ernte erfasst werden können, wird an einer Analyse des Ernteguts auf organische Inhaltsstoffe zurzeit gearbeitet (Heinrich und Bernhardt, 2000). Ebenso wichtig ist jedoch auch das Know-how des Betriebsleiters. Das Informationsmanagement-System dient somit als Planungs- und Bewertungsinstrument und soll zu einer Reduzierung der Arbeitsbelastung des Unternehmers führen, der in der Ernteperiode innerhalb kürzester Zeit weitergehende Entscheidungen zum optimalen Technikeinsatz treffen muss.

## Zusammenfassung

Zur Qualitätsbeurteilung von Silage dient zum einen die Nährstoff- und Energiekonzentration, die durch den Erhalt des Futterwertes im Siliergut bis zum Futtertrog möglichst hoch sein sollten. Neben der Gärung sind die Umsetzungen am geöffneten Silo (Verderb der Silage mit entsprechender Wärme- und Schimmelbildung) durch den Nachweis des Übergangs (Carry-Over) von Mykotoxinen aus verdorbenen Futtermitteln in die Milch in zunehmendem Maße qualitätsrelevant. Probleme mit Qualitätsminderung durch Nacherwärmung haben zugenommen bei gleichzeitig zunehmender ganzjähriger Silagefütterung. Vermutlich liegen die Ursachen in mangelnder Information zu Qualitätssichernden Parametern zum Zeitpunkt der Arbeitsspitze Futterernte und -konservierung.

Ziel der Untersuchung ist die Erarbeitung eines Informationsmanagement-Systems für die Anwekksilage, das ausgehend von der Zielgröße „Langzeitstabilität“ über kritische Lenkungspunkte unter Berücksichtigung der Inhaltsstoffe des Ausgangsmaterials zu Qualitätssichernden Maßnahmen führt. Über Untersuchungen zum Einfluss der Zerkleinerung, der Verdichtung und der Entnahmetechnik auf Parameter der „Langzeitstabilität“ bei Silage soll der Rückschluss von erzielter Qualität auf die einzusetzende Technik erarbeitet und einzelnen Prozessstufen innerhalb des Ernte- und Konservierungsverfahrens zugeordnet werden. Hierdurch können die Betriebsleiter zukünftig Qualitätsbeeinflussende Entscheidungsketten mit einer geeigneten Mechanisierung und Konservierung steuern.

## Résumé

### Gestion d'information pour l'assurance qualité dans le récolte et la conservation de fourrage

La qualité de l'ensilage est évaluée à partir de sa concentration en énergie et en éléments nutritifs. Celle-ci devrait être la plus élevée possible jusqu'à la distribution de l'ensilage à l'animal, dans la mesure où l'ensilage préserve la valeur du fourrage. Outre la fermentation, les transformations qui se produisent dans les silos ouverts (décomposition de l'ensilage avec formation correspondante de chaleur et de moisissure) sont également importantes en terme de qualité suite à la mise en évidence du passage croissant (Carry-Over) de mycotoxines issues de fourrages avariés dans le lait. Les problèmes de baisse de qualité liés à un post-réchauffement se sont accrus sachant que parallèlement la distribution d'ensilage à l'année a, elle, augmenté. Il est probable que ce phénomène s'explique par un manque d'information sur les paramètres d'assurance qualité lors des pointes de travail que représentent la récolte et la conservation du fourrage.

La présente étude a pour but de mettre en place un système de gestion d'information pour l'ensilage préfané, qui viserait un objectif de „stabilité à long terme“ grâce à des points de contrôle critiques, tiendrait compte des composants du matériel de base et déboucherait sur des mesures d'assurance qualité. Des études de l'influence du broyage, du compactage et de la technique de reprise sur les paramètres de la „stabilité à long terme“ de l'ensilage doivent permettre de choisir les procédés techniques permettant de produire la qualité recherchée et de les intégrer aux différentes étapes du processus de récolte et de conservation. A l'avenir, ce système permettra aux chefs d'exploitation de gérer des chaînes de décision influençant la qualité avec la mécanisation et les méthodes de conservation adéquates.

## Summary

### Information management system for quality assurance in forage harvest and conservation

Silage quality can be evaluated on the basis of its nutrient and energy content, which should be as high as possible in order to preserve the feed value from the silage all the way to the feeder. On the other hand, in addition to fermentation, chemical processes in the opened silo (deterioration of silage accompanied by heat release and mould formation) have an increasing impact on quality due to the carry-over of mycotoxins from contaminated feed into the milk. As an increasing number of farms rely on year-round silage feeding, problems with quality loss due to secondary fermentation have become more frequent. These problems most probably arise from a lack of information as how to ensure quality during the labour peak of feed harvest and conservation.

The aim of this investigation is to develop an information-management system for pre-wilted silage. Based on the target of 'long-term-stability', this system is intended to point to quality-assurance measures by considering the composition of the fresh forage and monitoring critical

control points in the ensiling process. Studies on the influence of chopping, compaction and feed-out technique on 'long-term-stability' parameters aim to make it possible to deduce what technology should be used from the desired feed quality, and to define the impact on quality of each step in the of forage-harvesting and conservation process.

In this way, farmers will in future be able to make decisions with a bearing on quality by means of appropriate mechanization and forage conservation.

## Literatur

Heinrich, A., G. Bernhardt, 2000: Qualitätskontrolle in der Erntetechnik. Landtechnik 57, 4/2002, S. 200-201.

Spiekers, H., R. Miltner, W. Beeker, 2003: Nacherwärmung gefährdet besten Silomais. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen Lippe 33, S. 18-19.

Steinhöfel, O., 2004: Mit Thermobildern Nacherwärmung auf der Spur. dlz 3/04, S. 108-112.

Thaysen, J. et al., 2002: Futterkonservierung. Hrsg. Nordwestdeutsche Landwirtschaftskammern. 6. Ausgabe, Oldenburg.

Weissbach F., H. Honig, 1997: Vorschlag für einen neuen Schlüssel zur Bewertung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung. 38. Interne Sitzung des DLG-Ausschusses für Futterkonservierung am 02.07.1997 in Gumpenstein.

# Vom Umweltaudit zum landwirtschaftlichen Betriebs- Management

*Johannes große Beilage, Biohof Bakenhus, Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV), D-26197 Großenkneten*

*Edmund A. Spindler, Fachausschuss „Agrar- und Ernährungswirtschaft“ im Verband für nachhaltiges Umweltmanagement (VNU), D-59077 Hamm*

## Ausgangslage

„Wer schreibt, der bleibt“. Diese Volksweisheit gilt in abgeänderter Form auch für die Landwirtschaft: „Wer dokumentiert, der profitiert“. Nahezu kein Betrieb in Europa ist unter gegebenen Bedingungen in der Lage, ohne Förderung zu „Weltmarktpreisen“ seine Existenz nachhaltig zu sichern. Nicht selten realisieren heute landwirtschaftliche Betriebe bis 30 % ihres Umsatzes über öffentliche Fördermittel. Und dies wird sich in naher Zukunft auch nicht verändern. Im Gegenteil:

Die Reform der EU-Agrarförderung (GAP-Reform nach den „Luxemburger Beschlüssen“) [7] führt mit der sogenannten „Entkopplung“ und der „Cross Compliance-Regelung“ zu einer Umverteilung der bisher produktionsbezogenen Mittel auf die Umweltleistungen der Landwirtschaft. Das Wort „Entkopplung“ ist hier streng genommen eigentlich falsch; in Wirklichkeit handelt es sich um eine „Umkopplung“, denn die Gewährung von Beihilfen in Form von Flächen- oder Betriebsprämien erfolgt nicht automatisch, sondern erst bei Nachweis einer soliden landwirtschaftlichen Praxis, wobei davon ausgegangen wird, dass alle gesetzlichen Vorschriften eingehalten werden:

Die „Entkopplung“ markiert eine Zäsur in der EU-Agrarpolitik. Die „gute fachliche Praxis“ wird zur Selbstverständlichkeit. Das Dokumentationswesen zur allgemeinen landschafts- und umwelterhaltenden Wirtschaftsweise des Betriebes wird zur Sicherung der Erzielung landwirtschaftlichen Einkommens ebenso wichtig wie die Qualitätssicherung der Produkte selbst. Zeitgleich mit der geplanten Umstellung der Agrarförderung von produktions- und damit mengenbezogener Förderung auf die betriebs- bzw. flächenbezogene Förderung durch die EU-Agrarreform soll die Einführung von einzelbetrieblichen Managementsystemen ab 2005 gefördert und ein Betriebsberatungssystem aufgebaut werden [9].

„Cross Compliance“ ist in die Verordnung aufgenommen worden, um genau definierte Umweltziele im Wege des Einkommenstranfers zu erreichen. Landwirte, die diese Vorgaben („Grundanforderungen an die Betriebsführung“) nicht erfüllen, erhalten in Zukunft keine oder geringere Direktzahlungen.

Zu den Grundanforderungen an die Betriebsführung gehören dabei:

- Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanzen,
- Umwelt,
- Tierschutz.

Dies wird im Anhang III der Verordnung mit 19 Rechtsvorschriften konkretisiert (im Entwurf der Verordnung waren es ursprünglich sogar 38 Vorschriften).

Darüber hinaus muss der Landwirt sicherstellen, dass seine Flächen „in gutem landwirtschaftlichen und ökologischem Zustand“ (GÖLZ) erhalten bleiben. Mindestanforderungen hierzu sind im Anhang IV der Verordnung genau aufgeführt. Es geht dabei u.a. um Bodenerosion, Bodenfruchtbarkeit, Bodenstruktur- und landschaftspflegerische Leistungen.

Zu diesen aktuellen Herausforderungen kommen für den Landwirt noch die wachsenden Anforderungen nach Wasserhaushaltsgesetz, nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die Umwelthaftungsfragen, weitere Dokumentations- und Nachweispflichten des Marktes (wie z.B. QS, IFS, EUREPGAP u.a.) sowie die Bewirtschaftungsstandards der „guten fachlichen Praxis“ nach der Düngemittelverordnung und dem Pflanzenschutzgesetz.

Es ist deshalb an der Zeit, die Praxis des landwirtschaftlichen Dokumentationswesens so zu strukturieren, dass die relevanten Informationen aus einem System heraus sicher darstellbar und auswertbar werden. Mehr als in anderen Branchen bietet hierfür das betriebliche Umweltmanagement den geeigneten methodischen „Aufhänger“ und eine Leitfunktion.

## **Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)**

Jeder Landwirt muss die gesetzlich vorgeschriebenen Umweltschutzbestimmungen berücksichtigen und die Umweltauflagen einhalten. Die meisten tun dies bislang *intuitiv* oder *pragmatisch* nach Bedarf, wenn Umweltprobleme zu lösen sind, und *individuell*, sozusagen „nach Art des Hauses“.

Landwirte, die auf Umweltauflagen gut vorbereitet sein wollen, können dies aber auch *systematisch* tun und freiwillig ein standardisiertes und formalisiertes Umweltmanagementsystem aufbauen.

Hierbei gibt es grundsätzlich die Möglichkeit zum Vorgehen nach der Norm (ISO 14001) oder nach der EU-Öko-Audit-Verordnung (EMAS II, [7]). In vielen Punkten stimmen die Systeme überein, EMAS stellt sich jedoch mehr öffentlichkeitsorientiert dar. Eine EMAS-Validierung erfüllt unmittelbar auch alle Anforderungen zur Zertifizierung nach ISO 14001.

Einem Unternehmer-Landwirt ist EMAS zu empfehlen, weil dieses System präventiv und leistungsorientiert ist und die Anforderungen der Agrarreform (Rückverfolgbarkeit, Cross Compliance etc.) voll abdeckt. Mit der zu veröffentlichenden Umwelterklärung (als Dokumentations- und Werbeschrift) und dem EMAS-Logo kann der Landwirt auf sich aufmerksam machen und eine Privilegierung erreichen.

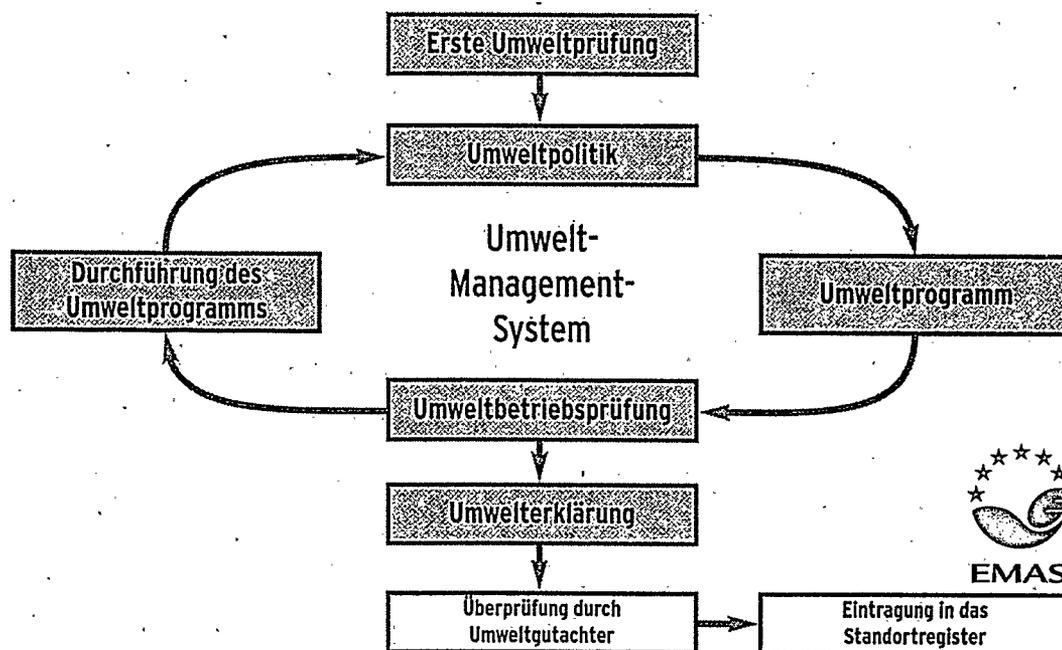


Abb.1: Elemente des EMAS Agrar-Öko-Audits (nach [2])

EMAS ist das anspruchsvollste Umweltmanagementsystem, das es gibt. Es ist freiwillig anwendbar und effizient. Es ist methodenoffen, d.h. es können verschiedene Bewertungsmethoden (z.B. KUL, Repro, Biopunkte u.a.) genutzt werden.

Ein solches Agrar-Öko-Audit auf der Basis von EMAS muss nicht kompliziert und aufwendig sein, wie der „Praxisleitfaden zur beständigen Verbesserung der Umwelleistungen von Landwirtschaftsbetrieben“ [2] zeigt und der Film „BauernPower mit System“ belegt (aid Infodienst, Bonn, 2004). Mittlerweile haben etwa 40 landwirtschaftliche Betriebe in Deutschland das EMAS-System mit Erfolg eingeführt.

„Schlanke Dokumentation und Mehrfachverwendung“ ist das EMAS-Motto, denn „Umweltmanagement muss einfach sein“ (Es muss sein, aber es muss auch einfach sein!).

Wichtig ist, dass eine Ganzheitsbetrachtung des Betriebes vorgenommen und die gesamte Lebensmittelkette gesehen wird. „Von der Mistgabel bis zur Essgabel“ ist dazu das schöne Motto in der Schweiz.

Als Erläuterung zu Abbildung 1 kann hier nur eine sehr gekürzte Übersicht der Prozesselemente gegeben werden (Näheres in [2]):

- Die **Umweltprüfung** ist die erste Bestandsaufnahme aller Tätigkeiten im Betrieb, die mit Auswirkungen auf die Umwelt verbunden sind.
- Die **Umweltpolitik** beschreibt die Leitlinien der Organisation in Bezug auf Umweltschutz und Umweltvorsorge. Sie muss von der Geschäftsleitung selbst schriftlich formuliert und öffentlich dargelegt werden.
- Das **Umweltprogramm** ist die betriebsinterne Arbeitsgrundlage des Umweltmanagementsystems. Es wird laufend (z.B. jährlich) im Betrieb aktualisiert.

- Die **Umweltbetriebsprüfung** und die laufende **Durchführung des Umweltprogrammes** übernimmt der Betrieb selbst.
- Die **Umwelterklärung** dokumentiert die Umweltsituation des Betriebes schriftlich gegenüber der Öffentlichkeit (vgl. Dokumentationspflichten aufgrund der Agrarreform).
- Die **Überprüfung durch Umweltgutachter** erfolgt spätestens nach drei Jahren und führt zur „Validierung“ (= Gültigkeitserklärung) zwecks Erhalt der **Eintragung in das Standortregister**.

## **Von der „organisierten Dokumentation“ zur „Datenverarbeitung“ in der Landwirtschaft**

Nach langem Zögern setzt sich in Politik und Gesellschaft die Erkenntnis durch, dass sich die Leistung der Landwirtschaft nicht nur über Menge und Preis von Lebensmitteln definieren lässt. Dafür stehen die Zahlungsansprüche aus der Agrarreform ab 2005. Immer mehr Gesetze und Verordnungen sind einzuhalten. Dies erfordert die Erklärung von Betriebsdaten nach aussen. Die (sehr unschöne) Alternative ist übermäßige staatliche Kontrolle (z.B. [6]).

Dokumentation ohne aktive Weiterverarbeitung (wenn auch nur im Kopf des/der Verantwortlichen) bringt jedoch keinen Nutzen für den Betrieb. Sie schürt nur das besonders unter Landwirten weit verbreitete Vorurteil, dass die Dokumentationspflicht und somit die Erklärung von Leistungen des Betriebes gegenüber der Öffentlichkeit zusätzliche und unnötige Arbeit mache. Ein zukunftsorientiert wirtschaftender Landwirt sollte hingegen gezielt genau diejenigen Daten zur kontinuierlichen Betriebsoptimierung sammeln und mitverwenden, die im Licht der Öffentlichkeit (und damit unter Beobachtung seines Kunden) stehen. Es liegt in seinem Interesse, die Nachweispflichten als Anspruch an zeitgemässe Landbewirtschaftung zu verstehen und die dafür nötigen Informationen nicht nur nach aussen zu geben, sondern auch für die betriebliche Weiterentwicklung zu nutzen.

## **Struktur betrieblicher Informationen**

Allgemein zeigt sich in der Wirtschaft ein Trend zur Verknüpfung betrieblicher Informationen zum gesamtbetrieblichen Management (Betriebswirtschaft, Qualität, Umwelt, Sicherheit) ausgehend von den Methoden zur Qualitätssicherung nach ISO 9000ff. Aufgrund der natürlichen Gegebenheiten und der Ansprüche der Öffentlichkeit liegt für die Landwirtschaft hingegen der Einstieg in das gesamtbetrieblichen Management über das Umweltmanagement (s.o.) nahe. Die Methodik ist vergleichbar, wenngleich die Schwerpunktsetzung verlagert ist.

Wie in Gewerbe und Industrie, so fließt auch im landwirtschaftlichen Betrieb eine Vielzahl von Informationen. Oftmals sind aber nur einer oder wenige Entscheidungsträger im Betrieb vorhanden, die vielseitig arbeiten und dadurch weitgehend über das Betriebsgeschehen informiert sind. Dieses vereinfacht die Anforderungen an das Managementsystem, insbesondere hinsichtlich des Formularwesens, um ein Vielfaches gegenüber grösseren Unternehmen.

Dennoch müssen auch hier Informationen strukturiert verfügbar, gemeinsam verwaltet und zweckmässig aktuell gehalten werden. Doppelarbeit ist zu vermeiden. Das gilt für die Verknüpfung von Finanzbuchhaltung und betriebswirtschaftlichem Controlling ebenso wie die Verbindung von Naturalwirtschaft (z.B. Schlagkartei, Tierkartei) und allgemeinen Nachweispflichten.

Der Trend zur direkten Datenerfassung in die EDV ist sinnvoll, insbesondere wenn die Daten nicht nur dokumentiert, sondern weiterverarbeitet werden sollen. Im Idealfall erfolgt dies direkt elektronisch und automatisch im Stall oder auf dem Feld. Über die Vor-Ort-Erfassung in mobile Computer (Palm) bis zur Datenübernahme von Papieraufzeichnungen oder mündlichen Informationen im Büro sind alle Zwischenstufen möglich und werden, einschliesslich der Papierablage im Büro, auf längere Sicht auch weiter nebeneinander existieren.

Mangels allgemein ausgearbeiteter Strukturen wird in folgenden der Datenanfall im Büro des realen Betriebsbeispiels „OOWV-Biohof Bakenhus“ (in der Nähe von Oldenburg, siehe auch [www.bakenhus.de](http://www.bakenhus.de)) gegliedert. Beschrieben wird die bestehende Dokumentation. Sie zielt ab auf die Eingliederung in den kontinuierlichen Verbesserungsprozess gemäss EMAS II (vgl. Abb. 1).

### **Laufende Dokumentation im Betriebsbeispiel**

Die Datenhandhabung hat sich im Beispielsbetrieb im Laufe der letzten acht Jahre entwickelt. Vorteilhaft ist, dass schon fast von Anfang an ein jährliches Audit zur Kontrolle des ökologischen Landbaus durchgeführt wird. Es ist dennoch nichts idealisiert, sondern es wird der heutige Status von Datenerfassung, Datenverarbeitung und Ablage dargestellt, welcher zur Zeit aus betrieblichen Gründen in dieser Form zweckmässig erscheint.

Längerfristig soll sich die Vorgehensweise vereinheitlichen und mehr in der EDV konzentrieren. Dies sollte im Rahmen der betrieblichen Entwicklung/kontinuierlichen Verbesserung geschehen. Tabelle 1 verdeutlicht, dass die für betriebliche Entscheidungen ohnehin erfassten Merkmale (Tab. 1, Spalte 2-4) heute die Ansprüche der Dokumentation für Dritte (Finanzamt, Qualität und Umwelt) bereits beinhalten und sogar darüber hinausgehen. Die Datenerfassung selbst (Tab. 1, Spalte 5-7) erfolgt oftmals durch fertig im Büro vorliegende Fremdbelege (Sp. 5), so dass der Umfang der Selbstaufschreibung (Sp. 6: Tagebuch, eigene Formulare) sich im Grunde in einfachen Grenzen hält. Anschliessen muss sich eine gut organisierte Datenablage und angemessener Umfang an Daten-Weiterverarbeitung (s. Kap. 4.1.1 und 4.1.2).

Tab. 1: Erfordernisse der Datenerfassung für das landwirtschaftliche Betriebsmanagement

Merkmal	Notwendigkeit			Datenquelle		
	Qualität und Umwelt	Finanzamt	betriebliches Entscheiden	Fremdbelege	Arbeits-tagebuch	eigene Formulare
Anbauplan/Flächennutzungsplan					X	
Katasterkarten/-auszüge				X		
Bodenuntersuchungen				X		
Verwendung Düngemittel/PS-Mittel					X	
tierärztliche Behandlungen				X	X	
Haltungsformen						X
Sicherheitsprüfung, Entsorgung				X		
Pachtverträge				X		
Zu-/Abgänge Dünger/Saatgut/PS				X		
Zu-/Abgänge Futter/Tiere				X		
sonst. Rechnungen/Abrechng.				X		
Bankkontoauszüge				X		
Kassenbuch						X
Inventur						X
Anlagespiegel						X
Lieferscheine				X		
Angebote				X		
Naturalleistungen (Erträge, Zunahmen, Qualitäten...)				X	X	
Naturalverbräuche (Futter, spez. PS-Mitteleinsatz...)				X	X	

### Papierablage im Betriebsbeispiel

Informationen auf Papier fließen im Beispielsbetrieb nach einem festen Schema:

- Schreibtisch: grundsätzlich nur die augenblicklich direkt gehandhabten Vorgänge
- Sortierablage: Eingang (unbearbeitet) → aktuelle Bearbeitung → Ausgang nach Empfängern (Briefpost/ Mitarbeiter/ Betriebsleiter-Rückfragen/ FiBu-Belege/ Lieferscheine/ sonst. Ausgang für Aktenordner)
- Aktenordner: nach Themen (sog. Aktenplan); weitere Tab-Register jeweils im Ordner

Eine nähere Beschreibung des individuellen Beispiels erübrigt sich an dieser Stelle. Wichtig ist einzig die übersichtliche Vorgehensweise und eine, auch für Vertretungsfälle, verständliche Ordnersortierung (Aktenplan in Schranktür o.ä.).

Papierbezogene Daten, für die auch langfristig kein Nutzen in der EDV-Verarbeitung gesehen wird, sind insofern zu beachten, als sie zwar traditionell gesammelt und abgelegt, aber möglicherweise überflüssig sein könnten. Beispielsweise ist das Aufschreiben der Diesellentnahme an der Hoftankstelle möglicherweise überflüssig, solange keine tatsächliche Kontrollrechnung durchgeführt wird.

## EDV-Verarbeitung im Betriebsbeispiel

Neben der üblichen Software für Text- und Bildbearbeitung sowie Internet gliedert sich die derzeitige managementrelevante EDV-Datenverarbeitung im Grunde einfach:

- Finanzbuchhaltung: Quick Books (Lexware, vormals Intuit); wurde zunächst eingerichtet zum Schreiben und Verwalten von Rechnungen. Mittlerweile werden auch alle steuerlich relevanten Daten einschließlich Kontenrahmen und Inventarverwaltung komplett abgebildet, Belegflüsse (Rechnungen, Zahlungen, Onlinebanking mit Bankkontenabgleich) gehen direkt in die Finanzbuchhaltung ein, weitere Doppelarbeit beim Steuerberater (Belegerfassung) sollte dadurch künftig vermieden werden.
- Ackerschlagkartei: MultiPlant (Helm); wurde beschafft anlässlich der Notwendigkeit, im Wasserschutzgebiet auch Nährstoffbilanzierungen für alle Schläge durchzuführen. Diese geschehen im Rahmen der Buchungen nun automatisch; weitere erforderliche Abfragen (Saattermin/Sorten/Erntemengen etc.) erfolgen meist über die Funktion 'Tagebuchauszug' mit entsprechenden Filtern. Die weiteren Funktionen werden kaum genutzt; die laufende Datenerfassung reduziert sich hier deshalb mittlerweile auf Saat-, Düngungs-, Pflanzenschutz- und Erntevorgänge. Eventuell wird die grafische Flächenverwaltung aktiviert, sobald eine GPS-Flächenvermessung erfolgt ist.
- MS-Excel-Dateien (insgesamt 3 Stück):
  - sonst. Flächenverwaltung: Katasterverzeichnis (Einzelparzellen) mit Fruchtfolgen, Pachtverhältnisse, flächenspez. Daten zu Fördermaßnahmen; einfache Summierungsfunktionen
  - Tierkartei: Bestandsverzeichnis (Rind: Einzeltiere; Schwein: Gruppen) mit Naturalleistungen; einfache Auswertefunktionen gemäß den betriebl. Anforderungen; Datenübertragung in das Internet (HIT-Datenbank) durch „Kopieren“ und „Einfügen“
  - Pferdepension: einfaches Bestandsverzeichnis (Einzeltiere, nach Monaten); Rest in Finanzbuchhaltung (s.o.) automatisiert

Insgesamt erscheint spezielle landwirtschaftliche Software im Verhältnis zum Nutzen oftmals zu teuer, wenig flexibel, kaum kompatibel und auch in der Einarbeitung zu aufwendig. Es erweist sich stattdessen für einen Betrieb mit mehreren 'Standbeinen' als lohnend, mit insgesamt geringerem Zeitaufwand die Handhabung des vielseitigen Tabellenkalkulationssystems zu lernen und zu verbessern. Maßstab für den Nutzen einer Software ist, ob komplexe Auswertefunktionen vorhanden sind und wirklich dauerhaft sinnvoll genutzt werden.

Das System der EDV-Verarbeitung ist veränderlich, und zwar schneller als die Verfahrenstechnik in der Landwirtschaft! Vom Anwender ist immer wieder zu prüfen, ob und wofür erfasste Daten benötigt werden und ob identische Daten unnötig an mehreren Stellen gleichzeitig gepflegt werden müssen (im Beispiel u.a. Teile des Katasterverzeichnisses und Stammdaten der Ackerschlagkartei).

Der Traum mancher Landwirte von der allumfassenden Managementsoftware wird noch lange ein Traum bleiben. Die intelligente Organisationsstruktur und die Auswahl der richtigen Werkzeuge wird weiterhin Aufgabe des Menschen, d.h. des Managements vor Ort bleiben.

## Datenverwendung innerhalb eines anerkannten Managementsystems

Zur betrieblichen Entscheidungsfindung, zur optimalen Darstellung des Betriebes nach aussen, zur Erlangung von Prüfzertifikaten, zur Vergleichbarkeit mit anderen sowie für mehr Rechtssicherheit in der Dokumentation sollten die Betriebsdaten künftig in einem genormten methodischen Rahmen gehandhabt werden. Dies erleichtert nicht zuletzt auch das tägliche Geschäft (auch im Büro!) und ist ebenso selbstverständlich wie zum Beispiel die Verwendung der festgelegten Methoden zur Gewinn- und Verlustrechnung oder der Deckungsbeitragsrechnung in untergeordneten Teilbereichen.

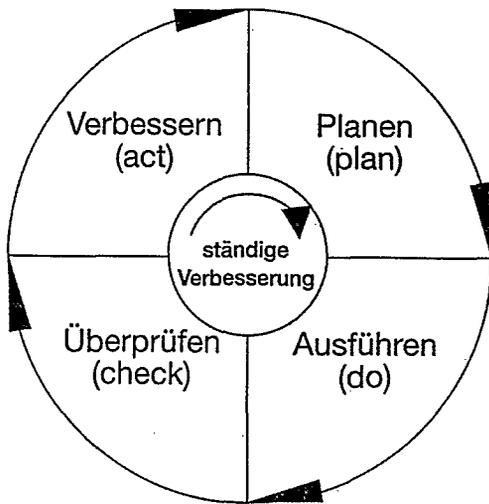


Abb. 2: Allgemeines Prinzip des PDCA-Managementprozesses (Deming-Zyklus) (nach [3], S.19ff)

Das Planen-Entscheiden-Durchführen-Kontrollieren-Verbessern im Sinne eines Regelkreises, das in seinen Ursprüngen auf die amerikanischen Unternehmensberater W. Edwards Deming und Joseph M. Juran zurückgeht (Abb. 2), erscheint in ISO 9000ff-Systemen zur Qualitätssicherung ebenso wie beim EMAS II-Umweltmanagement. Die Methoden sind weitgehend kompatibel. In grösseren Betrieben werden sie mittlerweile zusammengeführt und mit weiteren Ergänzungen unter dem Begriff „Integriertes Betriebsmanagement“ (IMS) geführt. Im landwirtschaftlichen Unternehmen sollte die Integration beider von Anfang an als faktisch gegeben gesehen werden, zumal wenn die Anwendung zwar für gut, die formelle Zertifizierung auf mehreren Ebenen aber für zu teuer erachtet wird.

Für den öffentlichen Auftritt hat das EMAS-Umweltmanagement dabei im Vergleich zu einer Qualitäts-Zertifizierung nach ISO 9001 zur Zeit eindeutig die höhere Priorität, nicht zuletzt im Sinne der Sicherung der Zahlungsansprüche aufgrund der Regelungen der Agrarreform. Selbstverständlich können aus diesem Betriebsmanagement heraus auch die anderen Dokumentationsansprüche, zum Beispiel für die deutsche QS-GmbH, europäische Forderungen gemäss EUREPGAP erfüllt werden.

## Zusammenfassung / Fazit

Managementsysteme sind in der Landwirtschaft nicht dazu da, Akten zu füllen, sondern sie sollen helfen, die Praxis zu verbessern. Dies gilt sowohl für Qualitätsmanagementsysteme als auch für Umweltmanagementsysteme gleichermaßen.

Einem Landwirt ist nicht viel geholfen, wenn man ihm unterschiedliche Handbücher für Qualität, Umweltschutz und Arbeitssicherheit vorlegt. Effektiv ist ein kombiniertes bzw. integriertes Management, das auch im Unternehmen gelebt wird. Im Agrarbereich sind vor allem die Querbezüge von Umweltwirkung und Qualitätssicherung zentral und wichtig. Der Kern eines solchen integrierten Managementsystems, welches hierfür hervorragend geeignet ist, ist die vorgestellte Adaption des bereits europaweit eingeführten Umweltmanagementsystems EMAS an die Landwirtschaft („Agrar-Öko-Audit“).

Die Vorstellung von Dokumentation und Datenflüssen im Betriebsbeispiel zeigt die Strukturen, welche sich in die Prozesse des integrierten Betriebsmanagements einfügen. Es wird am Beispiel gezeigt, dass die manuelle Datenerfassung im Verhältnis zu den ohnehin im Büro befindlichen Belegen wenig Umfang hat und auch die Papierdatenflüsse und die elektronische Datenverarbeitung mehr eine Frage der Organisation als ein Problem der Datenmenge sind. Ein normiertes Betriebsmanagement kann die informatorischen Leistungen im Büro und auch im praktischen Betrieb sichern und optimieren.

## Résumé

### De l'audit environnemental au management d'exploitation agricole

Dans l'agriculture, les systèmes de management ne sont pas là pour remplir des dossiers, mais sont sensés aider à améliorer la pratique. Ceci est valable aussi bien pour les systèmes de management de la qualité que pour les systèmes de management environnementaux.

On ne rend pas grand service à l'agriculteur en lui fournissant différents manuels de qualité, de protection de l'environnement et de sécurité du travail. Le plus efficace est un management combiné, resp. intégré qui vit également avec l'entreprise. Dans le secteur agricole, les rapports entre les impacts environnementaux et l'assurance qualité sont particulièrement importants et prioritaires. Le noyau d'un tel système de management intégré, qui conviendrait parfaitement ici, est représenté par l'adaptation à l'agriculture («Agrar-Öko-Audit») du système de management environnemental qui existe déjà dans toute l'Europe et a pour nom EMAS.

La présentation de documentation et de flux de données à partir de l'exemple de l'exploitation met l'accent sur les structures qui s'intègrent dans les processus de management intégré. L'exemple montre que la saisie manuelle des données est peu importante par rapport aux quittances qui se trouvent déjà dans le bureau et que le flux des données papier ainsi que le traitement électronique des données sont plus une question d'organisation qu'un problème de volume. Un management d'exploitation normalisé peut assurer et optimiser les prestations liées à l'information au bureau et dans l'exploitation même.

## Summary

### From environmental audit to farm management

The purpose of management systems in agriculture is not to produce documents, but to improve agricultural practices. This applies both to quality management systems and to environmental management systems.

Separate manuals on quality assurance, environmental protection and safety at work are of little use to the farmer. A combined and/or integrated management system actively used in the business is much more effective. In agriculture, it is particularly important to consider interactions between environmental effects and quality assurance. In the present study, the EMAS environmental management system introduced throughout Europe has been adapted to agricultural purposes. This adapted version (called the 'agro-ecological audit') can serve as a highly suitable integrated management system for agriculture.

A practical example of the documentation and data-flow concept shows the structures and processes to be incorporated into integrated operating management. Furthermore, the example shows that manual data acquisition creates little paperwork in proportion to the printed documents already necessary for bookkeeping. Paper data flow and electronic data processing are more a question of data organization than a problem of data quantity. A standardized management system like EMAS with its regulatory cycle is able to safeguard and optimize informational requirements both in the office and in the practical running of the farm.

## Literatur

- [1] Friedel/Spindler/Wiedermann: UMS-Leitlinien Landwirtschaft. Langgöns: Wiss. Fachverlag Dr. Peter Fleck, November, 2002, ISBN 3-933303-59-1.
- [2] Friedel/Spindler: Praxisleitfaden zur beständigen Verbesserung der Umweltleistungen von Landwirtschaftsbetrieben. Berlin: BMU, 2003.
- [3] Glaap, W.: Umweltmanagement leicht gemacht. München: Hanser, 1995.
- [4] Spindler, E.-A. (Hrsg.): Agrar-Öko-Audit. Praxis und Perspektiven einer umweltorientierten Land- und Forstwirtschaft. Heidelberg: Springer-Verlag, 1998. ISBN 3-540-62451-1.
- [5] Spindler, E.A. (Hrsg.): Agrar-Öko-Audit. Agrarwende mit System. Frankfurt/Main: DLG-Verlag, 2002, ISBN 3-7690-0606-2.
- [6] Umweltbundesamt: Fehler bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln erkennen und abstellen - Beobachtungen der Praxis sollen Aufschluss über tatsächliches Ausmaß falscher Anwendungen geben. Pressemeldung des Umweltbundesamtes vom 13.02.2004, <http://www.oneworld.de/emedial/archiv/10062/>.

## Gesetze/Verordnungen

[7] EG-Verordnung 761/2001 über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS). EG-Amtsblatt L 114/1, 24.04.2001.

[8] EG-Verordnung 1782/2003 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik. EG-Amtsblatt Nr. 270, 21. 10.2003.

[9] Grundsätze für die einzelbetriebliche Förderung landwirtschaftlicher Unternehmen: Förderung einzelbetrieblicher Managementsysteme. in: GAK-Rahmenplan 2004-2007, Beschluss vom 12.12.2003 <http://bmvel.zadi.de/gak/doc/managementsysteme.doc>.

# Zur Bedeutung der Dokumentation im landwirtschaftlichen Betrieb

Hermann Auernhammer, Technische Universität München, Technik im Pflanzenbau,  
D-85354 Freising-Weihenstephan

## Einführung

Das Image der Landwirtschaft in der Bevölkerung ist bedenklich. Intern verfügt die Landwirtschaft über eine starke Kommunikation, in der Außenwirkung ist sie hingegen äußerst schwach. Bei hoher Akzeptanz der Natur- und Wirtschaftswissenschaften in der Bevölkerung hat die Landwirtschaft durch einen abnehmenden Bevölkerungsanteil automatisch einen "Ansehensverlust", der sich durch die jährlich wiederkehrende "Armutdebatten" verstärkt. Bei Lehrern hat sich ein besonders starkes negatives Bild über die Landwirtschaft festgesetzt, Gräben in der Landwirtschaft zwischen dem biologischen und konventionellen Landbau verstärken das negative Bild.

## Landwirtschaft und Verbraucher

Die Gesellschaft hat sich von der (Ur-) Produktion entfernt. Diese oft gebrauchte Aussage ist richtig und trotzdem nicht zutreffend. Nicht die Gesellschaft hat sich entfernt (Abb.1), sondern

- die arbeitsteilige Wirtschaft (und die Globalisierung) schafft zunehmende Distanzen zwischen Urproduktion und Konsument,
- verwischt die Verantwortung,
- führt zum Informationsverlust in der zurückliegenden Kette (je weiter zurück, desto geringer ist die Informationsverfügbarkeit am Ende der Kette),
- und kennt innerhalb der Kette nur noch die Nachbarn (Lieferant und Abnehmer)

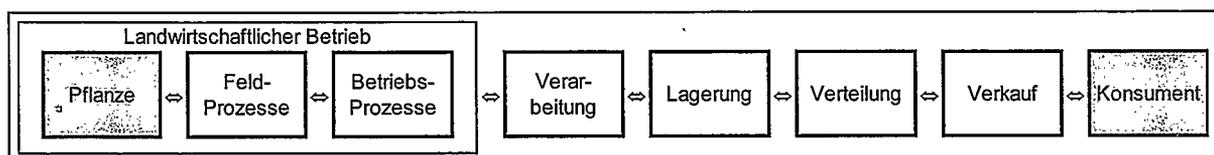


Abb. 1: Wertschöpfungskette in der Landwirtschaft

Allerdings trifft diese Aussage nicht generell zu. Vielmehr unterscheiden sich die Wertschöpfungsketten in Abhängigkeit von der betriebseigenen Arbeitserledigung sehr stark (Abb. 2). Dabei stellt die Direktvermarktung eine gewisse Ausnahmesituation dar. Dort bestehen im Hinblick auf die Entfernung zwischen Erzeugung und Konsument die günstigsten Voraussetzungen:

- (+) der Konsument kennt Erzeuger und Erzeugung
- (+) der Landwirt kennt Konsument und Konsumentenwunsch
- (+) der Informationsfluss ist offen und unbegrenzt, jedoch verursacht dieses System
  - (-) einen hohen zeitlichen Aufwand
  - (-) einen hohen Wegeaufwand
  - (-) in der Regel geringe Stückkostenvorteile

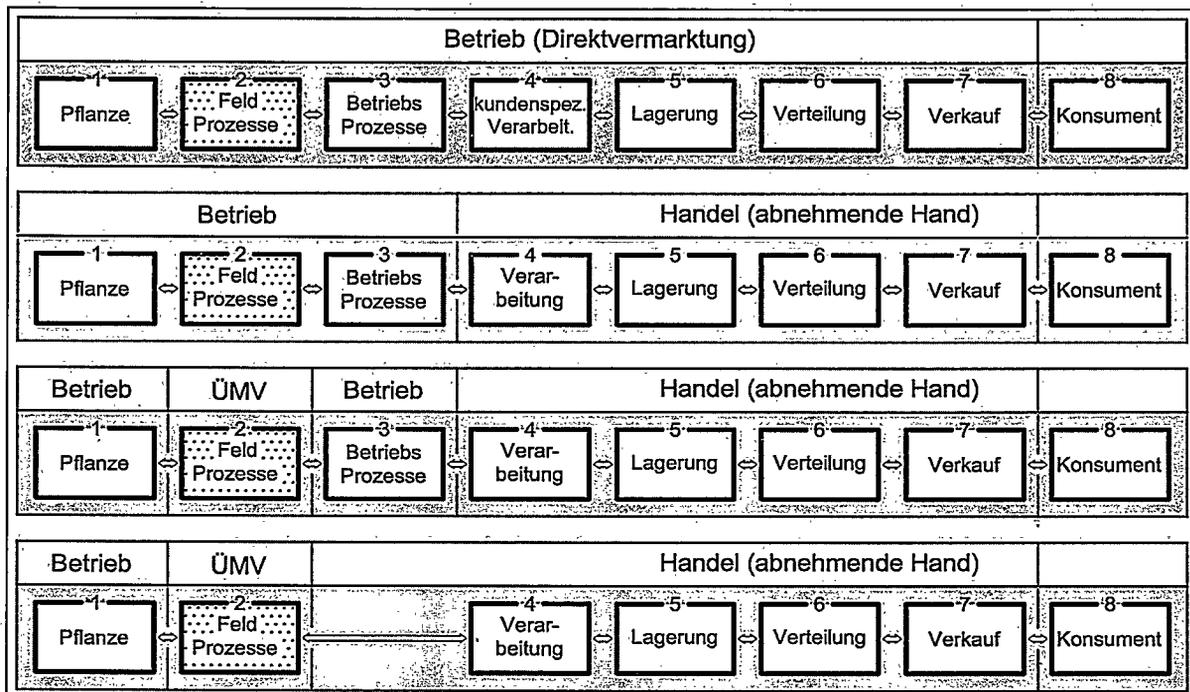


Abb. 2: Die Stellung des landwirtschaftlichen Betriebes in der Wertschöpfungskette an 4 Beispielen

Entgegengesetzt dazu verhält sich die unterste Wertschöpfungskette in Abbildung 2. Dort ist der Konsument am weitesten von der landwirtschaftlichen Produktion entfernt:

- (+) der Landwirt hat den geringsten Aufwand
- (+) er nutzt alle Kostenvorteile
- (+) er hat den niedrigsten Arbeitszeitaufwand, jedoch
  - (-) kennt der Konsument weder Erzeuger noch Erzeugung
  - (-) kann der Landwirt die Konsumentenwünsche nur über die abnehmende Hand erfahren
  - (-) ist der Informationsfluss nicht gewährleistet und verursacht einen echten Zusatzaufwand

## Landwirtschaft und Gesellschaft

Bei aller Komplexität und Vielfältigkeit in der Wertschöpfungskette ist die horizontale Betrachtungsweise jedoch nicht vollständig. Vielmehr wird die Wertschöpfungskette in vertikaler Betrachtung von zwei weiteren Seiten umrahmt (Abb. 3). Jedes Glied innerhalb der Wertschöpfungskette hat darin auch direkte Verbindungen (Verantwortungen) zum einzelnen Bürger als Glied der Gesellschaft und zur Administration (auch Staat oder Verwaltung oder „Soziales“ genannt).

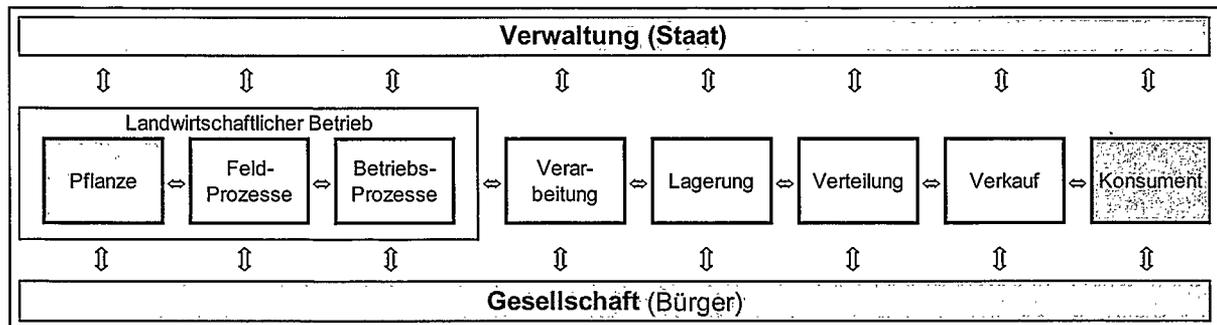


Abb. 3: Die Wertschöpfungskette in der Gesellschaft

## Intelligente Technik im landwirtschaftlichen Betrieb

Innerhalb dieser komplexeren Betrachtungsweise der Produktion soll nicht verkannt werden, dass sich die Technik im landwirtschaftlichen Betrieb in den vergangenen Jahren dramatisch verändert hat. Rein mechanische Lösungen traten zunehmend in den Hintergrund. Heute wird vermehrt intelligente Technik eingesetzt:

- Diese verfügt über eine Vielzahl elektronischer Sensoren mit Steuerungs- und Regelungssystemen, welche über standardisierte elektronische Kanäle kommunizieren können.
- Mit GPS stehen zudem immer und überall hochgenau die jeweilige Position und die Uhrzeit zur Verfügung.
- PDA's ermöglichen den Informationstransfer von umfassenden Datenbeständen direkt zum Ort der Nutzung auf dem Feld und im Betrieb.

Damit kann eine automatische Prozessdatenerfassung aufgebaut werden, welche alle erforderlichen Informationen für die betrieblichen Datenbasen

- Schlagkartei,
- Buchführung
- und Qualitätsmanagement

erfasst und nach deren Anforderungen integriert (Abb. 4).

Die landwirtschaftliche Produktion wird damit zu einem dokumentierten Gesamtprozess, welcher alle Anforderungen im Hinblick auf die Rückverfolgbarkeit und auf künftige Nachweispflichten aus dem Umfeld abdecken könnte, wenn auch die Datenintegration in die betrieblichen Datenbereichen standardisiert wäre. Endgültig endet jedoch der standardisierte Informationstransfer an der Grenze des Betriebes zur nachgelagerten Wertschöpfungskette bei den aus dem Betrieb hinausgehenden und in den Betrieb hereinkommenden Informationen. Schutzlos ist damit der Betrieb den sich verändernden Situationen und Anforderungen aus der ihn umgebenden Welt ausgeliefert.

Betrieb				Außerhalb
Information Signale	Informationsgewinnung Erfassung	Informationverarbeitung Aggregation	Informationsintegration Management Tracing-typ	Produktkette Integration
Ort	Sensoren - manuell (Form, Geruch, ...) - technisch (Masse, Zeit, ...)	Georeferenzierte Erfassung - Arbeitsperson(n) (Identifizierung) - eingesetzte Technik - Material (Typ, Menge, Inhaltsstoffe) - Energie (Diesel, Öl, ...) - Zeit (Position, Arbeitssituation) - Fläche (Betrieb, Region, Land)  Speicherung an Bord	Schlagkartei → Prozessdaten	Zukauf - Saatgut - Dünger - Pflanzenschutz
Umwelt			Buchführung → Gelddaten	
<b>Pflanze</b>	Aktoren (Stellwerte)	Transfer zur mobilen Verarbeitung	Qualitätsmanagement → Produktdaten	Verkauf - Produkte - Beiprodukte - Zusatzstoffe
Boden	Positionierungssysteme - Position - Zeit			
Wasser	Feldarbeit		Betriebsführung	Handel
Feldbedingungen	↑		↑	↑
Form	↑	↑	↑	Papier: (zusätzlich)
Widerstand	↑	↑	↑	Papier (Bei-pack)
Reflexion	↑	↑	↑	Barkode (auf dem Produkt)
Fluoreszenz	↑	↑	↑	"Bio-Barkode" im Produkt
	Physikalischer und syntaktischer Standard	Syntaktische Standards		Keine/verschiedene Standards

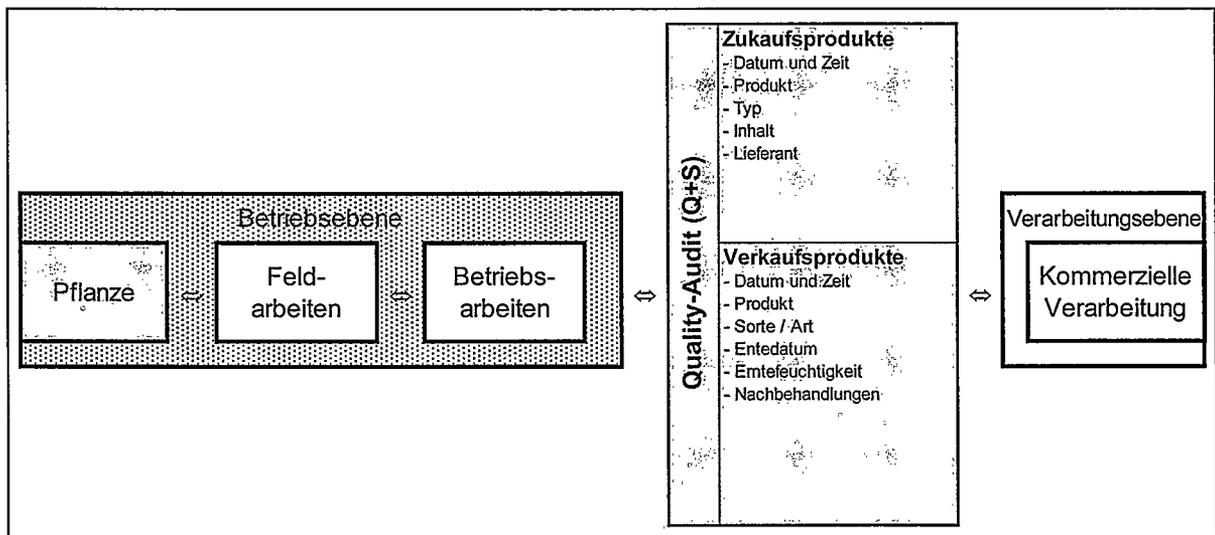
Abb. 4: Schnittstellen in der innerbetrieblichen Produktionskette

## Information als Schutzfunktion des landwirtschaftlichen Betriebs

Bedingt durch die aufgezeigten Veränderungen in der Wertschöpfungskette, durch eine sich wandelnde Agrarpolitik und durch die größere Sensibilität der Bevölkerung für Belange der Umwelt werden die informativen Anforderungen an den Produktionsprozess sehr stark zunehmen. Informationsverfügbarkeit ist deshalb unabdingbar und wird zu einer Art Überlebensvorsorge für die Betriebe. Information muss deshalb künftig neben den rein produktionstechnischen Anforderungen auch jene der Schutzfunktion für den Betrieb erfüllen. Diese Funktion ist jedoch gegenüber dem betrieblichen Umfeld unterschiedlich ausgeprägt:

## Betrieb und Wertschöpfungskette

Innerhalb der Wertschöpfungskette steht die „**Rückverfolgbarkeit**“ an oberster Stelle. Diese wird in erster Instanz vom Konsumenten gefordert und im Sinne der „Informationsnachbarschaft“ vom Lieferanten eingefordert. Damit dieser sich immer auf der „sicheren Seite“ befinden kann, wird er die Informationsverpflichtung an seinen Lieferanten und damit letztlich an den Produzenten (den Landwirt) weiterreichen. Große Vermarktungsketten (Aldi, Lidl, andere) haben deshalb schon frühzeitig begonnen, mit der Produktabnahme eine Mindestdokumentation zu fordern. Diese entspricht in weiten Teilen den Anforderungen an ein betriebliches Qualitäts- und Sicherheitssystem (Q+S) und enthält mit wenigen Daten die eindeutige Herkunft, die Inhalte und den Zeitpunkt für die Lieferung oder die Abgabe. Deren Erfüllung kann in einem



„Quality-Audit“ sichergestellt werden (Abb. 5).

Abb. 5: Das „Quality-Audit“ als schützendes Interface in der Wertschöpfungskette

## Betrieb und Staat

Gegenüber der Administration werden die Anforderungen aus der „**Nachweispflicht**“ für die wirklich erbrachten Umweltleistungen im Hinblick auf die gesellschaftlich erbrachten Ausgleichszahlungen im „Farm-Audit“ gewährleistet. Auch dabei kann mit wenigen Daten die Anforderung erfüllt werden, wenn ein wirklich umfassendes betriebliches Dokumentationssystem vorhanden ist (Abb. 6).

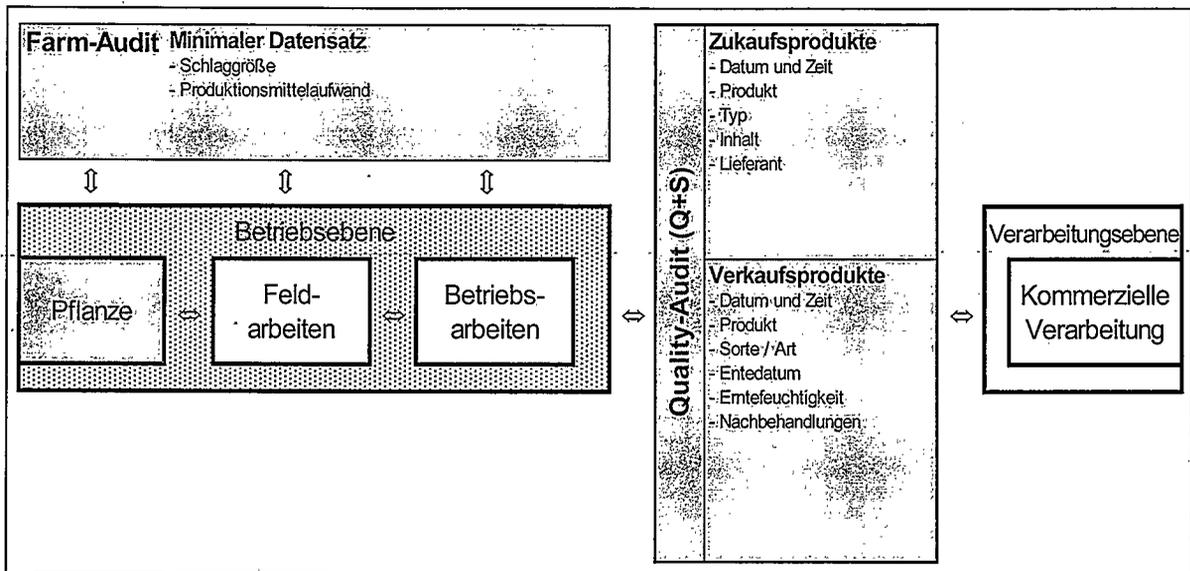


Abb. 6: Das „Farm-Audit“ als schützendes Interface gegenüber der Administration

## Betrieb und Bürger

Schließlich erwartet die Gesellschaft neben der gesetzlichen Vorgabe eine „*Eigenverpflichtung des Landwirts gegenüber der Umwelt*“. Daraus lässt sich in dieser Betrachtungsweise ein „Eco-Audit“ ableiten (Abb. 7).

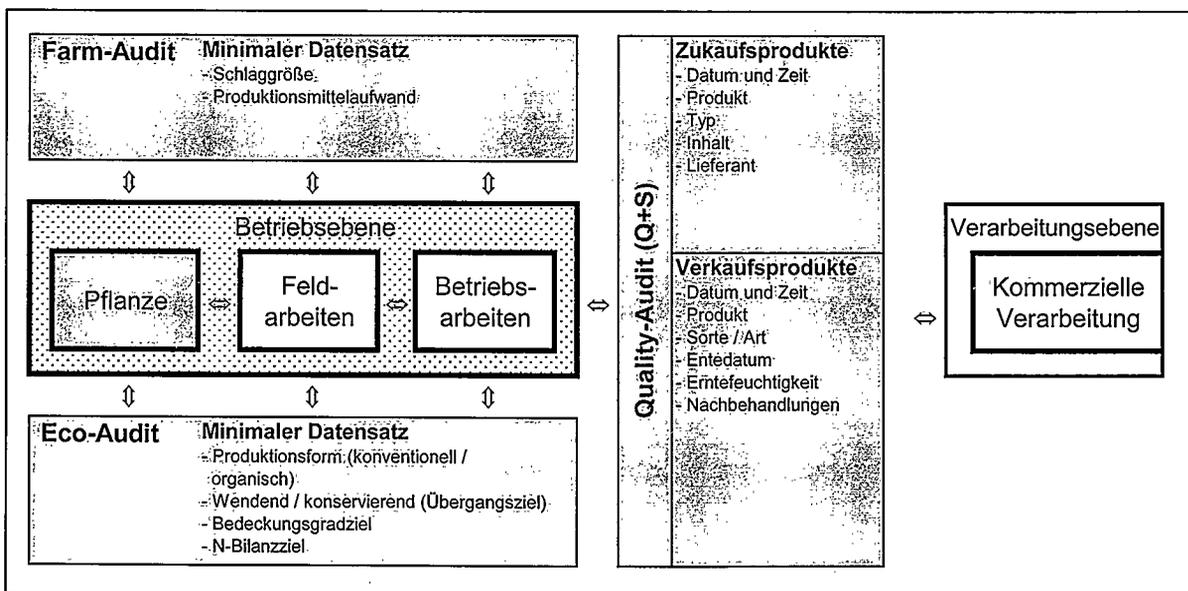


Abb. 7: Das „Eco-Audit“ als eigenverpflichtendes Interface gegenüber der Gesellschaft

## Betrieb und vorgelagerter Bereich

Und damit verbleibt in diesem Schutzkonzept nur noch die „offene Flanke“ gegenüber dem vorgelagerten Bereich (Abb. 8).

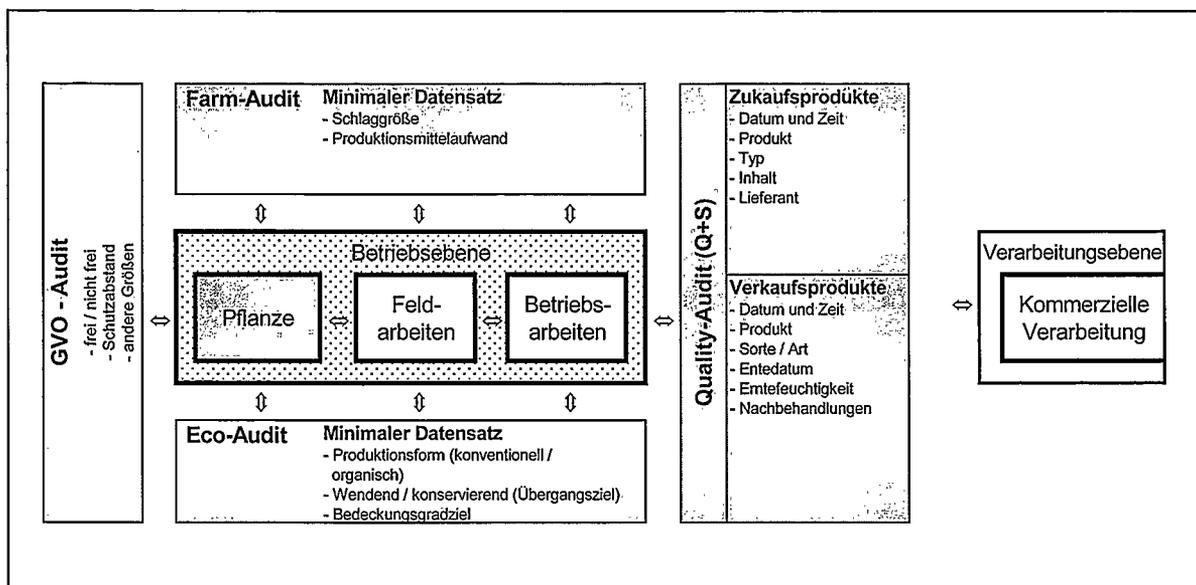


Abb. 8: Das „GVO-Audit“ in der beginnenden Diskussion in der Gesellschaft

Hier wird durch die Diskussion um eine „*genfreie Nahrungsmittelproduktion*“ der Konsument direkt betroffen. Bei vielfach noch unzureichender Information in der Politik, beim Produzenten und beim Verbraucher kann Misstrauen, Ängsten, Befürchtungen und Unterstellungen nur durch eine umfassende und schlüssige Dokumentation entgegen getreten werden. Das Schließen dieser Flanke ist demnach eine vorsorgende, aktive Maßnahme in der landwirtschaftlichen Produktion.

## Information als schützende Hülle

Demnach ist in diesen Überlegungen jeder Schritt in der Produktion durch Informationen umgeben und abgesichert. Die Information wird zum direkten Begleiter der Produktion. Informationen garantieren eine Schutzfunktion (Abb. 9) für die Produktion und sie werden damit zur Überlebensvorsorge für den Produzenten (und den Konsumenten), wenn sie zwei wesentliche Forderungen erfüllen:

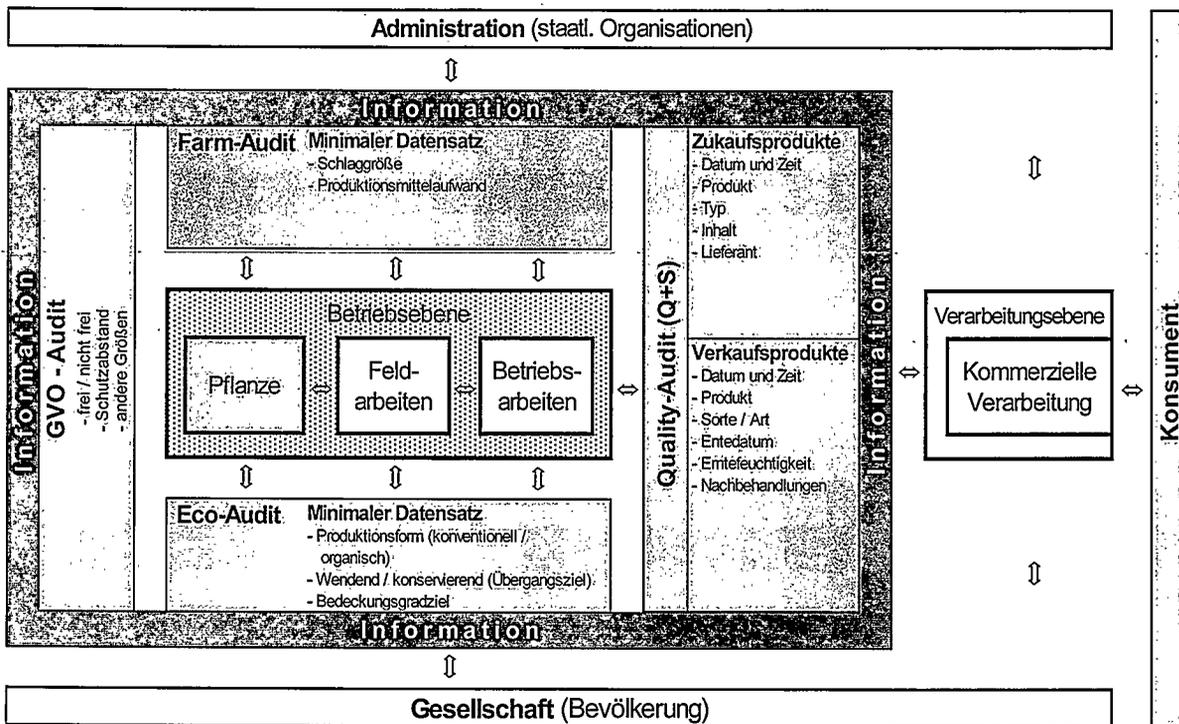


Abb. 9: Das informatorische Schutzkonzept

1. Die genannten **Audits** müssen vorsorgend für die Landwirtschaft (den landwirtschaftlichen Betrieb) von morgen definiert and als neue, aber selbstverständliche Standards anerkannt werden. Abzuklären sind Ziele, Inhalte, Minimalanforderungen, mögliche und sinnvolle Erweiterungen, Datenformate, Kontrollen, Kontrolle der Kontrollen, weitere Kriterien.
2. Für den sicheren Informationstransfer müssen die erforderlichen **Schnittstellen** definiert und umgesetzt werden. Diese beinhalten die Daten, die Sprache und die Syntax. Selbsterklärenden Systemen mit einer schon vorhandenen oder zu erwartenden Akzeptanz in der Gesellschaft ist der Vorzug zu geben.

## Schlussfolgerungen

Die landwirtschaftliche Produktion entfernt sich immer mehr vom Konsumenten und damit von der Gesellschaft. Den dadurch entstehenden „Verständnis- und Vertrauensverlust“ kann mit einer umfassenden und lückenlosen, georeferenzierten betriebliche Dokumentation entgegengetreten werden. Die damit bereitgestellten Informationen lassen sich vier Schnittstellen zuordnen. Dafür sind spezifische Audits mit definierten Informationsinhalten erforderlich. Die erforderlichen Schnittstellen sind zu entwickeln und zu definieren. Dabei sollte aus landwirtschaftlicher Sicht auf Mindestdatensätze geachtet werden. Ein derartiges System könnte schon heute mit geringen Kosten von 1-2 €/ha\*a aufgebaut werden.

## Zusammenfassung

In weiten Teilen der Bevölkerung herrscht ein negatives Bild der Landwirtschaft vor. Eine wichtige Ursache hierfür ist der zunehmende Abstand zwischen Konsument und Urproduktion, der den Informationsfluss innerhalb der Wertschöpfungskette beeinträchtigt. Dem gegenüber werden informative Anforderungen an den Produktionsprozess in Zukunft stark zunehmen. Information erfüllt in diesem Zusammenhang eine Schutzfunktion für den landwirtschaftlichen Betrieb. Für vier Aussenbereiche, dem vor- und nachgelagerten Bereich, Staat und Gesellschaft, sind daher spezifische Audits mit definiertem Informationsinhalt zu entwickeln, entsprechende Schnittstellen müssen definiert und umgesetzt werden. Dies könnte bereits mit geringen finanziellen Mitteln erreicht werden.

**Schlüsselwörter:** Dokumentation, Information, Audit, Schnittstelle

## Résumé

### De la signification de la documentation dans l'exploitation agricole

Dans de nombreuses franges de la population, l'image de l'agriculture est négative. Cette situation tient essentiellement à la distance croissante entre le consommateur et la production de base, ce qui perturbe le flux d'information au sein de la chaîne de valeur ajoutée. C'est pourquoi à l'avenir, le processus de production sera soumis à des exigences de plus en plus grandes en termes d'information. A ce niveau, l'information a une fonction protectrice par rapport à l'exploitation agricole. Des audits spécifiques avec un contenu informatif défini doivent donc être développés pour quatre secteurs externes, le secteur en amont, le secteur en aval, l'état et la société. Des interfaces correspondantes doivent être définies et mises en pratique. Il suffirait de peu de moyens financiers pour atteindre un tel objectif.

## Summary

### The role of systematic documentation in the farm

In large parts of the population, agriculture has a negative image. One reason for this is the growing distance between consumers and agricultural producers, which adversely affects the flow of information within the agricultural food chain. On the other hand, requests for information on production processes will increase considerably in the future. In this respect, information will protect the farmer. For this reason, specific audit programmes with a defined information concept are to be developed for four directly related areas (upstream and downstream markets, government and society). In addition, relevant interfaces must be identified and implemented. All of this could be accomplished with little financial input.

**Keywords:** documentation, information, audit, interface

## Literatur

Auernhammer, H., Demmel, M., Spangler, J., 1999: Betriebsdatendokumentation mit LBS und GPS für Traktor-Gerätekombinationen. In: Tagung Landtechnik 1999. Düsseldorf: VDI-Verlag, S. 217-221.

Auernhammer, H., Demmel, M., Spangler, A., 2000: Automatic process data acquisition with GPS and LBS. AgEng-Warwick, Warwick (UK); Paper-Number-00-IT-005.

Auernhammer, H., 2002: The Role of Mechatronics in Crop Product Traceability. CIGR-Ejournal, Vol. IV, Invited Overview Articles no. 15, 21 pages (ISSN 1682-1130).

Auernhammer, H., 2002: Automatische Betriebsdatenerfassung im Ackerbau und seine Nutzanwendung. In: Landtechnische Jahrestagung 2002 "Ackerbau mit Zukunft". Hrsg. G. Wendl Freising, Landtechnik-Schrift Nr. 14, S. 45-58.

Club of Bologna, 2003: Proceedings of the 13<sup>th</sup> Members Meeting. Todi: Litogaf, Eds: UNACOMA, service srt.

Demmel, R., Ehrl, M., Rothmund, M., Spangler, A., Auernhammer, H., 2002: Automated Process Data Acquisition with GPS and Standardized Communication - The Basis for Agricultural Production Traceability. ASAE: Meeting Presentation Chicago, Paper No. 023013 (10 p.).

Machè, R., 2002: Wege aus der Kommunikationskrise. Mannheim: Flur und Furche, S. 6-8.

# Arbeitswirtschaftliche Betrachtungen zur Nacherntetechnik am Beispiel der KTBL-Datensammlung „Aufbereitung von Kartoffeln“

Ludwig Weiershäuser und Jürgen Frisch, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., D-64289 Darmstadt

Rolf Peters, KTBL-Versuchsstation Dethlingen, D-29633 Munster

## Einleitung

Die Weiterbe- und -verarbeitung von Produkten und darauf aufbauende Handels- und Dienstleistungsaktivitäten werden als eine Möglichkeit zur Steigerung der betrieblichen Wertschöpfung angesehen. Trotz des global rückläufigen Verkaufs von Speisekartoffeln für den Frischverzehr und insbesondere für den direkten Verkauf ist es erforderlich, Kalkulationsunterlagen mit arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Kenndaten zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Kartoffelaufbereitung zur Verfügung zu stellen.

## Literaturwerte zur Kartoffelaufbereitung

Im WEGWEISER FÜR KARTOFFELN UND RÜBEN (1958) wird für Durchschnittsware eine Verleseleistung von 0,5 t Fertigware je Verleseperson genannt, die auch aus späteren KTL-Daten zu errechnen ist.

Im HANDBUCH FÜR LANDTECHNIK (1961) wird für eine Verleserin eine Leistung von 0,5 bis 0,6 t/h Fertigware unterstellt, sodass bei zwei gegenüberstehenden Personen maximal 1,0 bis 1,2 t/h möglich sind. Bei mehreren Verlesepersonen hintereinander sinkt die Leistung je Person sowohl mengen- wie auch qualitätsbezogen ab, weil je Person die mehrfache Menge durchzusehen ist, sodass bei 2 x 4 Verlesepersonen maximal 0,4 bis 0,5 t/AKh möglich sind.

Im BAND 1 der KTL-KALKULATIONSUNTERLAGEN (1964) sind für verschiedene Ertrags- und Mechanisierungsstufen vom Handsortieren bis zum maschinellen Sortieren und Verlesen der Durchsatz und der AK-Besatz für 11 Verfahren angegeben. Welcher der Teilvorgänge den Engpass im Produktionsprozess verursacht, kann aus den Werten nicht geschlossen werden. Der AKh-Bedarf je t Kartoffelertrag liegt ohne Wiegen und Absacken bei 2,0 bis 3,6 AKh/t und mit Wiegen und Absacken bei 3,2 bis 4,2 AKh/t. Für kleine Anlagen sind keine Verfahren mit Wiegen und Absacken angegeben worden.

Bei HEYDE und KÜHN (1976) wird empfohlen, nicht mehr als 2 Arbeitspersonen hintereinander in der Verlesestrecke anzusetzen, da sich sonst die Arbeitsleistung verringert. Als Griffzykluszeit werden 0,8 bis 1,4 sec genannt, die Leistung beträgt 0,6 bis 0,8 t zugeführtes Verlesegut je Arbeitsperson.

Bei NEUMANN (1984) beträgt die eine stündliche Mengenleistung beim Verlesen je Arbeitskraft 0,8 bis 1 t/h, wenn der auszulesende Anteil 2 bis 3 % nicht übersteigt. Als Griffzykluszeit nennt er 1,2 sec (50 Teile je Minute).

Im DÄNISCHEN Taschenbuch Landwirtschaft (2002) werden minimale und maximale Werte für die Arbeitszeit im Kartoffelanbau angegeben. Für Sortierarbeiten verbleiben 25 - 65 h/ha; der Betrag ist eine Residualgröße ohne nähere Spezifizierung.

Im ENGLISCHEN Taschenbuch Landwirtschaft (2003) werden 30 bis 40 h/ha für Sortieren und Absacken, wieder ohne nähere Spezifizierung angegeben.

Im Datenspeicher - Verfahren der Pflanzenproduktion - DAVVP mit dem Arbeitsgangfolgekata-log der DDR von 1986 endet die Arbeitsgangfolge bei Kartoffeln mit dem Transport der geernteten Ware.

In den ersten Auflagen der KTBL-Datensammlung "Betriebsplanung in der Landwirtschaft", die von der Arbeitsgemeinschaft der Beraterseminare bearbeitet wurden, ist ein aggregierter Wert von 4,2 AKh/t für maschinelles Sortieren mit Maschine, abwiegen und Abfuhr zum Verkauf bei 10 km Entfernung für 60 % der Erntemenge angegeben worden. Dieser Wert ist mit 4,0 AKh/t in den Fortschreibungen bis 1995 in den Datensammlungen fortgeführt worden.

Zusammenfassend kann geschlossen werden, dass sowohl in Deutschland wie auch in einigen europäischen Ländern kein starkes Interesse an Aufbereitungsdaten bestanden haben muss, da einmal die Verlagerung der Aufbereitung in nachgelagerte Stufen im Gange war und Ersatzinvestitionen im einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb noch nicht erforderlich waren.

## **Bedingungen für das Aufbereiten und Abpacken von Speisekartoffeln**

Die Aufbereitungs- und Abpackungspalette reicht vom bäuerlichen Familienbetrieb mit Direktvermarktung, wobei das Segment der Kleinsterzeuger hier nicht mit betrachtet wird, bis hin zu den gewerblichen spezialisierten Aufbereitungs- und Abpackbetrieben mit vielen Abpacklinien. Zwei Drittel des Speisekartoffelabsatzes entfallen auf den Lebensmitteleinzelhandel, auf Verbrauchermärkte und Discounter.

„Zentnersäcke“ für Speise-Einkellerungskartoffeln sind zwischenzeitlich historisch. 5-, 12,5- und 25-kg-Netze werden heute hierfür eingesetzt. Die durch die Großeinkäufer definierten Kundenwünsche für das große Segment der Verbraucher, die keine Kartoffeln mehr einlagern, haben zu einem großen Anteil gewaschener Ware, zu verschiedenen Verpackungsarten, sehr unterschiedlichen Gebindegrößen und den unterschiedlichsten Umgebinderarten und -größen geführt. Hierauf können nur sehr große landwirtschaftliche Betriebe, Gemeinschaften und gewerbliche Betriebe eingehen.

## Arbeitsorganisation

Der Gesamtprozess für Aufbereiten und Abpacken setzen sich aus den Prozessen (1) Annahme, (2) Reinigen, Enterden, (3) Sortieren, (4) Verlesen, (5) Abpacken und (6) Zwischenlagern/Verladen zusammen. Weitere mögliche Prozesse sind das Waschen mit anschließendem Trocknen im Zwischenlager sowie das Zwischenlagern zwischen jedem Prozess, wodurch Puffer geschaffen werden.

Die Arbeitsorganisation unterscheidet sich bei den Prozessen in Abhängigkeit von der Anlagengröße. Für Annahme bis Sortieren ist bei kleineren Anlagen i.d.R. eine AP zuständig: Die AP stellt die Rohware entweder mit mobiler Technik (Gabelstapler) bereit oder überwacht die Förderung der Rohware durch stationäre Technik, ist gleichzeitig aber auch für die Überwachung des Reinigens/Enterdens und des Sortierens zuständig.

Beim Haupt- und Endverlesen werden manuelle Tätigkeiten ausgeübt, deren Leistung von der Qualität der Rohware abhängt. Optimale Arbeitsbedingungen umfassen ein günstiges Sicht- und Greiffeld am Verleseband und ein gut gestaltetes Arbeitsplatzumfeld (Neumann, 1984).

Die Leistung beim Abwiegen und Verschließen der Gebinde (z.B. Clipnetz, Nähnetz, Folienbeutel) wird direkt durch die technische Abpackleistung begrenzt. Je kleiner die Gebindegröße, desto niedriger ist die Leistung und desto höher ist der Zeitbedarf. Bei Zwischenlagerung von sortierten, ggf. gewaschenen und erstverlesenen Kartoffeln wird ein Endverlesen erforderlich, für das je nach Zustand der Kartoffeln keine bis mehrere AP eingesetzt werden müssen. Das Verladen und Stapeln der Gebinde auf Paletten von Hand oder durch Palettierer ist im Prozess des Abpackens enthalten.

Der Abtransport der in verschiedene Umgebände gepackten Gebinde in ein Zwischenlager oder auf Transportfahrzeuge erfolgt überwiegend mit Gabelstaplern.

Die Teilprozesse beim Aufbereiten und Abpacken haben unterschiedliche Durchsätze. Daher ist es bei der Bereitstellung von Kalkulationsdaten unbedingt erforderlich, neben dem Arbeitszeitbedarf als notwendigem Datum den Durchsatz als zusätzliches und hinreichendes Datum mit anzugeben. Nur dadurch können Prozesse aufeinander abgestimmt werden. Das kann aber durchaus bedeuten, dass eine Arbeitskraft in einem Abschnitt nicht ausgelastet ist, oder sich auf verschiedene Prozesse „aufteilen“ muss, sofern dies von den Zeitintervallen und vom Überwachungserfordernis her möglich ist. Das schwächste Glied in der Kette bestimmt dann notwendigerweise die Leistung des Prozesses „Aufbereitung und/oder Abpacken“ und der Gesamtarbeitszeitbedarf ist dann das Produkt aus Arbeitskräften und der Schichtleistung, zuzüglich Rüst- und Reinigungszeiten. Die Laufzeiten der Maschinen können erst bei der Modellzusammenstellung eingefügt werden. Stationäre Maschinen können während der gesamten Prozesszeit mitlaufen, während mobile Maschinen überwiegend nur mit der effektiven Zeit berücksichtigt werden müssen.

## **Erhebungen und Auswertungen von Arbeitszeitwerten in Kartoffelaufbereitungs- und -abpackanlagen**

Die Arbeitszeit- und Kostendaten der Datensammlung wurden im Rahmen von Projekten des von Bund und Ländern finanzierten KTBL-Arbeitsprogramms „Kalkulationsunterlagen“ erhoben und zusammengestellt. Bei der Bearbeitung der Arbeitszeitbedarfsdaten kamen die Gliederung und die Bezeichnungen der TGL 22289 für einen Arbeitsgang zur Anwendung.

In der TGL 22289 ist T 1 die reine Arbeitszeit, die Grundzeit und zugleich der Kehrwert der Leistung und in T 2 sind die verschiedenen Hilfs- und Nebenzeiten zusammengefasst. Am Beispiel der Abpackmaschine sind dies „Maschine umstellen“, „Verpackungsmaterial wechseln“, „Maschine leerfahren“, „Kartoffelzuführung steuern“, „Kartoffel endverlesen“ und „Verpackungsmaterial heranschaffen“. Die Summe von T 1 und T 2 ergibt die Operativzeit T 02. Prozentuale Zeitzuschläge auf T 1 und Teile von T 2 für die Beseitigung von Störungen und für technologisch bedingte Wartezeiten ergeben zusammen mit T 02 die Produktionsarbeitszeit T 04. Weitere prozentuale Zeitzuschläge auf T 04 für persönliche Bedürfnisse in der Arbeitszeit und für Rüstzeit, allgemeine Vor- und Nachbereitung ergeben den Gesamtarbeitszeit je Durchführung bei der unterstellten Variante, d.h. für die Chargengröße. Der Stück-Arbeitszeitbedarf ist die Umlegung des Gesamtarbeitszeitbedarfs auf die Chargengröße.

Bei der Übernahme der Ergebnisse für einen Arbeitsvorgang in die Tabellen der Datensammlung wurde die Leistung, also der Kehrwert von T 1 als hinreichendes Datum zusätzlich aufgenommen, damit bei der Zusammenstellung die Engpassbedingungen innerhalb der gesamten Aufbereitungskette oder in Aufbereitungsabschnitten erkennbar werden. Die Arbeitszeitbedarfsdaten sind i.d.R. nach der Größe je Partie gegliedert und dadurch wird die Degression der fixen Zeiteile, z.B. der Umstell- und der Rüstzeiten sichtbar gemacht.

## **Arbeitszeitbedarfsberechnung für ausgewählte Modelle für Aufbereitung und Abpacken**

Im abschließenden Teil der Datensammlung sind 4 Aufbereitungslinien mit Beschreibung, Arbeitszeitbedarf (inkl. Maschinenlaufzeiten), Kapitalbedarf, Maschinenkosten und den Gesamtkosten zusammengestellt. Der Datensammlung sind EXCEL-Dateien beigelegt, die dieser Gliederung entsprechen. Hier wird nur auf das Blatt „Arbeitszeitbedarf“ eingegangen.

Die ersten drei sind Beispiele für landwirtschaftliche Betriebe. Das vierte Beispiel steht für einen spezialisierten Aufbereitungs- und Abpackbetrieb. Die Merkmale der Linien sind in Tabelle 1 dargestellt.

Bei Linie 1 wird eine Anbaufläche von 5 ha unterstellt. Die Fertigware wird in 12,5- und in 5-kg-Säcke abgepackt. Wegen der kurzen Schichtzeit von 1,5 h kann die gesamte Rohware zu Beginn bereitgestellt werden. Infolge des durch die Verleseleistung gesetzten Engpasses kann keine Maschine ausgelastet werden.

Linie 2 ist über Tabelle 1 hinausgehend in Tabelle 2 detailliert dargestellt. Die aufbereitete Ware wird nach dem Sortieren in Fertigwarebunkern zwischengelagert. Hierdurch werden die möglichen Engpässe auf das Sortieren und/oder Verlesen in Abschnitt 1 eingegrenzt. In Abschnitt 2, dem Abpacken, werden die Nähnetzgrößen 12,5 kg und 5 kg unterstellt. In Abschnitt 1 begrenzt das Sortieren den Durchsatz bei 3 Verlese-AK und bestimmt somit den Arbeitszeitbedarf. In Abschnitt 2 ist bei der kleineren Gebindegröße die Packleistung fast proportional niedriger und entsprechend ist der Arbeitszeitbedarf je t bei gleichem AK-Besatz höher. In den EXCEL-Tabellen können die Eingabewerte verändert werden. Unter Berücksichtigung der neuen Engpässe werden der Arbeitszeitbedarf und die Maschinenlaufzeiten neu berechnet.

Tab. 1: Übersicht der in der KTBL-Datensammlung Kartoffelaufbereitung dargestellten Aufbereitungslinien

Merkmal		Linie 1	Linie 2	Linie 3	Linie 4
Jahresmenge	t Rohware	200	1200	3200	26300
Schichtzeit	h	1,5	3,0	4,0	6,5
Rüst- und Reinigungszeit	h/Schicht	0,5	1,0	1,0	1,5
Anzahl Abschnitte		1	2	1	3
Abpacken; Anzahl Gebindegrößen		2	2	nein	7
Gebindegrößen	kg/Netz	25/12,5	12,5/5,0	entfällt	25, 12,5, 5,0, 2,5
Gebindegrößen Clipnetze	kg/Netz				5,0, 2,5
Gebindegröße Folie	kg				2,5
Hauptverlesen	AK	von Hand 1	von Hand 3	von Hand 5	optoelektronisch, 2 Maschinen
Zahl AK in Schichtzeit, einphasig		2,75		6	
Zahl AK in Schichtzeit, Abschnitt 1			4		4
Zahl AK in Schichtzeit, Abschnitt 2			3		2 oder 3 je Abpackmaschine
Durchsatz	t/h Fertigware t/h gemittelt in Abschnitt 2	3,0	8,0 7,3	16,0	15,0 12,66 <sup>1</sup>
Anzahl Sortier-/Abpacktage pro Jahr		38	43/47	45	256 / 307
Arbeitszeitbedarf	AKh/Jahr AKmin/t Fertigware	200 70,63	1056 62,13	1179 26,0	31268 75,04

<sup>1</sup> Im Durchschnitt aller Gebindegrößen und von drei Abpackmaschinen.

Bei Linie 3 wird von einem größeren landwirtschaftlichem Betrieb ausgegangen, der seine aufbereitete Ware lose an einen spezialisierten Handelsbetrieb abgibt. Durch 5 Verlese-AK wird die Kapazität der Sortiermaschine weitgehend ausgeschöpft. Der Abgang verbleibt auf dem landwirtschaftlichen Betrieb und die Abpacktechnik wird im einzelnen Landwirtschaftsbetrieb nicht so gut ausgelastet wie dies im Abpackbetrieb besser möglich ist.

Linie 4 ist für eine technische Leistung von 15 t Fertigware je Stunde für das Sortieren und maschinelle Verlesen ausgelegt und wird in mittleren Aufbereitungs- und Abpackbetrieben eingesetzt. Sie verfügt über drei Abpackmaschinen, welche die Kartoffeln in verschiedene Gebindegrößen von 2,5 bis 25 kg und unterschiedliche Gebindearten abpacken. Die Aufbereitung unterteilt sich dabei in mehrere Abschnitte, die durch die Nutzung von Zwischenbunkern in gewissen Grenzen auch getrennt voneinander ablaufen können. Für die Berechnungen wird eine direkte Anlieferung loser Kartoffeln durch Landwirte oder Versandhandel unterstellt. Die beim

Sortieren anfallenden Übergrößen werden über Förderbänder in einen Zwischenbunker abgeführt und dann als separate Partie weiter aufbereitet und vermarktet. Obwohl Anlagen dieser Größe in der Regel individuell angefertigt werden und fast ausschließlich stationäre Maschinen beinhalten, wurden die Arbeitsgänge im folgenden Beispiel aus Maschinen der KTBL-Datenbank zusammengestellt.

Nur in Abschnitt 1 bei der Bereitstellung, Sortierung, Waschen und maschinellm Verlesen und Abgabe in Kisten zur Trocknung wurde ein Engpassmodell unterstellt. Im Abschnitt 2 dem Abpacken einschließlich Endverlesen mit drei Abpackmaschinen ist dies nicht erforderlich. Die Arbeitszeitbedarf in AKmin/t sind hier direkt aus den Tabellen der Datensammlung übernommen worden.

Tab. 2: Berechnung der Leistung, des Arbeitszeitbedarfs und der Maschinenlaufzeiten bei Linie 2 der KTBL-Datensammlung Kartoffelaufbereitung

Arbeitsgang	Jahresmenge t	Techn. Leistung t/h	Anzahl AK	Menge je Schicht <sup>1</sup> t	Arbeitszeit einzel <sup>2</sup> AKmin/t	Arbeitszeitbedarf		Laufzeit Maschinen Mh/Jahr
						AKh/Schicht	AKmin/t	
<b>Abschnitt 1:</b>								
Bereitstellen der Rohware 1 200 t (30 ha Anbaufläche), enterden, Steine und Kluten trennen, bürsten	1 020	23,0	1	68,9	2,65	3,0		113,3 <sup>3</sup> 44,44 <sup>4</sup>
Sortieren und verlesen der Kartoffeln								
Sortieren	1 020	8,0 <sup>5</sup>	3	24,0 <sup>5</sup>	20,88	9,0		113,3 <sup>3</sup>
Verlesen		9,0		27,0				
Abtransportieren 15 % Abgang	180				2,65			7,84 <sup>4</sup>
Zu verrechnender Wert für Verfahren, Summe	1 020	8,0 <sup>5</sup>	4	24,0	-	12,0	30,00	Sortier- tage/Jahr
Zusätzlich für Rüst- und Reinigungsar- beiten			2			2,0	5,00	43
Zwischensumme Abschnitt 1	1 020	8,0		24,0		AKh/Jahr 595	35,00	Mh/Jahr 113,3 <sup>3</sup> 52,29 <sup>4</sup>
<b>Abschnitt 2:</b>								
Abpacken der Speisekartoffeln						AKh/Schicht		
Nähnetze à 12,5 kg, Palettieren von Hand	510	11,2	2	33,6	14,49	3,0		45,54 <sup>3</sup>
Nähnetze à 5 kg, Palettieren von Hand	510	5,4	2	16,2	27,91	3,0		94,44 <sup>3</sup>
Abpacken insgesamt	1 020	7,29 <sup>5</sup>	2	21,9 <sup>5</sup>	21,20	6,0		140,0 <sup>3</sup>
Transport der gefüllten Paletten								
12,5-kg-Nähnetze	510	41,8	1	125,4	1,56	1,5		12,2 <sup>4</sup>
5-kg-Nähnetze	510	41,8	1	125,4	1,56	1,5		12,2 <sup>4</sup>
Transport insgesamt	1 020	41,8	1	125,4	1,56	3,0		24,4 <sup>4</sup>
Zu verrechnender Wert für Verfahren, Summe	1 020	7,29 <sup>5</sup>	3 <sup>3</sup>	21,9 <sup>5</sup>		9,0	24,70	140,0 <sup>3</sup> 24,40 <sup>4</sup>
Zusätzlich für Rüst- und Reinigungsar- beiten			1			1,0	2,43	
Zwischensumme Abschnitt 2	1 020	7,29		21,9		AKh/Jahr 461	AKmin/t 27,13	Abpack- tage/Jahr 47
Summe	1 020					1 056	62,13	

<sup>1</sup> bei 3,0 h Sortierzeit je Schicht. <sup>2</sup> Einzelwerte nicht aufsummierbar. <sup>3</sup> Laufzeit Anlagen. <sup>4</sup> Laufzeit Gabelstapler.

<sup>5</sup> Der Abschnitt mit der niedrigsten Leistung bestimmt die Leistung des Gesamtverfahrens.

Die Tabellen zum Arbeitszeitbedarf für die 4 Aufbereitungslinien sind ein Einstieg für Kalkulationsschemata für die Nacherntetechnik. Sie sind die Grundlage für weitere Entwicklungen.

## Muster für ein Arbeitsblatt mit Gliederung nach TGL 22289 und Berechnungsschema

Teil-zeit	Arbeitsverrichtung (AV)	LBM	min/'	AK	Variante 1 2 t/Partie	
					Anzahl	AKmin/'
		AV	LBM		LBM/DF	DF
T 1	Abpacken m. Masch, Netze in Umgeb. packen	1 t	8,00			
T 21	Absackmaschine/Palettierer umstellen	1 DF	9,00	1	1,0	9,00
T 22	Verpackungsmaterial wechseln	1 t	0,10	4	2,0	0,80
T 23	Maschine leerfahren	1 DF	1,50	1	1,0	1,50
T 24	Kartoffelzuführung steuern	1 DF	0,47	1	1,0	0,47
T 25	Kartoffeln endverlesen	1 t	8,00	4	2,0	64,0
T 26	Verpack.-material heranschaffen u.a. Nebenarb.	1 t	0,50	1	2,0	1,00
T 27	Maschinist	1 t	6,70		0,0	0,00
T 02	Operativzeit					76,77
	Zeitzuschläge				%	
T 3	anteilige Wegezeit in Gesamtanlage	Anteil an T 02			0,0%	0
T 41	Zeit zur Beseitigung funkt. Störungen	Anteil an T 25			5,0%	3,20
T 42	technologisch bedingte Wartezeiten	Anteil an T 25			2,0%	1,28
T 04	Produktionsarbeitszeit					81,25
T 51	Zeit für persönliche Bedürfnisse in der AZ	Anteil an T 04			3,0%	2,44
T 52	Rüstzeit, allgemeine Vor- und Nachbereitung	Anteil an T 04			6,0%	4,88
T 05	Gesamtzeit je Durchführung	insgesamt				88,56
Arbeitszeitbedarf je Tonne Kartoffeln (AKmin/t)						44,28

<sup>1</sup> LBM AV = Leistungsbezugmaß der Arbeitsverrichtung; <sup>2</sup> min LBM = Durchführungszeit je LBM;

<sup>3</sup> LBM/DF = Anzahl Leistungsbezugsmasse je Durchführung; <sup>4</sup> AKmin/Durchführung

## Zusammenfassung

Die Aufbereitung zu höherwertigen Produkten und darauf aufbauende Handels- und Dienstleistungsaktivitäten werden als gute Möglichkeit der Steigerung betrieblicher Wertschöpfung angesehen. Dennoch wird der Bereich „Nachernte“ zusätzlich zur "Produktion" in die Kalkulationsunterlagen aufgenommen. Nach Sichtung der Daten aus der Literatur, die für derzeitige Technologien veraltet erscheinen, werden die derzeitigen Bedingungen für die Aufbereitung von Speisekartoffeln beschrieben und anschließend auf die arbeitswirtschaftlichen Bedingungen bei der Kartoffelaufbereitung eingegangen. Dabei werden die arbeitsorganisatorischen Möglichkeiten und die sachgerechte Kalkulation bei der Abstimmung der Prozesse innerhalb der Aufbereitung beschrieben. Darin schließt sich die Beschreibung der für diese Datensammlung durchgeführten Erhebungen und Auswertung für Arbeitszeitbedarfswerte an, die dann mit Ergänzungen zur Leistung in die Datensammlung aufgenommen wurden. Abschließend werden die Arbeitszeitbedarfsberechnungen für vier Aufbereitungslinien vorgestellt. Für die zwei bäuerlichen Aufbereitungsanlagen mit Abpacken, sie haben unterschiedlichen Durchsatz und einmal Zwischenlagerung, wurde ein AKh-Bedarf von 1,18 AKh/t bzw. 1,04 AKh/t Fertigware errechnet, für die Linie mit Waschen und Trocknen sowie Abpacken in überwiegend kleinere Gebindegrößen

wurden 1,25 AKh/t ermittelt. Wenn lediglich aufbereitet und nicht abgepackt wird, wurden 0,43 AKh/t Fertigware errechnet. Bezieht man die ermittelten Werte auf 1 ha Anbaufläche, die unterstellten Erträge und die Anteile von Fertigware, dann ergeben sich 40, 35, 15 und 43 AKh/ha für die Aufbereitung von Speisekartoffeln.

**Schlüsselwörter:** Nacherntetechnik, Kartoffeln, Arbeitsorganisation, Arbeitszeitbedarf

## Résumé

### **Considérations relatives à l'organisation du travail «post-récolte» à partir de la base de données du KTBL sur le "conditionnement des pommes de terre"**

Le conditionnement de la récolte en produits de haute qualité, ainsi que les activités commerciales et les prestations de service qui s'ensuivent, sont considérés comme une possibilité intéressante d'accroître la valeur ajoutée dans l'exploitation. Néanmoins, le secteur de „post-récolte“ est ajouté aux documents de calcul en plus de la "production". Après examen des données qui figurent dans les ouvrages scientifiques et qui paraissent obsolètes étant donné l'évolution technologique actuelle, le projet a cherché à décrire les conditions présentes du conditionnement des pommes de terre de consommation et a abordé les conditions d'organisation du travail. L'étude décrit les possibilités en matière d'organisation du travail et les calculs appropriés permettant d'harmoniser les différents procédés que comporte le conditionnement. Pour ce faire, la description prend appui sur les relevés effectués pour les besoins de la base de données du KTBL et sur l'évaluation des temps de travail nécessaires, auxquels des compléments sur le rendement ont ensuite été apportés. Pour finir, le projet présente les calculs de temps de travail nécessaire dans quatre chaînes de conditionnement. Pour les deux installations de conditionnement agricole avec emballage (deux débits différents et stockage intermédiaire), le nombre de MOh nécessaire est de 1,18 MOh/t resp. 1,04 MOh/t de produits finis. Pour la chaîne avec lavage, séchage et emballage en lots de tailles plus réduites, le nombre de MOh relevé est de 1,25 MOh/t. Lorsqu'on conditionne uniquement les pommes de terre sans les emballer, il faut compter 0,43 MOh/t de produits finis. Si l'on rapporte les valeurs calculées à une surface de culture de 1 ha, aux rendements supposés et aux parts de produits finis, on obtient 40, 35, 15 et 43 MOh/ha pour le conditionnement de pommes de terre de consommation.

## Summary

### **Work-economics aspects of post-harvest methods exemplified by the KTBL 'potato processing' data collection**

The processing of primary commodities into higher-value products and the associated trading and service activities are viewed as a good opportunity for increasing farm income. Even so, 'post-harvest processing' is included in the calculation standards in addition to 'production'. After analyzing the existing scientific literature, which seems dated in the context of modern technologies, we describe the processing and packaging technologies currently used for food

potatoes, as well as the work-economics situation in potato processing. In the process, we outline the work-organization options, as well as the proper calculation for co-ordinating work processes in potato processing. In addition, we describe how working-time requirement data was collected and evaluated, then included in the KTBL data collection and supplemented with performance data. Finally, working-time requirement calculations are presented for four processing lines. For the two farm-processing lines including packing (which differ in terms of throughput and interim storage), work requirements of 1.18 MPh per tonne and 1.04 MPh per tonne of finished product were calculated respectively. For the commercial line, which includes washing, drying and packing the potatoes into mostly small bags, 1.25 MPh per tonne was calculated. When the potatoes were graded and inspected but not packed, 0.43 MPh per tonne of finished products was calculated. For one hectare of potatoes with 40 tonnes gross yield and 85 % finished product, the time required for processing would amount to 40, 35, 15 and 43 MPh/ ha.

**Keywords:** post-harvest processing, potatoes, work organization, labour requirements

## Literatur

- Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 1986: Datenspeicher - Verfahren der Pflanzenproduktion - DAVVP mit dem Arbeitsgangfolgekatalog. Markkleeberg.
- Bremer, Kurt (Hrsg.), 1958: Wegweiser für Kartoffeln und Rüben. Hildesheim.
- Dencker, Carl H., 1961: Handbuch der Landtechnik. Hamburg und Berlin (S. 841).
- Heyde, Heinrich und Kühn, Gerhard (Hrsg.), 1976: Landmaschinenlehre, Band 2 Geräte und Maschinen für die Pflanzenproduktion. 2. Auflage Berlin.
- KTBL, 1995: Datensammlung für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. 2. Auflage Frankfurt 1969; 8. Auflage Darmstadt 1983; 14. Auflage Darmstadt 1995.
- KTL-Kalkulationsunterlagen, 1964: Landwirtschaft Band 1, Arbeitsvoranschlag; Abschnitt 11, Ernte von Kartoffeln. Wolftratshausen.
- Landbrugets Rådgivningscenter, 2002: Håndbog til driftsplanlægning 2002. 40. Auflage, Viby-Aarhus.
- Neumann, F.: Kartoffelsortierer, Bauarten. KTBL-Arbeitsblatt Landtechnik Kartoffelbau Lfd. Nr. 0206, Darmstadt.
- Nix, J.; Hill, J.; Edwards, A., 2003: Farm Management Pocketbook 2004. 34. Auflage, London.
- Uhlmann, S.; Schneeweiß, J.: Arbeitszeitrichtwerte für Kartoffelaufbereitungs- und -abpackanlagen. Projekt Abschlussbericht.
- Uhlmann, S.; Leppack, E.; Sauer, N., 2003: Datensammlung Aufbereitung von Kartoffeln - Kalkulationsdaten. 1. Auflage Darmstadt.

# Einfluss von Maschinen und Schlaglänge auf den Arbeitszeitbedarf in der Feldwirtschaft

*Mathias Funk und Ludwig Weiershäuser, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), D64289 Darmstadt*

## Einleitung

Die Schlaglänge wirkt sich auf den Arbeitszeitbedarf und damit auf die Kosten der Produktion aus. Gibt es eine optimale Schlaglänge und wenn ja, wie groß ist diese ?

Mittels einer Modellkalkulation zur Bestimmung des Zeitbedarf der Arbeitsverfahren kann diese Frage bearbeitet werden. Der Einfluss der Schlaglänge kann nur in Zusammenhang der wesentlichen schlagspezifischen Parameter und der maschinenspezifischen Arbeitszeitelemente untersucht und aufgrund der Ergebnisse analysiert werden.

## Modellkalkulation und Ergebnisse

Die für eine Modellkalkulation benötigten Daten unterteilen sich in die bereits erwähnten **maschinenspezifischen Parameter**, die **schlagspezifischen Parameter** und in die Art der **Arbeitsverfahren** und der ausgewählten **Produktionsverfahren**.

Zu den wesentlichen maschinenspezifischen Parametern gehören die Arbeitsbreite und -geschwindigkeit, die Wendezeit, die Be-/Entladezeit mit der Anrangerzeit, die Rüstzeiten und die Bunkerkapazität. Die wesentlichen schlagspezifischen Parameter sind die Schlaggröße in ha, -form, -länge/-breite, Entfernung vom Hof, Entfernung zum nächsten Schlag, Art/Schwere des Bodens und die Hangneigung. In dieser Modellkalkulation wird die Schlaglänge zwischen 200 und 1000 m in Schritten von 20 m variiert, was bei gleicher Schlaggröße auch eine Verringerung der Schlagbreite bedeutet.

Der Einfluss der Schlaglänge kann für jedes Arbeitsverfahren untersucht werden. Viel wichtiger für die Praxis ist jedoch der Einfluss der Schlaglänge auf das gesamte Produktionsverfahren, da nicht nur einzelne Arbeitsverfahren, sondern die gesamte pflanzenbauliche Produktion eines Produktionszweiges für den Betrieb von Bedeutung ist. Beispielhaft werden die Produktionszweige Getreideanbau (Winterweizen), Hackfruchtanbau (Zuckerrüben) und Futteranbau (Silo-mais, Tab. 1) untersucht. Um den Einfluss der Schlaglänge auf die unterschiedlichen Produktionsverfahren bestimmen zu können, muss der Zeitbedarf aller in den Produktionsverfahren benötigten Arbeitsverfahren berechnet werden. Die Arbeitsverfahren werden in Verfahren mit und ohne Ausbringen/Ernten gruppiert. Verfahren mit Ausbringen/Ernten werden zusätzlich nach dem Ort (am Feldrand oder auf dem Schlag) und der Form des Be-/Entladens (mit angehängtem oder parallel fahrender Transporteinheit) unterteilt.

Tab. 1: Arbeitsverfahren der Produktionsverfahren Silomais auf der Schlaggröße 2 ha

---

**Arbeitsverfahren des Produktionsverfahrens Silomais, 2 ha Schlag**

---

Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger,	Laden mit 25 t/h Frontlader, 45 kW Feldarbeit mit 4,75 t, Anhängeschleuderstreuer, 67 kW
Pflügen mit Anbaudrehpflug 4 Schare, 1,40 m,	67 kW
Gülle ausbringen, ab Hof mit Vakuumtankwagen 7 m <sup>3</sup> ,	67 kW
Eggen mit Saatbettkombination, angebaut, doppelte Überfahrt 4,0 m,	67 kW
Einzelkornsaat von Mais 4. Reihen, 3,0 m,	45 kW
Pflanzenschutz ab Hof Anbaupflanzenschutzspritze, 15 m, 1000 l,	45 kW
Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger 0,8 t, Anbauschleuderstreuer,	45 kW
Maishacken mit Hacksterngerät 4-reihig,	45 kW
Silomais häckseln,	Feldarbeit mit Anbauhäcksler einreihig, 45 kW Transport mit 8 (4) t, Dreiseitenkippanhänger, 45 kW Festfahren mit Traktor, 5 t, 45 kW
Kalk ab Feld streuen,	Laden mit Frontlader, 40 t/h, 45 kW Feldarbeit mit 4,75 t, Anhängeschleuderstreuer, 67 kW
Stoppelgrubbern 2,5 m,	67 kW

---

Tab. 2: Arbeitsverfahren der Produktionsverfahren Silomais auf der Schlaggröße 5 ha

---

**Arbeitsverfahren des Produktionsverfahrens Silomais, 5 ha Schlag**

---

Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger,	Laden mit 50 t/h Radlader, 68 kW Feldarbeit mit 7,0 t, Anhängeschleuderstreuer, 67 kW
Pflügen mit Aufsatteldrehpflug 5 Schare, 1,75 m,	83 kW
Gülle ausbringen, ab Hof mit Vakuumtankwagen 7 m <sup>3</sup> ,	67 kW
Eggen mit Saatbettkombination, angebaut, doppelte Überfahrt 5,0 m,	83 kW
Einzelkornsaat von Mais 6 Reihen, 4,5 m,	54 kW
Pflanzenschutz ab Hof Anbaupflanzenschutzspritze, 18 m, 1500 l,	67 kW
Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger 0,8 t, Anbauschleuderstreuer,	54 kW
Maishacken mit Hacksterngerät 6-reihig,	67 kW
Silomais häckseln	Feldarbeit mit Anbauhäcksler zweireihig, 83 kW Transport 8 (4) t, Dreiseitenkippanhänger, 54 kW Festfahren mit Radlader, 11 t, 105 kW
Kalk ab Feld streuen,	Laden mit 50 t/h, Radlader, 68 kW Feldarbeit 7,0 t, Anhängeschleuderstreuer, 67 kW
Stoppelgrubbern 3,0 m,	83 kW

---

Die ausgewählten Produktionsverfahren und die dazugehörenden Arbeitsverfahren wurden aus der KTBL - Datensammlung Betriebsplanung 2002/03 übernommen. Sie sind von einer KTBL-Arbeitsgruppe zusammengestellt worden und unterstellen eine für die jeweilige Schlaggröße spezifische Mechanisierung.

## Ergebnis

Bei Arbeitsverfahren ohne Ernten/Ausbringen wäre die optimale Schlaglänge so, dass das Arbeitsgerät nur eine Auf- und ein Abfahrt je Einsatz durchführen müsste um nur einmal zu Wenden und nicht von dem eventuell weiter entfernten Schlagende zum Hof zurück fahren zu müssen. Diese extreme Variante ist jedoch nicht praxistauglich, da sie bei Arbeitsgeschwindigkeiten von 4 bis 6 km/h zu Schlaglängen von mehreren km kommt. Für Verfahren mit Ernten/Ausbringen ist die Ermittlung der **Ernte-/Ausbringstrecken je Bunkerfüllung** ein Ansatz zur Ermittlung der optimalen Schlaglänge. Diese Arbeitsstrecke ergibt sich aus der zu erntenden oder auszubringenden Menge, der Arbeitsbreite und der Bunkerkapazität. Da diese Werte sehr stark schwanken, können die Ernte-/Ausbringstrecken der verschiedenen Arbeitsverfahren nur in Spannen angegeben werden. Mit den in dieser Modellkalkulation untersuchten Arbeitsverfahren werden beim Pflanzenschutz Strecken bis 4000 m, beim Kalken von 5000 m und beim Bestellen sogar bis 10000 m erreicht. Verfahren, die größere Mengen ernten oder ausbringen, erreichen viel geringere Ernte-/Ausbringstrecken. Beim Mähdrusch und bei der Zuckerrübenerte sind dies bis 1200 m und beim Ausbringen der Gülle nur bis 300 m. Würde man diese Strecken als optimale Schlaglängen nutzen wollen, so müssten das Bunkern an zwei Schlagenden durchgeführt werden und somit die Schläge an zwei Seiten zugänglich sein. Soll der Bunkervorgang nur an einem Schlagende erfolgen so kann nur die Hälfte der Ernte-/Ausbringstrecken als optimale Schlaglänge genutzt werden.

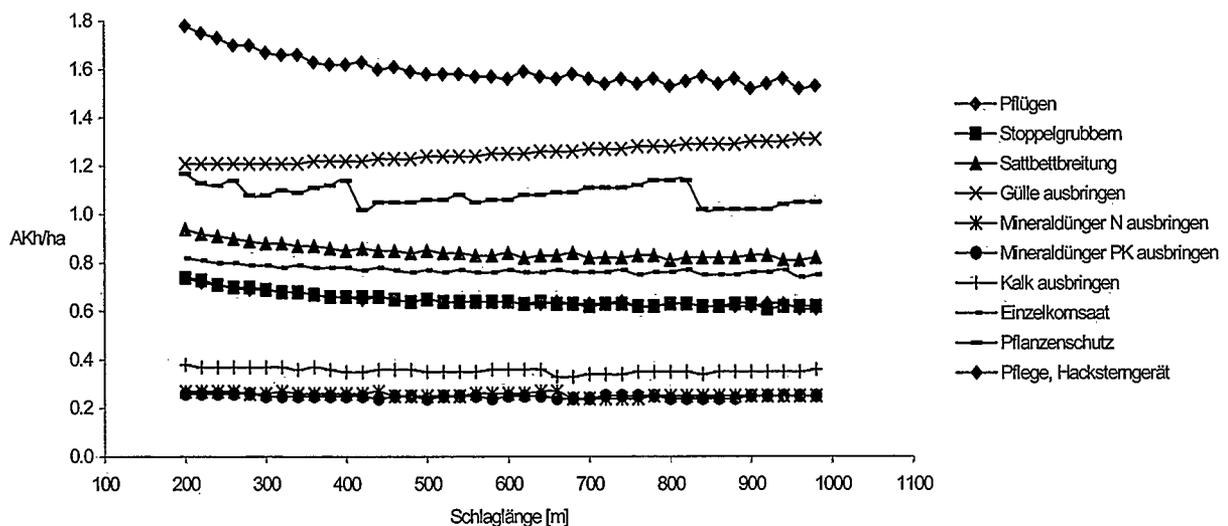


Abb. 1 : Arbeitszeitbedarf von Arbeitsverfahren zur Silomaisproduktion auf 2 ha Schlag ohne Ernteverfahren

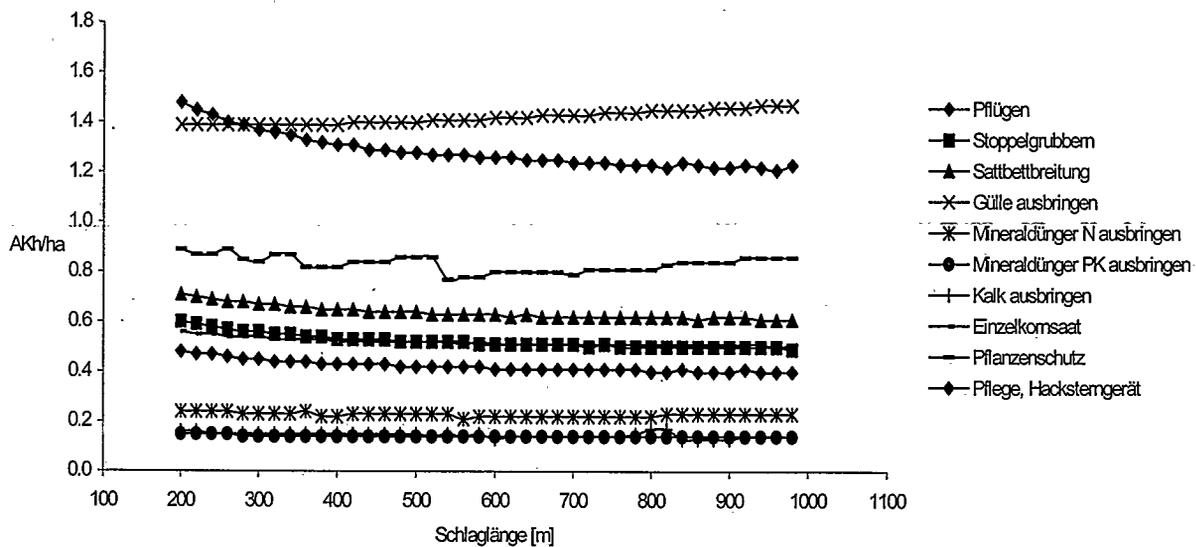


Abb. 2 : Arbeitszeitbedarf von Arbeitsverfahren zur Silomaisproduktion auf 5 ha Schlag ohne Ernteverfahren

Mit zunehmender Schlaglänge nimmt die Anzahl der Wendungen und damit die Wendezeit je Schlag ab. Bei den anderen Parametern ändert sich der Zeitbedarf nicht im direkten Zusammenhang mit zunehmender Schlaglänge.

Bei gleicher Flächengröße und zunehmender Schlaglänge verändert sich in dieser Modellrechnung die Schlagbreite. Je nach Arbeitsbreite kommt es somit zu unterschiedlichen zu bearbeitenden Reststreifen. Bei sehr kleinen Reststreifen kann der Zeitbedarf auch wieder ansteigen. Dies kann zu kleinen Abweichungen wie beim Pflügen oder zu großen Abweichungen wie beim Pflanzenschutz führen.

Arbeitsverfahren mit Bunker weisen grundsätzlich auch eine Abnahme des Zeitbedarfes bei zunehmender Schlaglänge auf. Es kommt jedoch in Abhängigkeit von der Arbeitsbreite, der Ausbring-/Erntemenge und der Bunkerkapazität zu Strecken je Bunkerfüllung bzw. zu unterschiedlichen Füllungsgraden des Bunkers am Feldrand. Da zu dem Befüllen/Entleeren des Bunkers auch das Fahren zum Transportfahrzeug und das Anrangieren gehört, beeinflusst die Auslastung des Bunkers den Zeitbedarf für die Versorgung je Schlag. Dem Bunkerfüllungsgrad am Schlagende kommt somit eine große Bedeutung zu, was die Zuckerrübenenernte besonders deutlich zeigt. Ernteverfahren und die Verfahren zum Ausbringen von Wirtschaftsdünger unterscheiden sich von den anderen Verfahren nur durch den Umschlag größerer Mengen. Die großen Mengen führen dazu, dass bei größeren Schlaglängen und begrenzten Bunkergrößen mehrerer Ladestellen nötig sind. Bei zwei Ladestellen muss der Schlag dementsprechend zugänglich sein. Weitere Transportfahrzeuge müssten dann in der Feldmitte abgestellt werden. Dies führt zu weiteren Fahrten auf dem Schlag und benötigt eine vorsichtige Durchführung, um Schäden an den Kulturen so gering wie möglich zu halten.

Nur eine geringe oder keine Bedeutung hat die Bunkerfüllungsgrad bei Verfahren, die während der Hauptarbeit von einem Transportfahrzeug versorgt werden. Hierbei wird die Versorgungszeit eingespart, die Schlagkraft steigt und es können Schlaglängen, die über die Strecke je Bunkerfüllung hinaus gehen, ohne mehrere Ladestellen, bearbeitet werden. Der Arbeitszeitbedarf steigt jedoch an, da der Transportzeitbedarf durch die Parallelfahrt steigt und bei den Transporteinheiten zusätzliche Wartezeiten entstehen.

Mit zunehmender Schlaglänge und damit größeren Leerfahrtstrecken auf dem Schlag steigt der Zeitbedarf für jeden Transportzyklus weiter. Dies kann so weit gehen, dass, wie bei der Silomaisernnte auf dem 5 ha Schlag, eine weitere Transporteinheit benötigt wird und der Arbeitszeitbedarf dann sprunghaft ansteigt.

Sollen Fahrschäden in den Beständen oder der Böden vermieden werden, ist das Befahren der Fläche mit einem Transportfahrzeug nicht sinnvoll oder sogar nicht möglich. Nur bei tragfähigem Boden ohne Bestand, wie bei der Ernte, kann diese Vorgehensweise eingesetzt werden.

Bei Verfahren wie dem Ausbringen von Wirtschaftsdüngern wird das Arbeitsgerät oft auch als Transportgerät eingesetzt. Beim Ausbringen großer Mengen bei großen Arbeitsbreiten ergeben sich kurze Strecken je Bunkerfüllung. In Verbindung mit großen Schlaglängen ergeben sich somit große Leerfahrtstrecken auf dem Schlag und ein Ansteigen des Zeitbedarfes.

## **Fazit**

1. Die optimale Schlaglänge ist bei fast jedem Arbeitsverfahren eine andere.
2. Die optimale Schlaglänge für die Produktionsverfahren sollte zu den arbeitsintensivsten Verfahren außer der Bodenbearbeitung passen, sofern sie überhaupt ausgewählt werden kann.

## **Zusammenfassung**

Die wesentlichen maschinenspezifischen Parameter, die die Arbeitszeit bestimmen, sind Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit, Wendezeiten, Be- und Entladezeit, Rüstzeit am Hof und am Arbeitsort, Bunker- und Behältergröße. Die wesentlichen schlagspezifischen Parameter sind die Schlaggröße, die Schlaglänge, die Schlagform, die Hof-Feld- und die Feld-Feld-Entfernung. Unter sonst gleichen Bedingungen halbiert sich die Wendezeit bei der Verdoppelung der Schlaglänge bei einfachen Feldarbeiten. Bei geringer Arbeitsbreite, hoher Arbeitsgeschwindigkeit und hoher Wendezeit wirkt sich die Vergrößerung der Schlaglänge stärker aus als bei hoher Arbeitsbreite, niedriger Arbeitsgeschwindigkeit und niedriger Wendezeit.

Der Einfluss der Ernte- und Ausbringmengen lässt sich dagegen nicht so leicht abschätzen. Aus Behälterinhalt, Arbeitsbreite und Produktertrag bzw. Betriebsmittelaufwand errechnet sich eine Ernte-/Ausbringfläche und eine Ernte-/Ausbringstrecke je Behälterfüllung. Nur in den seltensten Fällen ist diese Ernte- bzw. Ausbringstrecke ein ganzzahlig oder geradzahlig Vielfaches der Schlaglänge. Weiter ändert sich bei nicht-rechteckigen Schlägen die Arbeitstrecke mit jeder

Fahrt. In den KTBL-Standards werden ausschließlich rechteckige Parzellen betrachtet. Zum Entleeren/Befüllen des Behälters wird je nach Übergabe-/Übernahmeform ein differenzierter Zeitzuschlag je Behälterfüllung durchgeführt.

Im Beitrag werden die Produktionszweige Getreide, Zuckerrüben und Silomais differenziert berechnet. Dabei werden die Optionen „Nichtausnutzung der Behälterkapazität“, „Leerfahrstrecken/Lastfahrstrecken“ sowie der Einbezug von Zubring-/Abtransportfahrzeugen und der Reststreifen für einen 2 ha und einen 5 ha Schlag untersucht, wobei die Schlaglänge variiert wird.

**Schlüsselwörter:** Schlaglänge, Teilzeiten, Bunkerausnutzung, Arbeitszeitbedarf

## Résumé

### **Influence des machines et des longueurs de parcelles sur le temps de travail nécessaire pour les travaux au champ**

Les principaux paramètres qui sont spécifiques aux machines et qui influencent le temps de travail sont les suivants: largeur de travail, vitesse de travail, temps de manoeuvre, temps de chargement et de déchargement, temps de préparation à la ferme et sur le lieu de travail, volume des trémies et des cuves. Les principaux paramètres spécifiques aux parcelles sont les suivants : taille, longueur et forme de la parcelle, distance entre la ferme et le champ et entre les différentes parcelles. Partant de l'hypothèse que les conditions annexes restent inchangées, le temps de manoeuvre diminue de moitié pour les travaux simples lorsque la longueur de la parcelle double. Avec une faible largeur de travail, une vitesse de travail et un temps de manoeuvre élevés, l'augmentation de la longueur de la parcelle a des répercussions plus importantes que si la largeur de travail est élevée et la vitesse de travail et le temps de manoeuvre, tous deux réduits.

En revanche, il n'est pas si facile d'estimer l'influence des quantités de récolte et de distribution. Le volume de la cuve, la largeur de travail et le rendement des produits, resp. les moyens de production investis permettent de calculer une surface de récolte/distribution et une distance de récolte/distribution par chargement de la cuve. Mais il est très rare que cette distance de récolte, resp. de distribution soit un multiple de la longueur de la parcelle, en chiffres ronds ou en chiffres pairs. En outre, lorsque les parcelles ne sont pas rectangulaires, la distance parcourue varie à chaque trajet. Les standards du KTBL ne prennent en compte que des parcelles rectangulaires. En ce qui concerne la vidange/le remplissage de la cuve, on tient compte d'un supplément de temps différencié par remplissage de cuve en fonction de la forme de remise et de reprise.

L'étude calcule de manière différenciée les branches de production suivantes : céréales, betteraves sucrières et maïs-ensilage. Elle prend en compte les options „capacité de la cuve non utilisée à fond“, „trajets à vide/trajets avec chargement“, ainsi que l'utilisation de véhicules de convoyage/de transport et l'existence de bandes résiduelles pour une parcelle de 2 ha et une parcelle de 5 ha, avec une longueur de parcelle variable.

## Summary

### Influence of machines and plot lengths on working-time requirements in arable cropping

The major machine parameters determining working time are working width, working speed, and time required for turning the machine, as well as loading and unloading time on the farm and in the field. The essential plot-specific parameters are plot size, plot lengths, plot form, and the distances between farm and field and between plots. For simple field work, doubling the plot length will decrease machine turning time per ha by half, the other conditions remaining unchanged. With small working widths, high working speeds and high turning times, an increase in plot length has a greater effect than with large working widths, low working speeds and a low turning times.

The effect of different harvest yields and application rates on working-time requirements cannot be assessed that easily, however. On the basis of hopper/tanker capacity, working width and product yield or operating input, a harvest/application area and a harvest/application length can be calculated per hopper/tanker unit. Only in the rarest cases is this harvesting/application length a whole- or even-numbered multiple of the plot lengths. Furthermore, with non-rectangular plots, the working length changes for every operation. In the KTBL standards, only rectangular plots are considered. For loading and unloading, a specific time supplement is added on according to type of unloading and loading. In this paper, the production branches of cereals, sugar beets and forage maize are calculated separately. At the same time, the options 'non-exploited hopper capacity', 'empty/loaded travel', 'transport units for hauling and carrying away', as well as residual margins of less than one working width are calculated for a 2 ha and a 5 ha plot, with differing plot length.

**Keywords:** plot length, partial times, hopper utilization, working-time requirement

## Literatur und Quelle

Funk, M., 2004: KTBL-Datenbank Feldarbeitsverfahren, Modellkalkulationen.

Gindele, E.H., 1972: Die Bedeutung agrarstruktureller Elemente für eine rationelle Arbeitserledigung in der Feldwirtschaft. KTBL-Schrift 156, Münster-Hiltrup.

Jäger, P.: Zeitbedarf von Feldarbeiten. In: Landtechnik 1/1-91, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.

Kreher, G. und Hesselbach, J., 1968: Arbeits- und Zugkraftbedarfszahlen. In: KTL-Kalkulationsunterlagen für Betriebswirtschaft Band 1, Teil III, Wolfratshausen.

# Zur Leistungsfähigkeit moderner Swingover-Melkstände

Anja Krumm und Hartmut Grimm, Universität Hohenheim, Agrartechnik, D-70599 Stuttgart  
Dieter Ordloff, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft FAL, D-38116 Braunschweig

Voraussetzung zur Beurteilung moderner Melkverfahren ist die Kenntnis der relevanten Leistungsmerkmale (Zeitbedarf zum Melken der Kühe und für die Vor-/Nacharbeiten, Durchsatz (Kühe/h)) und der Systemkosten.

**Ziel der vorliegenden Arbeit** ist die Erfassung der Kapazität moderner Swingover-Melkstände (Melkstände mit Wechselselkzeugen, d.h. ein Melkzeug je Standplatzpaar) und der entsprechenden Routinearbeiten des Melkpersonals sowie ein Vergleich mit ähnlichen aufgedoppelten Fischgrät-Melkständen (FGM). Anhand einer Modellrechnung sollen anschließend die Kosten der unterschiedlichen Verfahren bei gleicher Melkleistung verglichen werden.

**Durchführung:** Hierzu wurden in Großbritannien in 13 größeren Herden mit modernen Swingover-Melkständen bzw. in 6 Fischgrät-Melkständen Messungen der Arbeitszeit durchgeführt. Die Herdengröße der Betriebe lag zwischen 66 und 253 gemolkene Kühen. Zum Vergleich wurden auch 7 Swingover-Betriebe in Norddeutschland mit 43 bis 90 gemolkene Kühen erfasst. In allen GB-Melkständen standen die Kühe in einem Winkel von  $50^\circ$  und wurden durch die Hinterbeine gemolken. Die Größe der Melkstände lag zwischen  $2 \times 7$  bis  $2 \times 16$  (32 MZ) bzw.  $2 \times 26$  (26 MZ/52 Melkplätze). Das wichtigste Auswahlkriterium war, dass nur mit einer Melkperson gearbeitet wurde.

In jedem Betrieb wurde an ein bis zwei Melkzeiten von einer Beobachterin die Dauer der folgenden Routinezeiten an mindestens 43 (max. 253) Kühen erfasst. Die Einteilung der Routinezeiten in Gruppen erfolgte, um in der Auswertung der Messungen besser auf Optimierungsmöglichkeiten eingehen bzw. Systemgrenzen erkennen zu können:

- **Arbeiten an der Einzelkuh:**

$t_{EV}$  (Eutervorbereitung),  $t_{AN}$  (Ansetzen des MZ),  $t_{MNG}$  (Maschinennachgemelk),  $t_{AB}$  (Abnehmen des MZ),  $t_{EK}$  (Euterkontrolle und Dippen),  $t_{STOR}$  Störung (meist abgeschlagene Melkzeuge)

- **Arbeiten an der Kuhgruppe:**

$t_{WEG}$  (Gehen),  $t_{EIN}$  (Einlassen einer Gruppe),  $t_{AUS}$  (Auslassen einer Gruppe),  $t_{KF}$  (Gabe von Kraftfutter),  $t_{WRAUM}$  (Arbeit im Warteraum),  $t_{SON}$  (Sonderarbeiten)

- **Arbeiten am System:**

$t_{MZWS}$  (Melkzeug waschen),  $t_{MSWS}$  (Melkstand reinigen),  
 $t_{ORG}$  (sonstige Organisation)

- **Rastzeit des Melkers:**

$t_{RAST}$  (Rastzeit, während der der Melker nichts tut)

Die **Ergebnisse** zeigen, dass die Arbeitszeiten je Kuh (Tab. 1) unabhängig vom Ausstattungstyp in GB sehr ähnlich sind. In den beobachteten deutschen Melkständen arbeiten die Melker jedoch erheblich länger je (Einzel)Kuh, daraus erklären sich die deutlichen Unterschiede in der Leistung zwischen GB und BRD. Weiterhin sind die Rastzeiten in den deutschen Betrieben höher, dies weist auf zu geringe (!) Melkstandgröße oder auf ungünstige, nicht an das „andere“ Arbeiten im Swingover angepasste Arbeitsorganisation hin. Der Zeitaufwand für „ $\Sigma$  System“ ist gleich, da diese Arbeiten nicht von der Organisation der eigentlichen Melkarbeit abhängen.

Tab. 1: Arbeitszeit je Kuh in den Systemen [cmin/Kuh; geom. Mittelwert]

FGM-TYP	Anzahl Betriebe	$\Sigma$ Einzelkuh	$\Sigma$ Gruppe	$\Sigma$ System	Rastzeit	$\Sigma$ Gesamt	Kühe/h
„doppelt“ GB	6	31	22	5	4	66	91
Swingover GB	13	29	22	4	3	62	98
Swingover BRD	7	48	30	5	12	98	61

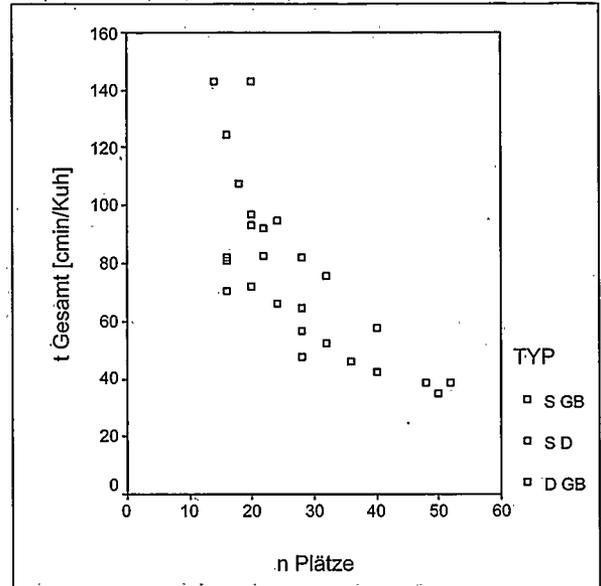
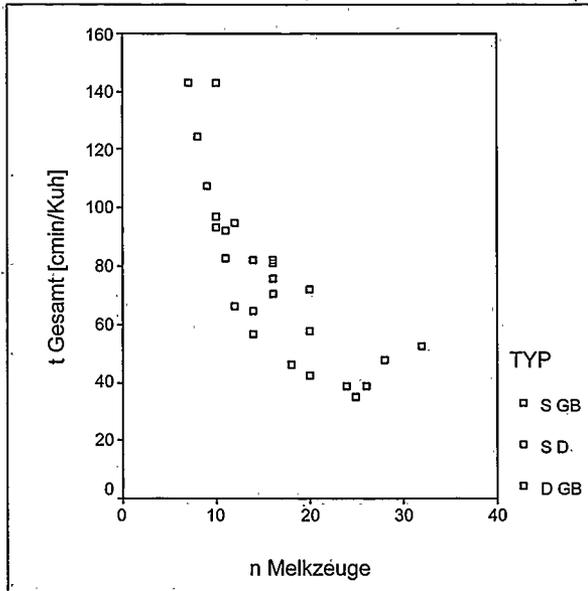
Bereits aus frühen Untersuchungen zu Parametern der Melkarbeit bzw. Melkbarkeit (Mayntz, 1981) ist bekannt, dass die meisten von der Kuh abhängigen Routinezeiten – z.B.  $t_{MNG}$  – keine Normalverteilung aufweisen. Das gleiche gilt für errechnete Quotienten. Deshalb ist es nicht praktikabel, aus arithmetischen Mittelwerten der Routinearbeiten über die Betriebe direkt auf die Leistung eines Melkverfahrens (als Kühe/h) zu schließen. In dieser Arbeit werden deshalb geometrische Mittelwerte über die Verfahren angegeben (Tab. 2), die hieraus errechneten Leistungsdaten sind „plausibel“.

Tab. 2: Beispiel für die Errechnung repräsentativer Mittelwerte zu den Verfahren

Merkmal	Swing D		Swing GB		FGM GB	
	Arithm. Mittel	Geo. Mittel	Arithm Mittel	Geo. Mittel	Arithm. Mittel	Geo. Mittel
$t_{Gesamt}$ [cmin/Kuh]	103,5	98,0	65,9	61,5	67,7	66,3
Kühe je Stunde	65,7	61,2	104,3	97,5	92,6	90,5
" " errechnet*	58	61,2	91	97,6	88,6	90,5

\* errechnet aus  $[6000 : t_{Gesamt}]$

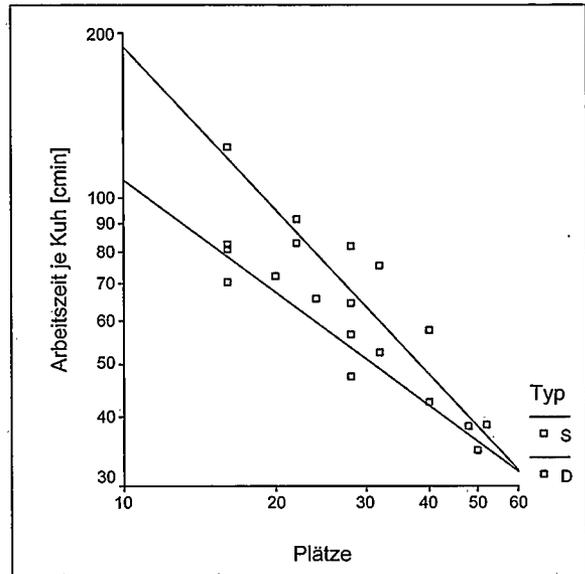
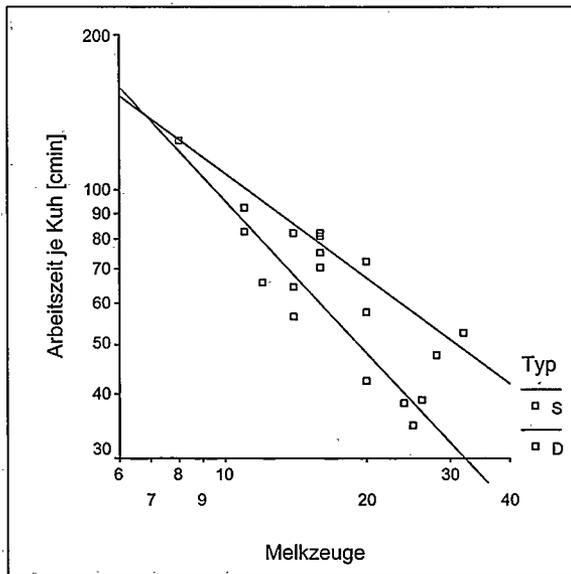
Die Leistungen der Melker in den unterschiedlichen Verfahren sind in den Abbildungen 1 dargestellt. In diesen wie in den folgenden Abbildungen 2 ist in der linken Abbildung die Abhängigkeit der Leistung von der Anzahl Melkzeuge, in der rechten von der Anzahl Melkplätze dargestellt.



"S-GB": Swingover GB "S D": Swingover D "D-GB": aufgedoppelte FGM GB

Abb. 1: a+b: Arbeitszeit je Kuh in Abhängigkeit von der Melkstandsgröße

Es zeigt sich, dass zwar für die gleiche Melkleistung in einem aufgedoppelten FGM mehr Melkzeuge (a) als in einem Swingover-Melkstand benötigt werden, diese hängen jedoch in einer kleineren Anlage (b). In zusätzlichen Auswertungen der Daten wird deutlich, dass die Platzbelegung in FGM von 4,7[Kühe/Platz u. h] in kleinen Anlagen ( $\leq 20$  Plätze) auf 3,6[Kühe/Platz u. h] bei mehr als 30 Plätzen absinkt, während sie in den Swingover-Melkständen in allen Größenklassen bei deutlich niedrigeren 3,1[Kühe/Platz u. h] liegt.



"S": Swingover, "D": aufgedoppelte FGM

Abb. 2: Arbeitszeit in Abhängigkeit von der Melkstandsgröße in GB (beide Achsen mit logarithmischem Maßstab zur 'Linearisierung' der Regression)

Weiter zeigt sich hier der nicht lineare Verlauf des Merkmals  $t_{\text{Gesamt}}$  über die Melkstandgröße. Er wird sehr stark von Unterschieden in den Arbeiten an der Kuh ( $\Sigma$ Einzelkuh' in Tab. 1) bestimmt, insbesondere zeigen sich hier deutlich längere  $t_{\text{MNG}}$  in Deutschland. Wie in früheren Untersuchungen wird deutlich, dass die Melker ihre Melkarbeit an die in einer Melkanlage zur Verfügung stehenden Zeit je Kuh anpassen, hauptsächlich durch 'Weglassen' oder Verkürzen von Routinen.

Die Melker in GB haben recht einheitliche Routinen, deshalb beschränkt sich der folgende Teil der Untersuchung auf die Messungen in GB. Aus ihnen werden die Daten für die Beispielsrechnung abgeleitet, die zum Vergleich der Anlagenkosten dienen (Abb. 2).

Die Graphik zeigt einen Schnittpunkt der Regressionsgeraden bei sieben Melkzeugen. Das bedeutet, dass ein Swingover- und ein doppelt bestückter Melkstand die gleiche Leistung bei sechs bis acht Melkzeugen haben - in einem 6/12 (8/16) Swingover-Melkstand werden genauso viele Kühe gemolken wie in einem Doppel-3er (4er) FGM → Beispiel 1. Geht man von einer Arbeitszeit je Kuh von einer Minute aus (Ordolff, 1996), so ist das in einem 10/20 Swingover-Melkstand bzw. in einem Doppel-6er FGM (12 Plätze und 12 Melkzeuge) möglich → Beispiel 2. In Großbritannien wurden Arbeitszeiten je Kuh um 60 min gemessen. Nimmt man diesen Wert, so muss man einen 16/32 Swingover-Melkstand mit einem Doppel-12 FGM (24/24) vergleichen → Beispiel 3. Schließlich wird der größte in GB gemessene Swingover-Melkstand (26/52) verglichen mit seinem (theor.) Pendant (24/24) → Beispiel 4.

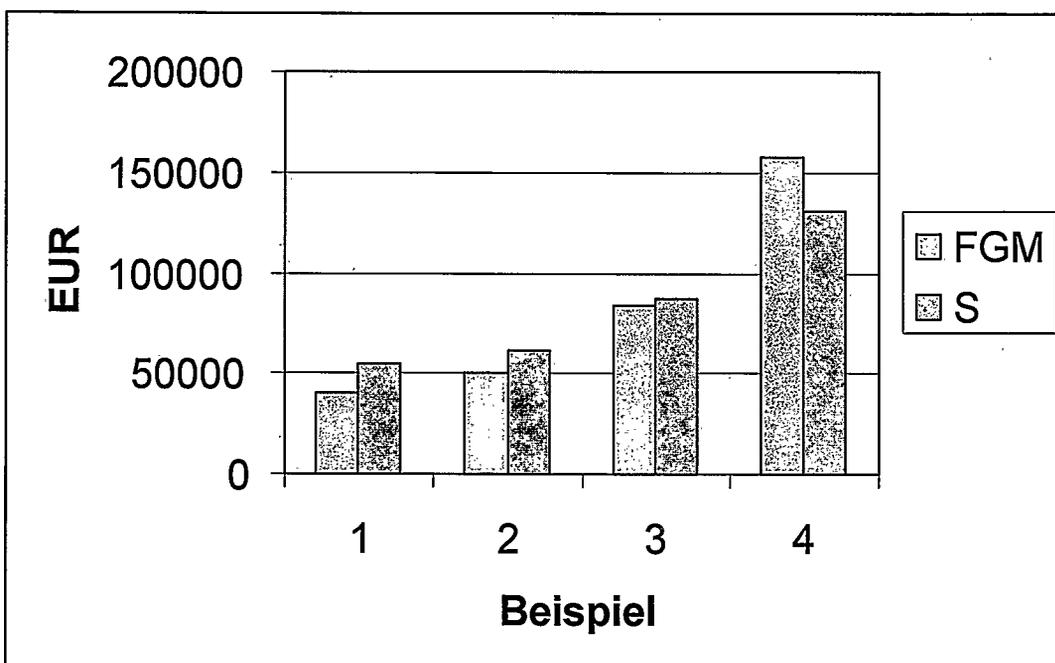


Abb. 3: Beispielsrechnung für vier ausgewählte Melkstandgrößen (Beispielbeschreibung im Text)

Der umbaute Raum und das Melkstandgerüst kosten bei einem Swingover-Melkstand genauso viel wie bei einem aufgedoppelten FGM mit gleicher Anzahl an Standplätzen. Auch ein großer Teil der Melkanlage, die Luft- und Milchleitung, Pumpe, Regelventil usw. werden von beiden Melkständen benötigt. Einzusparen sind bei einfacher technischer Ausstattung die Hälfte der Melkzeuge, der Pulsatoren und der Melkzeugaufnahme (Brunotte-Schütte, 2001). Es ergeben sich also folgende Einsparungen je Melkplatz:

½ Melkzeug	153 Euro
½ Pulssystem	205 Euro
½ Waschaufnahme	38 Euro
½ Abnahmeautomatik	256 Euro
<b>Summe</b>	<b>652 Euro</b>

Ein D-6 FGM entspricht dem deutschen (Standard-)Fischgräten-Melkstand. Vergleicht man die Kosten mit einem entsprechenden Swingover-Melkstand (10/20), so ergibt sich der Kostenvergleich in Tabelle 3. Bei **gleicher Melkleistung** müssen acht Melkplätze mehr finanziert werden. Es werden vier Melkzeuge eingespart. Daraus ergeben sich 123 % Mehrkosten (bei einfacher technischer Ausstattung). Erst ab einer Melkstandgröße von (17/34) Swingover ↔ D-13 FGM wird der Swingover-Melkstand gegenüber dem FGM günstiger. Die Werte beziehen sich auf eine Melkperson. Arbeiten in diesen großen Systemen mit nur einer Melkperson gelingen jedoch nur unter "weglassen" der Vorgemelksprüfung(!) und damit in Kollision mit EU-Gesetzen.

Tab. 3: Kostenvergleich der Melkstände mit gleicher Leistung am Beispiel 2 (BRD)

	10/20 Swingover	D-6 FGM (KTBL)
Melktechnik	27 871 EUR	24 547 EUR
Baukosten Melkstand	33 572 EUR	25 570 EUR
<b>Summe</b>	<b>61 623 EUR</b>	<b>50 117 EUR</b>
Leistung	60 Kühe/h	60 Kühe/h

FGM → Swingover 11506 EUR bzw. 123 % Mehrkosten !!

## Zusammenfassung

In 26 Betrieben (D und GB) mit größeren Swingover-Melkständen (n=20; 14 bis 52 Melkplätze) bzw. aufgedoppelten Fischgrät-Melkständen (n=6, nur GB), in denen nur ein Melker arbeitete, wurden die Routinezeiten beim Melken erfasst. Es zeigte sich kein Unterschied in der Leistung der Verfahren, wenn gleiche Routinearbeiten durchgeführt wurden. Dabei lagen die Leistungen in den größeren Betrieben in GB bei 91 (doppelter FGM) bis 98 (swingover) Kühe/h, in Deutschland mit anderer Melkroutine bei 61 Kühe/h. Hervorzuheben ist, dass die Platzbelegung je Stunde in Swingover-Melkständen mit 3,1 [Kühe/Platz und Stunde] deutlich unter dem Wert

aufgedoppelter FGM von rund 4 [Kühe/Platz und Stunde] liegt. Dadurch benötigen Swingover-Melkstände bei gleichem Durchsatz deutlich mehr Plätze.

## Résumé

### Du rendement des salles de traite modernes Swingover

Les temps consacrés aux travaux de routine de la traite ont été relevés dans 26 exploitations (D et GB) équipées de grandes salles Swingover (n=20; 14 à 52 places de traite) ou de salles de traite en épi doubles (n=6, uniquement GB), dans lesquelles un seul vacher travaillait. On n'a constaté aucune différence dans le rendement des procédés, lorsque les travaux de routine étaient les mêmes. Dans les plus grosses exploitations en GB, les rendements allaient de 91 vaches/h (salle de traite en épi double) à 98 vaches/h (Swingover). En Allemagne, où la routine de traite était différente, le rendement était de 61 vaches/h. Il faut souligner que l'occupation horaire des places dans les salles de traite Swingover, soit 3,1 [vaches/place et heure] se situe nettement en dessous de l'occupation horaire dans les salles de traite en épi double, soit environ 4 [vaches/place et heure]. De ce fait, les salles de traite Swingover ont besoin de nettement plus de place pour atteindre le même débit.

## Summary

### Throughput of modern swing-over milking parlours

Time required for milking routines was measured on 26 farms in Germany and the UK, with fairly large swing-over milking parlours (n=20; 14 to 52 places) and 'standard' herringbone parlours (n=6; UK only) with only one milker. No difference in the throughput of the two systems was observed when the milking routines were the same. In the UK, throughput amounted to 91 cows/h (standard herringbone) and 98 cows/h (swing-over), whereas in Germany it came to 61 cows/h, albeit with a different milking routine. It must be emphasized that only 3.1 [cows/place and h] were milked in the swing-over parlours, in contrast to approx. 4 [cows/place and h] in 'standard' herringbone installations. It therefore follows that swing-over milking parlours need many more milking places to achieve the same throughput as 'standard' parlours!

## Literatur

Mayntz, M., 1981: Über den Einfluss ausgewählter Maße des Sitzgummikopfes auf Merkmale der Melkbarkeit, der Gemelksstruktur und auf das Gesamtgemelk. Diss. Univ. Hohenheim.

Ordolff, D., 1996: Melkarbeit. Vorlesungsskript Univ. Hohenheim.

Brunotte-Schütte, Gertrud, 2001: Preis und Leistung vergleichen. Land und Forst, 11/2001, S. 46.

# Die Arbeitsplanung als Teil der Produktionsplanung in einem Landwirtschaftsunternehmen

*Luoma Tarmo, Karttunen Janne und Tuure Veli-Matti, TTS Institut, FI-05201 Rajamäki*

## Einleitung

Das TTS-Institut (Työtehoseura, Finnisches Institut für Arbeitseffizienz) ist ein im Jahre 1924 gegründetes Forschungs- und Bildungsinstitut der Land-, Forst- und Hauswirtschaft sowie darauf bezüglicher Gebiete. In drei Forschungsabteilungen wird Forschung betrieben. Für die Ausbildung sind das Erwachsenenbildungszentrum und das zum TTS-Institut gehörende Lönrot-Institut zuständig. Am TTS sind in den Bereichen Forschung, Entwicklung, Ausbildung und Information 170 Personen beschäftigt. Die Tätigkeit ist auf vier Orte verteilt. Die Tätigkeit des TTS-Instituts wird durch den Verkauf von Ausbildungsdienstleistungen, aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten, aus Publikationen, Mitgliedsbeiträge und teilweise über staatliche Zuschüsse finanziert.

Die Landwirtschaftsabteilung ist auf die Organisation der Arbeit und die Entwicklung von Arbeitsmethoden in Landwirtschaftsunternehmen spezialisiert. Das Ziel besteht in der Förderung der Wirtschaftlichkeit der Produktion, der Umweltfreundlichkeit und der Energieeinsparung sowie in der Erhöhung der Arbeitssicherheit, -gesundheit und der Arbeitszufriedenheit. Kurz gesagt, darin, durch Effizienz Wohlbefinden zu schaffen.

Diese Ausführung basiert auf einem in der Landwirtschaftsabteilung zu verwirklichenden Projekt, bei dem durch Ausnutzung von Arbeitsstudienmaterial sowohl der reibungslose Arbeitsablauf als auch das Wohlbefinden verbessert werden.

## Hintergrund

Im Zusammenhang mit großen Investitionen, beispielsweise der Planung von Bauarbeiten und Maschinenketten zur Erweiterung der Produktion, wird der Planung der Arbeitsmengen oft wenig Beachtung geschenkt, während das Hauptaugenmerk auf der finanziellen und baulichen Planung liegt. Der Einfluss der Investition auf die Arbeitsmenge kann daher im Nachhinein oft überraschend sein. Die starke Expansion von Unternehmen kann in einigen Fällen sogar zu unkontrollierbaren Arbeitsspitzen führen.

Bei der Produktionsplanung kann es für die Entscheidungen über den Umfang der Produktion, die Arbeitsmethoden und die Maschinenalternativen verschiedene Grundlagen geben. In Wirklichkeit erfolgt die Beschlussfassung nicht nur nach dem Prinzip der Gewinnmaximierung, sondern auch auf Grundlage anderer Ziele. Diese Ziele können sich beispielsweise auf die Minimierung von Sicherheitsrisiken, auf Prinzipien des biologischen Anbaus, auf das Wohlbefinden der Tiere oder auf die Freizeit beziehen. Entscheidungen werden auch von den Moralvorstellungen und Empfindungen des Landwirts beeinflusst. Bei der Beschlussfassung geht es also

nicht allein um die Wirtschaft. Dementsprechend können Funktionen des Produktionsprozesses nicht schematisch, beispielsweise nur auf Grundlage von Kosten- oder Produktivitätsanalysen, geplant werden. Die endgültige Entscheidung setzt immer eine subjektive Einschätzung voraus; zur Planung von Funktionen gehört ebenso viel Kunst wie Wissenschaft.

## **Der Bedarf nach Arbeitsplanung**

Wenn Unternehmen ihre Tätigkeit ausweiten, wächst der Bedarf nach Arbeitsplanung. Bei der Expansion eines Unternehmens sinken die Kosten pro Einheit, die Arbeitsmenge pro Einheit verringert sich, aber die Gesamtarbeitsmenge steigt in der Regel an. Da die Anzahl der Arbeitskräfte in der neuen Situation jedoch oft gleich bleibt, muss im Unternehmen überlegt werden, welche Arbeit man selbst verrichtet und was man von außerhalb bezieht – in der eigenen Tätigkeit muss man sich auf den Kernbereich konzentrieren.

Auf die Klärung der benötigten Arbeitsmenge und auf die Einschätzung der Hinlänglichkeit der verfügbaren Arbeitskräfte sollte man nicht nur bei der Planung einer Produktionserweiterung Wert legen, sondern auch, wenn bedeutende Bauprojekte oder umfangreiche Maschinen-/Geräteanschaffungen geplant werden. Mit der Entwicklung der Technik stehen für die Arbeitsketten in der landwirtschaftlichen Produktion immer mehr Maschinen- und Gerätealternativen zur Verfügung. Auch mit dem Anwachsen der Einheitsgröße der Landwirtschaftsunternehmen erhöht sich die Vielfalt an Methoden.

Mit der Erweiterung der Produktion und der Inbetriebnahme neuer Technik ist häufig auch eine Änderung von Produktions- und Arbeitsmethoden verbunden. Infolge der Veränderungen im Arbeitsverlauf muss die Funktion der Arbeitsketten in ihrer Gesamtheit neu eingeschätzt werden. Eine Änderung kann beispielsweise auch in der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen bestehen, die sich ihrerseits sowohl auf die Funktion der Arbeitsketten als auch auf die unternehmensspezifischen Arbeitsmengen auswirkt.

Insbesondere wenn eine Erweiterung der Produktion geplant wird, sollte der Landwirt einschätzen können, wie viel Arbeitsleistung für die Arbeit im Unternehmen aufgewendet werden kann und wo die Grenzen seiner Kräfte liegen. Eine starke Expansion oder bedeutende Sanierungen stellen allein aufgrund der Größe der Investitionen für den Landwirt eine Last dar, deren Bewältigung sicherlich nicht durch eine tagaus tagein andauernde überbemessene Arbeitsmenge erleichtert wird. Neue Methoden und Arbeitsketten beeinflussen auch die Natur der Arbeit und stellen Herausforderungen an die *Kompetenz* dar, was bei der Planung auch in Betracht gezogen werden sollte: Auch in der „Lernphase“ muss die Arbeit mit Hilfe der verfügbaren Ressourcen erledigt werden können. Die Bedeutung der Führungsarbeit und Beschlussfassung wird in einer starken Veränderung des Tätigkeitsumfeldes hervorgehoben.

## Ziel

Ungeachtet der Kompliziertheit der Beschlussfassung und der unterschiedlichen Wichtigkeit der Auswahlkriterien wird für die Einschätzung der Arbeitsmenge, u.a. beim Abwägen von Arbeitsmethoden- und Maschinenalternativen, ein Hilfsmittel benötigt. Mit Hilfe eines zweckmäßigen Hilfsmittels müsste der Einfluss verschiedener Methoden- und Maschinenalternativen auf die Funktion der Arbeitskette und die Arbeitsmenge untersucht werden können. Bei der Planung des Hilfsmittels müsste die Ergänzung der Daten sowie die Aktualisierbarkeit des Systems beachtet werden. Da die in den verschiedenen Arbeitskettens zu untersuchenden Maschinen häufig an mehreren Arbeitskettens beteiligt sind, müsste man alle Arbeitskettens der Produktionsrichtung gleichzeitig untersuchen können.

Ziel des Projekts ist es, dass *die Planung der Gesamtarbeitsmenge und der Arbeitskettens in der landwirtschaftlichen Produktion zu einem routinemäßigen Bestandteil der Planung bei allen Produktionsveränderungen wird*. Das Ziel besteht in der Erstellung eines Planungsinstruments oder -systems für Landwirte und Berater, aber auch für Forscher und Planer, mit dessen Hilfe verschiedene Arbeitsmethoden- und Mechanisierungsalternativen in den Arbeitssystemen des Unternehmens untersucht und anhand der Untersuchung vom Arbeitsaufwand her zu bewältigende und bezüglich der Arbeitskettens ausgeglichene Kombinationen als Basis für die tatsächlichen Entscheidungen eingeschätzt werden können. Den Ausgangspunkt können alternativ entweder die Arbeits- und Maschinenkettens (Änderung von Arbeitsmethoden oder -maschinen) oder das Produktionsvolumen (Expansion, Zunahme der Ackerfläche) bilden. Ein weiteres Ziel ist die Kompatibilität mit anderen Hilfsmitteln der Planung, beispielsweise mit Finanzplanungssystemen. Das Projekt soll außer direkt messbaren Faktoren auch andere Faktoren hervorbringen, die in der Realität bei der Beschlussfassung von Bedeutung sind. So kann die Gesamtheit (Produktionsprozesse und Arbeiten des Landwirtschaftsunternehmens) in der Situation der Beschlussfassung aus mehreren verschiedenen Blickwinkeln gleichzeitig betrachtet werden.

## Ausgangspunkte der Arbeitsplanung und -bemessung

Arbeitsverfahren und Maschinenalternativen können aus verschiedenen Motiven heraus gewählt werden. Es sollte jedoch immer von einer ausreichenden (passenden) Kapazität-/Leistungsfähigkeit, von der Kompatibilität mit den anderen Teilen der Arbeitskette, damit sich der im Voraus berechnete Vorteil bei der Arbeitseinsparung realisiert, sowie von den Kosten der Inbetriebnahme und Nutzung im Verhältnis zum erlangten Vorteil ausgegangen werden. Auch die zur Verfügung stehende Arbeitskraft muss bei der Bemessung beachtet werden. Die Wahl zwischen den Alternativen, die diese Kriterien erfüllen, erfolgt auf Grundlage der bereits früher erwähnten Faktoren, u.a. der Umwelteinwirkungen, der Gesundheit und des Wohlbefindens von Tieren und Menschen, der Ausbeute (Quantität und Qualität) sowie der verfügbaren Ressourcen. Die Wichtigkeit dieser Auswahlkriterien kann je nach Landwirtschaftsunternehmen stark variieren, u.a. aufgrund der gewählten Produktionsstrategie (Intensität) und der vertretenen Werte (z.B. Arbeitssicherheit oder Wohlbefinden der Tiere).

## Methoden

Die Entwicklung des Hilfsmittels für die Arbeitsplanung geht von der Wahl eines zweckdienlichen allgemeinen Modellierungs- und Simulationsprogramms sowie von der Weiterentwicklung des Arbeitsstudienmaterials des TTS-Instituts sowie der eigenen Kalkulationsprogramme zur Arbeitsplanung aus.

### Eigene Kalkulationsprogramme zur Arbeitsplanung und Grundmaterial

Das *TTS Consult* –Computerprogramm des TTS-Instituts befindet sich in der Testphase und dient zur Bemessung von Arbeitsaufwänden und Maschinenkapazitäten bei Saisonarbeiten im Ackerbau auf Grundlage der Untersuchung von Ernterisiken. Das Programm basiert auf Menüs und ist für das Windows-Benutzerinterface konzipiert.

Das TTS-Institut verwendet in seinen Arbeitsaufwanduntersuchungen als Grundmaterial die von ihm erstellten landwirtschaftlichen Grundzeiten und die von diesen abgeleiteten Standardzeiten. Die Grundzeiten basieren auf arbeitsmethodenspezifischen Arbeitsstudien (Zeit- und Bewegungsstudien), die in Landwirtschaftsunternehmen durchgeführt wurden. Die Zeiten werden gewöhnlich im Einzelzeitverfahren bestimmt, indem bei der Datenerfassung ein Feldcomputer zur Hilfe genommen wird. Alternativ kann die Zeitbestimmung auch auf einer Multimomentaufnahme beruhen.

Die Struktur des Grundzeitsystems in der Landwirtschaft unterscheidet sich geringfügig von der Struktur des in Finnland verwendeten Grundzeitsystems der Industrie. Die Grundzeiten sind Zahlen, die *Arbeitsaufwände der realen Auftragszeit* beschreiben. Die Standardzeiten beschreiben den Arbeitsaufwand umfangreicherer Arbeitsgesamtheiten. In ihnen sind zusätzlich Umstellungs- und Verteilzeiten sowie eine Reserve für kleine, für die Arbeit typische Störungen integriert.

*TTS-kone* ist ein im TTS-Institut entwickeltes Kalkulationsprogramm zur Berechnung der Stunden- und Hektarkosten von Arbeitsmaschinen. Mit Hilfe des Programms können u.a. die Rentabilität einer Maschineninvestition bestimmt und die Kosten einer Maschinenkette berechnet werden. Auch dieses Programm basiert auf Windows. Von dem Programm *TTS-kone* existiert eine kommerzielle finnischsprachige Version.

### Wahl des Modellierungs- und Simulationsprogramms

Ein für die Bemessung von Arbeitsketten geeignetes Modellierungs- und Simulationsprogramm wird aufgrund von Programmtests gewählt. Die Eignung der zu vergleichenden Programme wird aufgrund der Leichtigkeit der Modellierung/Simulation, der aus der Simulation erhältlichen Daten und der Flexibilität des Programms (u.a. die Möglichkeit zur Erweiterung/Ergänzung der Modelle) eingeschätzt. Auch die Erhältlichkeit des Programms und die Geräteanforderungen beeinflussen die Entscheidung. Den Ausgangspunkt bilden Computerprogramme zur Ereignissimulation.

Eine interessante Alternative für die Modellierung und Simulation von Arbeitsketten ist das Ende der 1990er Jahre entwickelte *WebGPSS* –Programm. Es ist eine Version des weit verbreiteten GPSS (*General Purpose Simulation System*) –Programms, das ein speziell für die Ereignissimulation entwickeltes allgemeines Simulationsprogramm ist. Die verschiedenen Versionen unterscheiden sich voneinander in Bezug auf ihren Umfang und ihre Vielfältigkeit. Beim *WebGPSS*-Programm wurde Benutzerfreundlichkeit angestrebt, und es kann frei im Internet herunter geladen werden (<http://webbgpss.hk-r.se/ENG/>). Alternativ wird das etwas vielfältigere GPSS/H-Simulationsprogramm untersucht oder ein anderes für die Ereignissimulation geeignetes Programm, wenn es bei einer Voruntersuchung zweckdienlicher als das *WebGPSS*-Programm erscheint.

Die Modellierungs- und Simulationsprogramme werden anhand landwirtschaftlicher Beispielunternehmen (3 – 5 Stk. zu verschiedenen Unternehmensgrößenklassen gehörende, von ihren Arbeitsmethoden her typische Milchviehunternehmen) getestet. In die Modelle werden alle zentralen landwirtschaftlichen Arbeiten und Arbeitsketten integriert. Als Beispielobjekte werden Milchviehunternehmen gewählt, da in diesen Unternehmen eine große Anzahl verschiedener Arbeiten verrichtet wird und es für diese Arbeiten viele alternative Methoden gibt. Das ist bei der Erstellung des Untersuchungsmodells für die Arbeitssysteme des Unternehmens von Vorteil. Insbesondere Saisonarbeiten sind in einem nordischen Land wie Finnland problematisch, da die Wachstumsperiode und die für die Arbeit zur Verfügung stehende Zeit kurz sind.

Alle zentralen landwirtschaftlichen Arbeiten und Arbeitsketten der Unternehmen werden anhand von Befragungen und ergänzenden Unternehmensbesuchen festgehalten. Den Arbeiten/Teilen der Arbeitskette werden die im Unternehmen verwendete Arbeitsmethode und die den Bedingungen des Unternehmens (beispielsweise Viehgröße oder Entfernungen zu den Ackerschlägen) entsprechenden Arbeitsaufwanddaten aus der Grundzeitdatenbank des TTS-Instituts zugeordnet. Mit Hilfe der Simulation (des Tests anhand des Modells) werden die *Gesamtarbeitsmenge* der zentralen Arbeiten in den landwirtschaftlichen Beispielunternehmen und die *Auslastung* und *Anwendungsmenge* des in den Arbeitsketten befindlichen Produktionseinsatzes (besonders die Maschinen und der Mensch) festgestellt. Mit Hilfe der Simulation können außerdem die *Durchlauf- und Wartezeiten* des Arbeitsobjekts (z.B. Futterladung oder individuelles Tier) untersucht werden.

Die Datenbank des Arbeitsstudienmaterials und die eigenen Computerprogramme des TTS-Instituts werden so entwickelt, dass ihre Kompatibilität mit dem gewählten Modellierungs- und Simulationsprogramm sowie mit landwirtschaftlichen Finanz- und Investitionsplanungsprogrammen möglichst gut ist.

## Nutzung der Ergebnisse

Die Planung der Arbeitsmenge von landwirtschaftlichen Arbeiten ist ein Teil der Produktionsplanung und somit ein Teil des Systems zur Unterstützung der Beschlussfassung im Landwirtschaftsunternehmen. Ihr Zweck besteht darin, der Arbeitsmenge, die sich besonders aus der Wahl von Arbeitsmethoden und Maschinen sowie aus dem Produktionsumfang ergibt, bereits in der Planungsphase mehr Beachtung zu schenken. Die im Ergebnis des Projekts darzulegenden Hilfsmittel zur Arbeitsplanung richten sich erstrangig an Landwirte und Berater, aber auch an Forscher und Planer.

Das Forschungsthema ist von internationalem Interesse: Im Bereich der landwirtschaftlichen Arbeitswissenschaft werden Führungswerkzeuge entwickelt, mit denen gesammelte Arbeitsstudien- und Planungsdaten in der Arbeitsplanung ausgenutzt werden können. Um die internationale Zusammenarbeit auszubauen, wäre es von Vorteil, wenn die verwendeten Begriffe geklärt und die Kommensurabilität der nationalen landwirtschaftlichen Arbeitsstudien- und Planungsdaten entwickelt werden würden. Ein Ziel dieses Projekts liegt in der Erweiterung der internationalen Zusammenarbeit bei der Entwicklung der Arbeitsplanung.

## Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit großen Investitionen, beispielsweise der Planung von Bauarbeiten und Mechanisierungen zur Erweiterung der Produktion, wird der Planung der Arbeitsmengen oft wenig Beachtung geschenkt, während das Hauptaugenmerk auf der finanziellen und baulichen Planung liegt. Ziel des hier vorgestellten Projekts ist es, die Planung der Gesamtarbeitsmenge und der Arbeitsketten in der landwirtschaftlichen Produktion zu einem routinemäßigen Bestandteil der Planung von Situationen werden zu lassen, bei denen es im Landwirtschaftsunternehmen zu Veränderungen in der Produktion kommt. Das konkrete Ziel besteht in der Erstellung eines Planungswerkzeugs oder -werkzeugsystems für Landwirte und Berater, aber auch für Forscher und Planer, mit dessen Hilfe verschiedene Arbeitsmethoden- und Mechanisierungsalternativen in den Arbeitssystemen des Unternehmens untersucht und anhand der Untersuchung vom Arbeitsaufwand her zu bewältigende und bezüglich der Arbeitsketten ausgeglichene Kombinationen als Basis für die tatsächlichen Entscheidungen eingeschätzt werden können.

Die Entwicklung des Hilfsmittels für die Arbeitsplanung geht von der Wahl eines zweckdienlichen allgemeinen Modellierungs- und Simulationsprogramms sowie von der Weiterentwicklung des Arbeitsstudienmaterials des TTS-Instituts (Työtehoseura, Finnisches Institut für Arbeitseffizienz) sowie der eigenen Kalkulationsprogramme zur Arbeitsplanung (*TTS Consult* und *TTS-kone* -Computerprogramme) aus. Ziel ist die Kompatibilität mit anderen Hilfsmitteln der Planung, beispielsweise mit Finanzplanungssystemen. Ein Ziel dieses Projekts liegt in der Erweiterung der internationalen Zusammenarbeit bei der Entwicklung der Arbeitsplanung.

## Résumé

### **La planification du travail comme élément de planification de la production dans une entreprise agricole**

Dans le cadre de gros investissements, par exemple en cas de planification de travaux de construction et de projets de mécanisation visant à accroître la production, on accorde souvent trop peu d'importance à la planification du volume de travail, pour se concentrer sur les aspects financiers et architecturaux de la planification. Le projet présenté ici a pour but de faire de la planification du volume de travail total et des chaînes de travail dans la production agricole, une partie intégrante de la routine de planification dans les situations visant à modifier la production au sein de l'entreprise agricole. L'objectif concret consiste à créer un outil ou un système de planification pour les agriculteurs et les vulgarisateurs, mais aussi pour les chercheurs et les chefs de projet, pour les aider à étudier différentes méthodes de travail et alternatives de mécanisation possibles dans l'entreprise. Cette étude est sensée permettre d'estimer des combinaisons de travaux en mesure d'être réalisées et équilibrées par rapport aux autres chaînes de travaux, afin de fournir une base pour la prise de décisions.

Le développement d'un outil de planification du travail part du choix d'un programme de modélisation et de simulation général utile, ainsi que du développement du matériel d'étude de l'Institut TTS (Työtehoseura, Institut finlandais de l'efficacité du travail) et de leurs propres programmes de calcul de planification du travail (logiciels *TTS Consult* et *TTS-kone*). Le but est d'arriver à une compatibilité avec d'autres instruments de planification, par exemple avec les systèmes de planification financière. Enfin, le projet a également pour but de développer la collaboration internationale dans le domaine de la planification du travail.

## Summary

### **Work planning as a part of production planning on a farm**

When it comes to making large investments, for example in the construction of new buildings or the purchase of machines with a view to expanding production, work planning is often neglected, while the main focus is placed on financial and structural planning. The aim of this project is to make the planning of both the total amount of work and the agricultural work processes an integral part of farm planning. The concrete aim is to develop a planning tool or toolkit for farmers, agricultural advisers, researchers and planners for comparing different working methods and mechanization options in a farm's work systems, and for assessing manageable and balanced combinations of task chains as a basis for decision-making.

The development of the planning tool is based on the choice of an appropriate general modelling and simulation program, and on the further development of TTS work research data (Työtehoseura, Finnish Work Efficiency Institute) and on calculation programs for work planning (*TTS Consult* and *TTS-kone* software). The aim is to make the tool compatible with other planning tools such as financial planning systems. Another aim of the project is to enhance international co-operation to promote work planning.

# Bedeutung der Standardarbeitskräfte bei den Direktzahlungen an die Schweizer Landwirtschaft

Werner Luder, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen

## Direktzahlungen für gemeinwirtschaftliche und ökologische Leistungen

Bei der Neuausrichtung der Schweizer Agrarpolitik im Jahr 1993 wurde das frühere Prinzip der Marktstützung ersetzt durch ein Direktzahlungssystem, das in hohem Masse auf eine Ökologisierung der Landwirtschaft ausgerichtet ist. Damit sollten die vielfältigen Leistungen der Bäuerinnen und Bauern zugunsten der Umwelt und des Tierwohls angemessen entschädigt werden. A priori nicht marktfähige Nebenprodukte wie die Prägung der Landschaft, die Beeinflussung der Qualität von Wasser und Luft, die Verhinderung von Naturgefahren usw. galten fortan auch als Leistungen einer multifunktionalen Landwirtschaft (Lehmann, 2002).

Für die Landwirte selber führte die Abkehr von den regulierten Märkten zu einem Rückgang der Roherträge in Pflanzenbau und Tierhaltung. Durch den Ausbau der Direktzahlungen konnte diese Entwicklung jedoch wieder aufgefangen werden (Abb. 1).

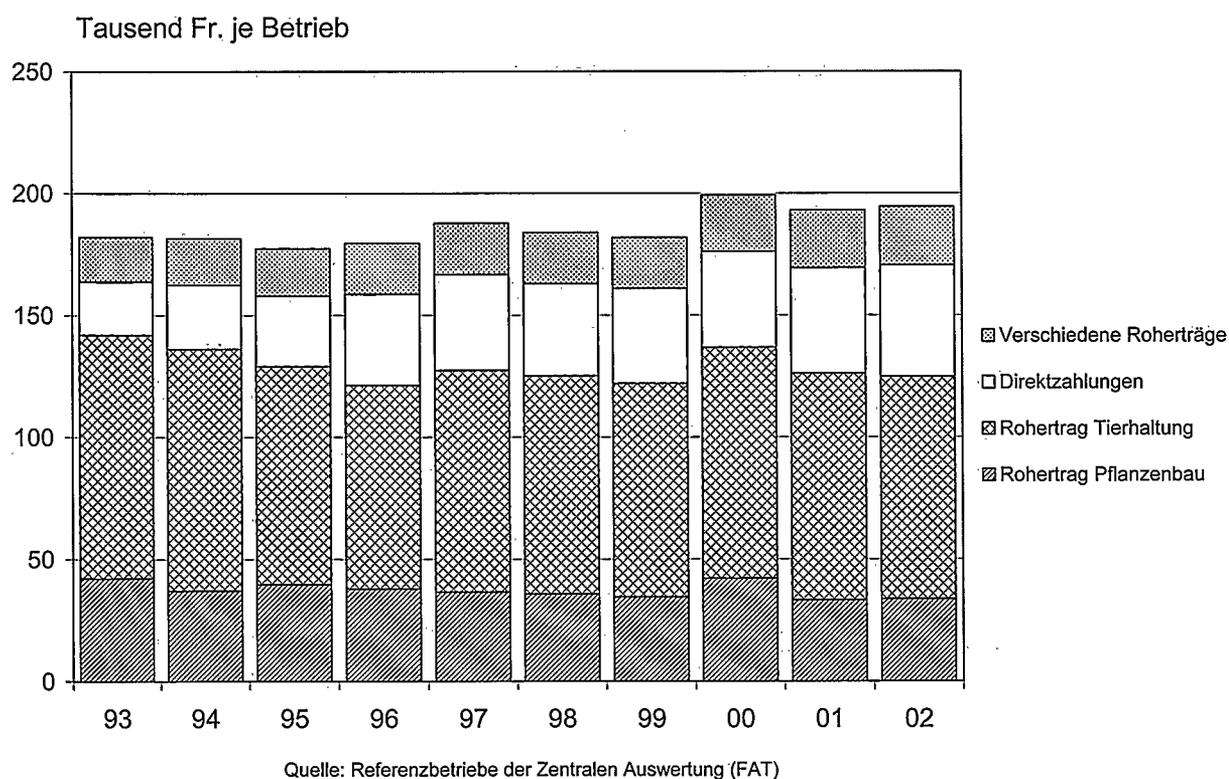


Abb. 1: Direktzahlungen kompensierten sinkende Roherträge

Zehn Jahre nach dem Wechsel lassen sich die angestrebten Effekte der neuen Agrarpolitik beispielweise an der rückläufigen nationalen Phosphor- und Stickstoffbilanz, am kleineren Umsatz von Pflanzenschutzmitteln oder auch an der Zunahme der ökologischen Ausgleichsflächen sichtbar machen (Winzeler et al., 2002).

## Aufteilung der Direktzahlungen

Gemäss Agrarbericht 2003 des Bundesamts für Landwirtschaft (BLW) machten die Direktzahlungen an die Landwirtschaft im Jahr 2002 total rund 2,4 Milliarden Franken aus. Dieser Betrag ist aufgeteilt in zwölf Positionen, die sich in die Kategorien „Allgemeine Direktzahlungen“ und „Ökologische Direktzahlungen“ zusammenfassen lassen (Abb. 2). Mit einem Anteil von insgesamt 81,5 % haben die Allgemeinen Direktzahlungen weit mehr Bedeutung als die Ökologischen Direktzahlungen. Aber auch sie sind an ökologische Leistungen gebunden, welche im Ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) enthalten sind.

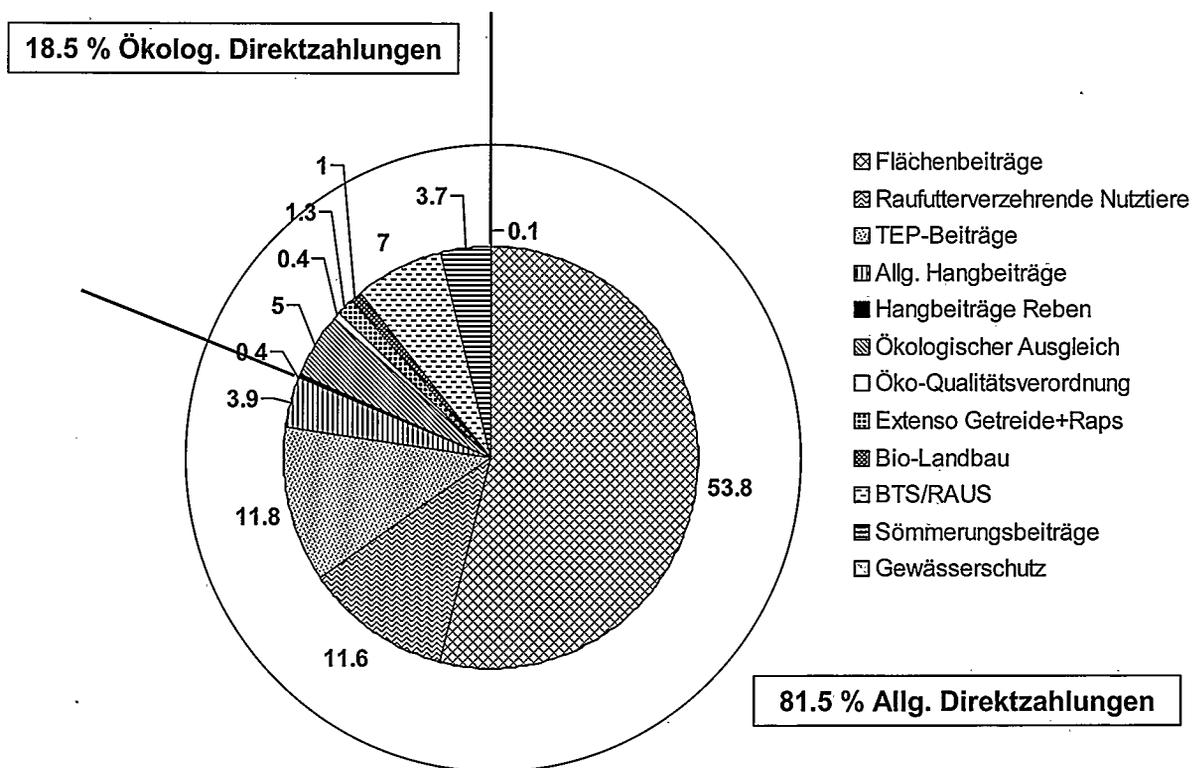


Abb. 2: Zusammensetzung der Direktzahlungen 2002 an die Schweizer Landwirtschaft (nach Agrarbericht BLW 2003)

## Vielfältige Anforderungen und Begrenzungen

Die allgemeinen Direktzahlungen sind durch die Erfüllung von Grundaufgaben der multifunktionalen Landwirtschaft begründet (Versorgungssicherheit, Landschaftspflege, Aufrechterhaltung der sozialen Strukturen im ländlichen Raum). Der bei der Antragstellung zu erbringende Ökologische Leistungsnachweis (ÖLN) ist indessen ganz klar auf eine umwelt- und tiergerechte Produktion ausgerichtet (mindestens sieben Prozent ökologische Ausgleichsfläche, ausgeglichene Düngerbilanz, geregelte Fruchtfolge, Bodenschutz, sparsamer und gezielter Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln sowie tiergerechte Haltung von Nutztieren). Daraus geht hervor, dass die bereits nachweisbare Ökologisierung der Schweizer Landwirtschaft nicht allein das Ergebnis der Ökologischen Direktzahlungen ist, sondern zu einem erheblichen Teil mit den Allgemeinen Direktzahlungen bzw. dem ÖLN zusammenhängt.

Tab. 1: Anforderungen und Begrenzungen beim Bezug von Direktzahlungen

Anforderungen an Antragsteller	Begrenzungen der Direktzahlungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN)</li> <li>• Tier-, Gewässer-, Umwelt- und Naturschutzaufgaben eingehalten</li> <li>• Mindestarbeitsaufkommen: 0,25 SAK*</li> <li>• Mindestens 50 % der Arbeiten durch betriebseigene Arbeitskräfte erledigt</li> <li>• Altersgrenze 65 Jahre nicht erreicht</li> <li>• Landwirtschaftliche Grundausbildung nachgewiesen (ab 01.01.2007)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Max. Fr. 65 000.- pro SAK*</li> <li>• Kürzungen ab Fr. 80 000.- Jahreseinkommen (+Fr. 50 000.- für verheiratete Betriebsleiter)</li> <li>• Kürzungen ab Fr. 800 000.- Vermögen (+Fr. 300 000.- für verheiratete Betriebsleiter bzw. +Fr. 240 000.- pro SAK*)</li> <li>• Kürzungen ab 30 ha LN bzw. 45 GVE (noch bis 31.12.2007 gültig)</li> </ul>

\* 1 Standardarbeitskraft (SAK) entspricht ungefähr 2800 AKh/Jahr (Agrarpolitischer Standard, vgl. Tab. 2).

## Standardarbeitskräfte als Mass für ökologische Leistungen

Für die Abgeltung der geforderten gemeinwirtschaftlichen und ökologischen Leistungen musste zuerst ein adäquater Massstab geschaffen werden. In Ermangelung marktfähiger Produkte bot sich der für diese Leistungen erforderliche Arbeitsaufwand als Beurteilungsgrösse an. Schliesslich werden Dienstleistungen im Allgemeinen nach den dafür benötigten Arbeitsstunden abgerechnet. Ausserdem lag mit dem arbeitswirtschaftlichen Datenkatalog zum FAT-Arbeitsvoranschlag eine umfangreiche Sammlung von Planzeiten für Arbeiten in der Schweizer Landwirtschaft vor (Näf, 1996).

Nach den Anforderungen des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) sollten die gesuchten Standards allerdings möglichst einfach in der Handhabung sein und ausserdem nicht auf betriebsspezifische Einzelheiten wie Fruchtwechsel, Arbeitsverfahren, Mechanisierung usw. Rücksicht nehmen. Vor allem sollten sie die angestrebte Extensivierung in der Landnutzung nicht

durch eine tiefere Bewertung behindern. Den natürlichen Arbeiterschwernissen durch die Hangneigung sollten sie aber Rechnung tragen.

Die Vielzahl von agrarpolitisch determinierten Auflagen führte im BLW zum Entschluss, neue Standards für das Arbeitsaufkommen auf den Betrieben zu schaffen. Ausgehend von den rund 200 aggregierten Planzeiten im FAT-Globalarbeitsvoranschlag (vgl. Landwirtschaftliches Handbuch Betrieb und Familie) erarbeitete das BLW ein „Konzentrat“ von sieben verschiedenen Standards plus vier Zuschlägen (Tab. 3).

Die Herleitung der stark vereinfachten Standards (SAK-Faktoren) aus dem Globalarbeitsvoranschlag (FAT-GAV) wird aus Tabelle 2 erkennbar.

Tab. 2: Vergleich von zwei wichtigen SAK-Faktoren mit entsprechenden Richtzahlen nach Globalarbeitsvoranschlag (FAT-GAV)

Produktionsverfahren (Beispiele)	Mechanisierungsstufe	FAT-GAV AKh je ha bzw. GVE	entspricht SAK* nach FAT-GAV	SAK-Faktor (vgl. Tab. 3)
<b>Naturwiesen</b> eben, 4 Schnitte/Jahr, extensive Nutzung	mittel	42	0,015	<b>0,028 (LN)</b>
	mittel	19	0,006	
<b>Getreide</b>	mit Strohernte	45	0,016	
<b>Körnermais</b>	Lohndrusch	41	0,014	
<b>Zuckerrüben</b>	Lohnernte	118	0,042	
<b>Kartoffeln</b>	ohne sortieren	168	0,060	
<b>Milchkühe</b>				<b>0,043 (Milchkuh)</b>
Bestand 10 Stück	Anbindestall	161	0,057	
Bestand 40 Stück	Anbindestall	98	0,035	
Bestand 40 Stück	Laufstall	76	0,027	

\* Umrechnung: 1 SAK = 2800 AKh/Jahr

Die Problematik der starken Vereinfachung besteht darin, dass Betriebe mit arbeitsexensiver Bodenbewirtschaftung oft erheblich günstiger beurteilt werden als solche mit viel Hackfrüchten. Diese Diskrepanz wird noch verstärkt durch Zuschläge zur LN, wie beispielsweise für Hanglagen und/oder Biolandbau (vgl. Tab. 3).

## Berechnung der Standardarbeitskräfte eines Betriebes

Mit Hilfe der sieben SAK-Faktoren und vier Zuschläge nach Tabelle 3 lässt sich das Total an SAK für den Gesamtbetrieb rasch und einfach berechnen. Da die Waldfläche nicht zur LN zählt, bleibt sie in diesem System unberücksichtigt.

Tab. 3: Faktoren und Zuschläge zur Berechnung der SAK Gesamtbetrieb mit Rechenbeispiel: 3 ha Naturwiesen, 4 Mutterkühe mit Kälbern, 20 Hochstamm-Obstbäume (Biobetrieb, 1 ha Wiese mit 20 % Hangneigung)

Betriebliche Daten	Einheit	SAK-Faktor	Beispielsbetrieb	SAK
1. LN ohne Spezialkulturen	ha	0,028	3 ha Naturwiesen	0,084
2. Spezialkulturen	ha	0,300		
3. Rebbau in Steil-/Terrassenlagen	ha	1,000		
4. Milchkühe, -schafe, -ziegen	GVE	0,043		
5. Mastschweine, Remonten >25 kg	GVE	0,007		
6. Zuchtschweine	GVE	0,040		
7. Andere Nutztiere	GVE	0,030	4 Mutterkühe m. K. (3,88 GVE)	0,116
Zuschläge zu LN (Pt. 1):				
1a) Hanglagen 18-35 % Neigung	ha	0,015	1 ha LN Hanglage	0,015
1b) Hanglagen >35 % Neigung	ha	0,030		
1c) Biolandbau	%	20	3 ha Biolandbau	0,017
1d) Hochstamm-Obstbäume	Stück	0,001	20 Hochstamm-Obstbäume	0,020
			Total Betrieb	0,252

Um die Anforderungen zum Bezug von Direktzahlungen zu erfüllen, muss der Betrieb einen Mindest-Arbeitsbedarf von total 0,25 SAK nachweisen (vgl. Tab. 1). Der in Tabelle 3 aufgeführte Beispielsbetrieb mit 3 ha LN erfüllt diese Anforderung, aber nur dank der gewährten Zuschläge. Wenn man unterstellt, dass die Hangfläche teilweise als reine Weide und teilweise als extensive Wiese gemäss ÖLN genutzt wird, wären sowohl der Hang- als auch der Biozuschlag aus arbeitswirtschaftlicher Sicht überflüssig. Nach FAT-GAV käme dieser Kleinbetrieb nur auf rund 500 AKh pro Jahr oder auf 0,18 AK.

Dieser Vergleich zeigt, dass die SAK-Faktoren neben der arbeitswirtschaftlichen auch noch eine agrarpolitische Dimension enthalten. Darauf weist im Übrigen auch der SAK-Faktor von 1,0 für Rebbau in Steil- und Terrassenlagen hin (Tab. 3). Dieser Ansatz führt dazu, dass bereits eine Fläche von 0,25 ha ausreicht, um die erforderlichen 0,25 SAK ausweisen zu können.

## Zusammenhang zwischen Standardarbeitskräften und Direktzahlungen

Die SAK werden einerseits als Ausschlusskriterium für Kleinbetriebe und andererseits als obere Begrenzung der Direktzahlungen für grössere Betriebe verwendet (Tab. 1). Damit sind sie zum Standard für die Beurteilung der Betriebsgrösse insgesamt geworden. Im Falle der Flächenbewirtschaftung ohne marktfähige Produkte (Hecken, Trockenstandorte, Magerwiesen usw.) können die SAK auch als Hinweise für die zugunsten der Umwelt erbrachten Leistungen der Landwirte betrachtet werden.

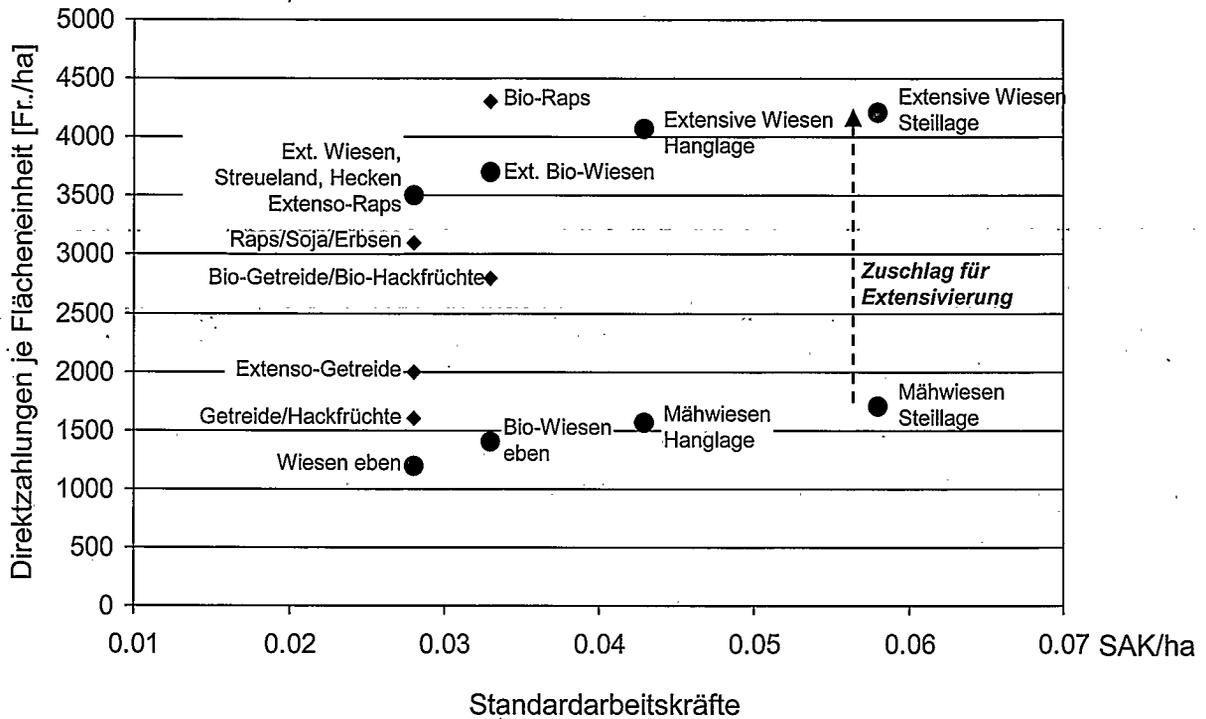


Abb. 3: Total der flächengebundenen Beiträge je Kultur, geordnet nach Standardarbeitskräften

Bei der Interpretation von Abbildung 3 ist zu beachten, dass die SAK-Werte (x-Achse) nicht dem wahren Arbeitszeitaufwand entsprechen, sondern einer groben Näherung (vgl. Tab. 2). Trotzdem ist erkennbar, dass das Total der flächengebundenen Direktzahlungen bei steigenden SAK nahezu linear zunimmt. Dies allerdings auf unterschiedlichen Niveaus. Der Zuschlag für die Extensivierung kann allerdings nicht durch Mehrarbeit, sondern durch entgangenen Ertrag und ökologischen Mehrwert begründet werden.

## Schlussfolgerungen

Manche Landwirte haben zwar immer noch etwas Mühe, die Standardarbeitskräfte (SAK) von den Arbeitskräften (AK) nach FAT-Arbeitsvoranschlag zu unterscheiden. Trotzdem wird der neue Massstab für die Betriebsgrösse inzwischen allgemein als jenes Arbeitsaufkommen verstanden, das bei der durchschnittlichen Bewirtschaftung eines Betriebes etwa anfällt. Selbstverständlich erfordert der technische Fortschritt eine sporadische Anpassung der SAK-Faktoren an den sinkenden Arbeitszeitbedarf je Hektare oder je Tier. Eine erste Modifikation wurde bereits auf das Jahr 2004 vorgenommen.

## Zusammenfassung

Bedingt durch die Umlagerung der frei werdenden Mittel aus der früheren Preisstützung ergab sich für die Schweizer Agrarpolitik die Möglichkeit, Anstrengungen der Betriebe im Interesse einer nachhaltigen, multifunktionalen Landwirtschaft zu belohnen, anstatt das Nichtbefolgen neuer Auflagen zu sanktionieren. Beim Wechsel zur neuen Agrarpolitik kam zwecks Berücksichtigung unterschiedlicher Betriebsgrößen ein neuer Standard zur Anwendung. Die Standardarbeitskräfte (SAK) bilden nun die gemeinsamen Einheiten zur Erfassung von Wiesen- und Ackerflächen, von verschiedenen Nutztieren sowie von Einflussgrößen wie Hangneigung oder Biolandbau. Die SAK wurden aus entsprechenden Zahlen zum Arbeitszeitbedarf nach FAT-Arbeitsvoranschlag abgeleitet und zu einem stark vereinfachten Berechnungsschema mit sieben Parametern und vier Zuschlägen verdichtet.

**Schlüsselwörter:** Agrarpolitik, Direktzahlungen, Standardarbeitskräfte, Arbeitszeitbedarf, Arbeitsvoranschlag

## Résumé

### **Importance des unités de main-d'œuvre standard pour les paiements directs à l'agriculture suisse**

Suite à la réaffectation des moyens utilisés auparavant pour le soutien des prix, la politique agricole suisse peut rémunérer les efforts entrepris par les exploitations en vue d'une agriculture durable et multifonctionnelle, au lieu de sanctionner le non-respect des prescriptions. Avec la nouvelle politique agricole, un nouveau standard a été introduit afin de tenir compte des tailles d'exploitation différentes. Les unités de main-d'œuvre standard (UMOS) servent désormais à saisir les prairies, les terres ouvertes, les animaux de rente ainsi que des facteurs d'influence tels que la déclivité du terrain ou le mode de production biologique. Les UMOS sont dérivées du temps de travail nécessaire indiqué dans le budget de travail FAT et ont été réorganisées en un schéma de calcul simplifié avec sept paramètres et quatre suppléments.

## Summary

### **Importance of standard labour units for direct payments to Swiss agriculture**

Thanks to a reassignment of the financial resources previously allocated to price support, Swiss agricultural policy is now in a position to compensate farmers for their efforts towards a sustainable and multifunctional agricultural system, instead of penalising them for non-compliance with new requirements. With the new agricultural policy, a new standard has been introduced in order to take different farm sizes into account. The units used to record meadows, arable land, farm animals and influencing factors such as gradient or organic farming methods, are termed 'standard labour units'. These units are derived from the working-time figures according to the FAT work budget in order to obtain a simplified calculation scheme with seven parameters and four supplements.

**Keywords:** agricultural policy, direct payments, standard labour units, working-time requirements, work budget

## Literatur

Bundesamt für Landwirtschaft, 2003: Anhang zum Agrarbericht.

Lehmann, B., 2002: Multifunktionalität der Landwirtschaft aus ökonomischer Sicht. Schriftenreihe der Schweizerischen Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie 2/02, 57-68.

Luder, W., 2003: Bäuerliche Arbeit: Einheitlicher Standard gesucht. Agrarforschung 10 (1), 26-31.

Luder, W., 2004: Neue SAK-Berechnung in drei Modulen. UFA-Revue 3/04, 8-9.

Näf, E., 1996: Arbeitsvoranschlag. Datenkatalog für den Arbeitszeitbedarf landwirtschaftlicher Arbeiten. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon (FAT), 8356 Ettenhausen, 200 S.

Stark, R., Schick, M. und Luder, W., 2004: Global-Arbeitsvoranschlag Betrieb. In: Wirz Handbuch „Betrieb und Familie“. Verlag Wirz, Basel, 102-108.

Winzeler, M., Herzog, F. und Gaillard, G., 2002: Wie ökologisch ist die Schweizer Landwirtschaft? Schriftenreihe der Schweiz. Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie 2/02, 69-84.

# Welche Anforderungen stellt die landwirtschaftliche Beratung an die Arbeitswissenschaft?

*Jenifer van der Maas, M.Sc., LBBZ, Fachstelle Betriebsberatung und Landtechnik, CH-8570 Weinfelden*

## Einleitung

In der landwirtschaftlichen Beratung ist der Bereich Arbeitswirtschaft als Bindeglied zwischen Wirtschaftlichkeit und Produktionstechnik nicht mehr wegzudenken. Auf vielen Landwirtschaftsbetrieben rückt das Thema Arbeit nebst der Wirtschaftlichkeit immer mehr in den Vordergrund. Steigerung der Arbeitsproduktivität, Beibehalten oder Erhöhung des Arbeitsverdienst, Ausweitung der Produktion, Arbeitserleichterung mit gleichzeitig steigender Tendenz zu Arbeitsüberlastung – für die Betriebsleiterfamilien hochaktuelle Themen. Hier spielt die Beratung eine zentrale Rolle; sie erarbeitet zusammen mit den Familien betriebsindividuelle Lösungen. Um diesen Anfragen gerecht zu werden, ist die Beratung auf effiziente Hilfsmittel und sichere Datengrundlagen angewiesen. Im nachfolgenden Artikel wird der Frage nachgegangen, mit welchen Situationen und Herausforderungen die landwirtschaftliche Beratung im Bereich Arbeitswirtschaft konfrontiert ist. Daraus kristallisieren sich die konkreten Bedürfnisse und Anforderungen, die die Beratung an die Arbeitswissenschaft stellt.

## Umfeldanalyse – Kunden von arbeitswirtschaftlichen Daten und Hilfsmitteln

### Landwirtschaftliche Beratung

Die landwirtschaftliche Betriebsberatung in Weinfelden, Thurgau (Schweiz), ist als Fachstelle Betriebsberatung und Landtechnik am Landwirtschaftlichen Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg (LBBZ Arenenberg) angegliedert. Sie befasst sich hauptsächlich mit Beratungen in betriebswirtschaftlichen Fragen, wie Tragbarkeitsrechnungen, Rentabilität, Investitionsfragen, Hofübergabe, Betriebsausrichtung, -umstellung, Strategien, Verträge, Rechtsfragen sowie diverse produktionstechnische Bereiche. In vielen Bereichen spielt dabei die Arbeitswirtschaft in irgendeiner Form eine mehr oder weniger wichtige Rolle. Nebst der eigentlichen Beratung ist die Betriebsberatung auch sonst an der Front mit verschiedenen Vorträgen, Kursen und landwirtschaftlichen Fachartikeln sehr aktiv. Zusätzlich gehört auch der Unterricht in den verschiedenen Stufen der landwirtschaftlichen Ausbildung zur täglichen Arbeit eines Beraters. Die Zielgruppe bzw. die Kunden sind vornehmlich Landwirte und Bäuerinnen, sowie zu einem sehr kleineren Teil die nichtlandwirtschaftliche Bevölkerung. Als Dienstleistungsbetrieb mit Leistungsauftrag orientiert sie sich voll an die Interessen und Bedürfnissen der landwirtschaftlichen Bevölkerung. Das Hauptziel der Beratung ist unter anderem die Unterstützung der Landwirte und Bäuerinnen

bei der Erarbeitung von Lösungen, bei Managementfragen sowie bei der Optimierung der Produktion.

Der Tätigkeitsbereich der Betriebsberatung zeigt das breite Kundenspektrum auf, die auf irgendeine Weise einen Bedarf an arbeitswirtschaftlichen Informationen oder Hilfsmitteln haben: Berater, Landwirte, Bäuerinnen, Landwirtschaftsschüler, Meisterbauern. Die Abbildung 1 zeigt auf, welche Faktoren den Bedarf nach arbeitswirtschaftlichen Daten und Hilfsmitteln in der landwirtschaftlichen Beratung bestimmen oder zumindest mitbestimmen.

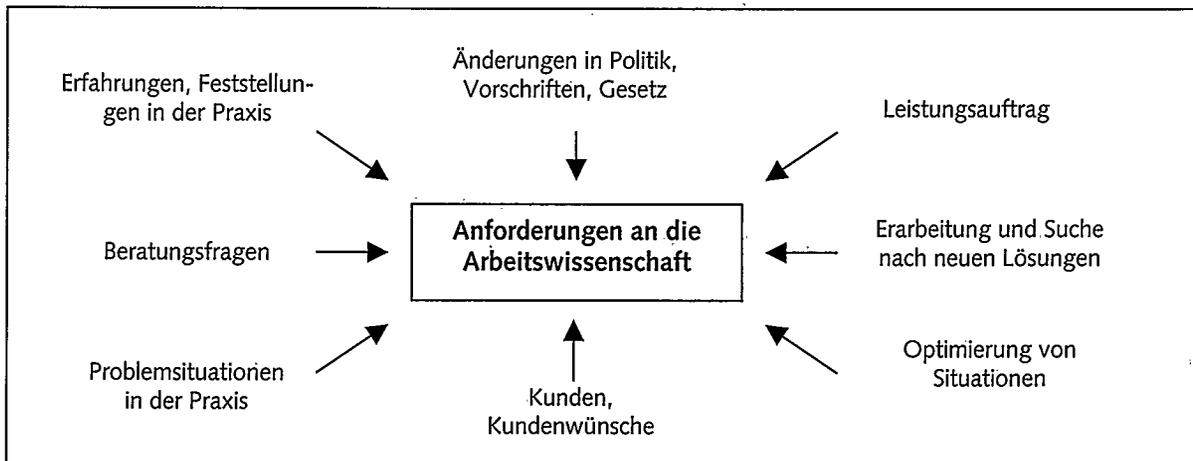


Abb. 1: Übersicht über verschiedene Faktoren, welche die Anforderungen der landwirtschaftlichen Beratung an die Arbeitswissenschaft beeinflussen oder mit beeinflussen

## Beratungssituationen in der Praxis

Durch den intensiven Kontakt mit der landwirtschaftlichen Praxis setzt sich die Beratung nicht nur mit den konkreten Anfragen der Betriebsleiterfamilien auseinander. Sie ist auch mit Situationen konfrontiert, bei der die Arbeitswirtschaft vielfach nicht direkt im Vordergrund steht.

Die Fragestellungen sind dabei sehr vielfältig und vielschichtig. Oft werden die tatsächlichen Probleme, die oft arbeitswirtschaftlicher Natur sind, durch andere Fragestellungen überdeckt oder in den Hintergrund gestellt. Die vordergründigen Fragen können finanzieller Natur sein, wie Tragbarkeit/Rentabilität einer Betriebserweiterung, -umstellung, Landzupacht, Verkauf/Zukauf von Milchkontingent, Umstellung von Nicht-Silo auf Silowirtschaft oder auch die Produktionstechnik betreffen, wie Fragen zur Haltung, Fütterungstechnik, Melktechnik und Tiergesundheit (v.a. Eutergesundheit, Fruchtbarkeit).

Diese Situationen charakterisieren sich in der Regel wie folgt:

- Ein sehr wichtiger Faktor ist die Betriebsblindheit des Betriebsleiters und der Familie. Sie sind tagtäglich mit ihrem eigenen Betrieb beschäftigt. Der Horizont ist dadurch meist eingeschränkt. Die Möglichkeiten zur Verbesserung und Optimierung einer Situation werden nicht (bewusst) wahrgenommen.

- Andere dringendere Fragen stehen im Vordergrund (Finanzen, Ausweitung der Produktion), so dass der Faktor Arbeit „untergeht“.
- Der Betriebsleiter und seine Familie stecken in einer Arbeitsfalle. Sie haben zu wenig Zeit, um die notwendigen Arbeiten durchzuführen, sie hinken immer etwas hinterher. Sie erledigen oft nur das Dringendste, damit der Betrieb einigermaßen läuft. Wichtige Arbeiten bleiben liegen.
- Die Betriebsleiterfamilie ist mit Arbeit überlastet. Sie haben das Gefühl, in Arbeit zu ertrinken. Aus finanziellen Überlegungen wird die Arbeitsüberlastung mehr oder weniger lang hingenommen.
- Die Betriebsleiterfamilie ist sich der Bedeutung ihrer Arbeit und der Arbeitszeit nicht oder zu wenig bewusst.
- Die Arbeitsabläufe z.B. in der Fütterung, Entmistung, Melkarbeit sind nicht auf einander abgestimmt oder gar optimiert. Der Betriebsleiter ist sich dessen nicht oder nur zum Teil bewusst, oder er findet keine Lösungen, die seine Arbeit vereinfachen.
- Vielfach werden keine konkreten Ziele formuliert und entsprechend Prioritäten gesetzt; weder für den Betrieb in Zukunft, für die einzelnen Betriebszweige oder für die Familie.
- Durch mangelnde Planung lebt der Betriebsleiter in den Tag hinein und kann die notwendigen Arbeiten nur ungenügend erledigen.
- Auf dem Betrieb werden x-verschiedene Verfahren eingesetzt (z.B. Futterkonservierung), welche die ganze Planung und Organisation erschweren oder komplizieren. Eine Vereinfachung wird aber meist nicht ins Auge gefasst (z.B. Vereinfachung der Fütterung).

Die Sicht eines Beraters von aussen in den Betrieb hilft der Betriebsleiterfamilie, ihre Situation neu zu betrachten und gegebenenfalls ihre Fragen und Schwerpunkte neu zu formulieren oder zu gewichten.

## **Anforderungen der Beratung an arbeitswirtschaftliche Grundlagen**

### **Einsatzgebiet von arbeitswirtschaftlichen Daten und Hilfsmitteln**

Die landwirtschaftliche Beratung benötigt verschiedenste Daten und Hilfsmittel, um in der Beratung den Landwirten und Bäuerinnen möglichst konkret, schnell und präzise Antworten und Hilfestellungen zu geben. Fehlen Grundlagen oder können diese zu wenig den Bedürfnissen oder konkreten Situationen angepasst werden, so können weder für die Betriebsleiterfamilie noch für den Berater zufriedenstellende Lösungen ausgearbeitet werden.

Im Rahmen der ökonomischen und produktionstechnischen Fragestellungen nimmt die Arbeitswirtschaft in folgenden Bereichen einen wichtigen Stellenwert ein:

- **Planung:** Beim Vergleich der Ist-Situation mit verschiedenen Planungsvarianten sind Angaben zum Arbeitsanfall, -belastung und zeitlicher Abriss mitentscheidend für die Wahl einer zukünftigen Betriebsausrichtung oder auch für Investitionsentscheide. Die Arbeitskräfte auf einem Landwirtschaftsbetrieb sind heute ein limitierender Faktor, so dass verfügbare Arbeitskapazitäten möglichst effizient eingesetzt werden müssen.
- **Abklärungen:** Dieser Bereich umfasst ein sehr breites Spektrum an betriebswirtschaftlichen Fragen, von der Rentabilität bis zu Rechtsfragen. Der Faktor Arbeit spielt dabei immer in irgendeiner Weise eine Rolle.
- **Optimierung:** Hierbei steht vor allem die Optimierung von Abläufen, Verfahren, Einsatz von Arbeitskräften sowie Steigerung der Effizienz (Input: Arbeit – Output: Einkommen) im Vordergrund. Zusätzlich hilft der Vergleich der Ist-Situation mit Standardzahlen die Ursachen für Diskrepanzen zu eruieren und Verbesserungen auszuarbeiten.
- **Vollkostenrechnung:** Bei der heute sehr aktuellen Vollkostenberechnungen (z.B. Milch-Fleischproduktion, Obstbau) ist der Arbeitsverdienst sowie die Arbeitsproduktivität sehr stark vom (geschätzten) Arbeitszeitaufwand abhängig. Nebst (sehr selten verfügbaren) eigenen Aufzeichnungen ist vor allem der Gesamtarbeitsvoranschlag ein wichtiges, schnelles, aber ungenaues Hilfsmittel.

## Anforderungen an arbeitswirtschaftliche Daten und Hilfsmittel

Aus den Umfeldfaktoren, dem Kundenkreis und -bedürfnissen sowie dem Einsatzgebiet ergeben sich konkrete Anforderungen an arbeitswirtschaftliche Daten und Hilfsmittel. Der Kundenkreis ist ganz klar als Anwender von Forschungsprodukten definiert. Guten Grundlagen ermöglichen der landwirtschaftlichen Beratung sowie dem Betriebsleiter die Fragestellungen gezielt, schnell und vor allem mit einer hohen Aussagekraft beantworten zu können. Hat die Forschung zum Ziel, die Praxis und Beratung mit ihren Arbeiten zu unterstützen, sollten die nachfolgenden Punkte in arbeitswissenschaftlichen Projekten miteinbezogen oder zumindest beachtet werden.

1. Datengrundlagen stehen für möglichst alle Betriebszweige und mit entsprechenden Verfahren – auch neueren – zur Verfügung. In einigen Fällen wären auch Angaben zur Streubreite der Angaben hilfreich.
2. Methoden, mit denen die Arbeitszeit auf einem Betrieb schnell und relativ genau erfasst werden können, müssen eine möglichst betriebsindividuelle Anpassung ermöglichen. Allgemeinaussagen sind bei der betriebsindividuellen Lösungssuche nicht praxistauglich. Diese ermöglichen auch der Beratung, möglichst schnell und effizient einen Überblick über die arbeitswirtschaftliche Situation auf dem Betrieb zu gewinnen.
3. Planungsinstrumente, mit denen eine Ist-Situation möglichst realitätsnah erfasst sowie einfache Vergleiche mit verschiedenen Planvarianten möglich sind, erleichtern die Arbeit von Betriebsleiter und Berater. Eine Aufarbeitung der Ergebnisse und Unterschiede in tabellarischer wie grafischer Form ist sehr wünschenswert.

4. Hilfsmittel sollten es dem Betriebsleiter erlauben, seine Arbeitszeit möglichst einfach und effizient direkt für seinen eigenen Betrieb zu erheben.
5. Die verschiedenen Methoden zur Schätzung des Arbeitsaufwandes enthalten auch Kontrollelemente, die es erlauben, die Berechnungen mit der Realität zu überprüfen.
6. Neue Methoden sollten nicht nur die Arbeitszeit berücksichtigen, auch eine Optimierung der Verfahren und Arbeitsabläufe sollte bis zu einem gewissen Grad möglich sein (Optimierung ohne zuviel Technikeinsatz).
7. Arbeitswirtschaftliche Daten sollten nebst Angaben zum Arbeitszeitbedarf auch Informationen zu Arbeitsbelastung einer Arbeit liefern. Diese Angaben sind vor allem bei Diskussionen rund um Arbeitserleichterung absolut zentral.

Die Betriebsleiterfamilien von heute wünschen ganz konkrete Angaben, Vorschläge und Lösungen, die auf ihren Betrieb zugeschnitten sind. Dem Betriebsleiter sollten Methoden zur Verfügung stehen, gewisse Fragen selber zu bearbeiten.

## **Kann der Bedarf durch die vorhandenen Daten und Hilfsmittel abgedeckt werden?**

In der Schweiz stehen der Beratung verschiedenste Grundlagen zur Verfügung. Dies sind z.B. die Programme Gesamtarbeitsvoranschlag (GAV96) und detaillierter Arbeitsvoranschlag (AV96) der Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik FAT, Tänikon. Weitere Daten sind im Wirz-Kalender sowie in diversen FAT-Berichten zugänglich. Ergänzend für den Berater sind Rückmeldungen und Erfahrungswerte aus der Praxis.

In den letzten Jahren haben sich die Anforderungen an die Beratung aber auch der Betriebsleiterfamilien geändert. Die Ansprüche an die Beratung von Seiten der Landwirtschaft sind gestiegen: Es ist eine höhere Fachkompetenz gefordert, Situationen müssen schneller korrekt erfasst, analysiert und neue Lösungen betriebsindividuell erarbeitet und präsentiert werden. Trotz der grossen Grundlage an arbeitswirtschaftlichen Daten kann die Beratung heute in verschiedenen Situationen nicht mehr die geforderte Tiefe bringen. Zum einen steigt der Arbeitsaufwand für einen Beratungsfall überproportional (Aufwand → Ergebnis), zum anderen können die Ergebnisse zu wenig den Betriebsgegebenheiten angepasst werden. Die Optimierung aber auch Umstellung von Verfahren und Arbeitsabläufen steht auf vielen Betrieben immer mehr im Vordergrund und sind auch Inhalt vieler Diskussionen. Die Daten müssen aus verschiedenen Quellen zusammengestellt werden, was vor allem bei neuen Verfahren der Fall ist. Dies ist für den Landwirten wie für den Berater umständlich und zeitraubend. Bei den heute verstärkten Diskussionen rund um Arbeitserleichterung stehen der Beratung keine konkreten Angaben über die effektive Schwere und Belastung einer Arbeit zur Verfügung. Viele Verfahrensänderungen, vor allem bei der Anschaffung von Maschinen (z.B. Futtermischwagen) haben dieses Kriterium im Visier.

## Zusammenfassung

Arbeitswirtschaftliche Daten werden von der landwirtschaftlichen Beratung in vielen Bereich eingesetzt. In den letzten Jahren haben sich die Ansprüche an die Beratung und an den zu bearbeitenden Fragen vor allem im Bereich Arbeitswirtschaft stark verändert. Im Hinblick auf diese neuen Anforderungen können bestehende Hilfsmittel und Daten die Berater nicht mehr in vollem Umfange unterstützen und weiterhelfen. Deshalb besteht bei der Datengrundlage und den verfügbaren Hilfsmitteln Handlungsbedarf, damit in Zukunft die landwirtschaftliche Betriebsberatung die Landwirte und Bäuerinnen weiterhin schnell, kompetent und betriebsindividuell unterstützt kann.

## Résumé

### **Quelles sont les exigences de la vulgarisation agricole par rapport à la science du travail?**

Les données relatives à l'organisation du travail sont utilisées dans de nombreux domaines par la vulgarisation agricole. Toutefois, au cours des dernières années, les attentes par rapport à la vulgarisation et les questions à traiter, notamment dans le domaine de l'organisation du travail, ont considérablement évolué. Etant donné ces nouvelles exigences, les outils et données à disposition ne sont plus en mesure d'aider et de soutenir parfaitement les vulgarisateurs. C'est pourquoi il est nécessaire de faire évoluer la base de données existante et les outils disponibles pour qu'à l'avenir, la vulgarisation agricole soit en mesure de continuer à encadrer les agricultrices et agriculteurs de manière rapide, compétente et individuelle.

## Summary

### **Demands placed by the agricultural extension services on work economics**

Work economics data is used by the agricultural extension services in a number of fields. The past few years have seen sharp changes in the demands placed on the extension services and on the issues to be dealt with, especially in the field of work economics. Because of these new challenges, existing tools and data bases can no longer provide full help and support to agricultural advisers. Consequently, there is a need to revise data bases and available tools with a view to enabling the agricultural extension services to assist farmers with efficient, competent and farm-specific support.

# Arbeitsplatzkonzentration in einem offenen Putenstall mit Wintergarten

*Torsten Hinz und Stefan Linke, Institut für Technologie und Biosystemtechnik, FAL, D-38116 Braunschweig*

## Aufgabe und Ziel

Im Rahmen eines Projektes zu Alternativen in der Putenhaltung sollte die Akzeptanz eines Wintergartens durch die Puten untersucht werden, unter der Berücksichtigung des Einflusses tierrelevanter Parameter. Hierzu gehört auch die Luftgüte im Stall, die andererseits aber auch ein Problem der Arbeitsplatzbelastung für den Landwirt darstellt. Um hier ein mögliches Belastungspotential abschätzen zu können, wird die Konzentration luftgetragener Stoffe im Stall gemessen. Hierzu gehören die Gase  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  und Stäube. Im Hinblick auf eine mögliche Belastung der Atemwege ist die Partikelgröße ein entscheidendes Maß. Je nach Eindringtiefe in den Atemtrakt sind die verschiedene Fraktionen definiert, einatembar (gesamt), thorakal und alveolar.

Dies wird bei den Messungen und der Beurteilung der Staubkonzentration berücksichtigt. Individuelle Reaktionen können aus mikrobiellen Bestandteilen der Stallluft resultieren. Zur einer orientierenden Einschätzung werden Staubproben auf Endotoxine untersucht, wobei auch hier die Partikelgröße mit berücksichtigt wird.

Zu einer Beurteilung der Luftgüte werden für die einzelnen Komponenten vorhandene oder diskutierte Grenzwerte aus dem Arbeitsschutz herangezogen.

## Material und Methoden

Untersuchungsgegenstand ist ein natürlich belüfteter Putenstall mit Veranda (Wintergarten). Er ist 80 m lang 16m breit und beherbergt einen Bestand von anfangs 3500 männlichen Puten.

Im Hinblick auf eine Vergleichbarkeit mit früheren Messungen der Luftgüte in Tierställen werden die Messungen nicht personengetragen sondern ortsfest, an einem Ort in der Mitte des Stalls in einer Höhe von 1,5 m über dem Boden gemessen. In einer früheren Studie [1] wurde diese Position als repräsentativ ermittelt, wenn der Einfluss von Parametern, wie z.B. der Zeit, abgeschätzt werden soll. Abbildung 1 zeigt die Konzentrationsisoplethen für den Fall der Parallelanströmung, die in diesem Fall vorherrschend ist.

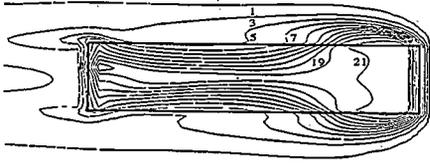


Abb. 1: Konzentrationsisoplethen in ppm, Anströmung von rechts

Die Messungen werden seit Januar 2001 in Sommer- und Winterdurchgängen der Mast durchgeführt. Die Messdauer innerhalb eines Mastdurchganges beträgt 24 h (online) an 2 Tagen der Woche. Folgende Messtechnik wird eingesetzt:

- Brüel&Kjaer Gasmonitor 1302 nach dem optoakustischen Prinzip für  $\text{NH}_3$  und  $\text{CO}_2$
- MLU 1400a Staubmonitor nach dem gravimetrischen Prinzip für Gesamtstaub und mit aerodynamischer Vorabscheidung für die thorakale Fraktion (PM10)
- Grimm 1.105 Staubmonitor nach dem Streulichtprinzip zur Messung des gesamten Partikelkollektivs und der Berechnung bestimmter Fraktionen (thorakal, alveolar)
- Staubsammelgerät mit Planfilter für Gesamtstaub und Endotoxine, absetzige Probenahme
- Kaskadenimpaktor nach Berner zur Sammlung von Endotoxinen, absetzige Probenahme

Bei der Messung der Staub(Partikel)konzentration wird die Bedingung der konstanten Ansauggeschwindigkeit von 1,25 m/s eingehalten.

## Ergebnisse

Für alle gemessenen Komponenten ergeben sich typische, zumeist unterschiedliche Verläufe in Bezug auf die unterschiedlichen Zeitmaßstäbe. Die Konzentrationswerte liegen im Winter um nahezu den Faktor zwei höher als im Sommer. Für die Gase  $\text{CO}_2$  und  $\text{NH}_3$  sollen die MAK-Werte von 5000 / 20 ppm eingehalten werden.

In Abbildung 2 ist der Tagesgang von  $\text{CO}_2$  in Stundenmittelwerten während eines Sommer und eines Winterdurchganges dargestellt.

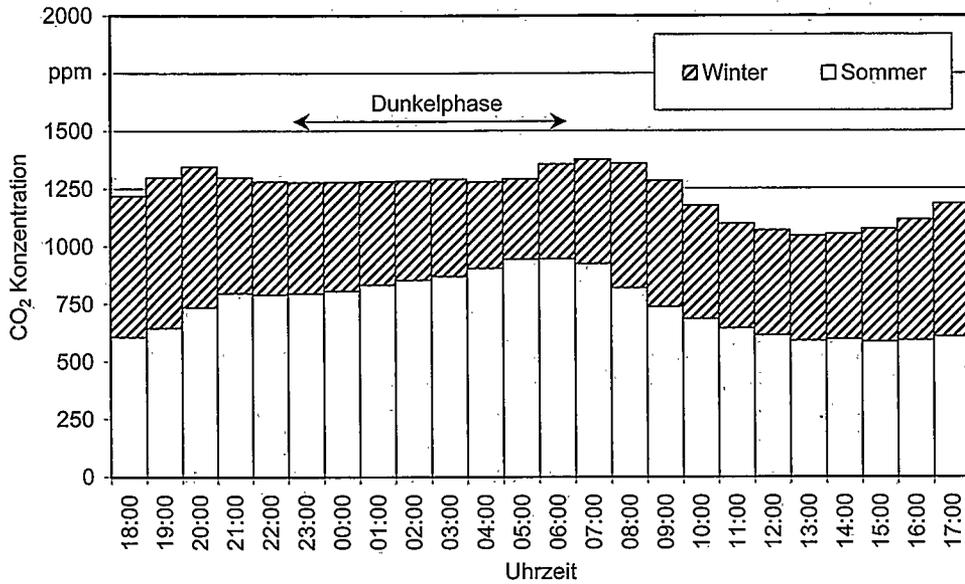


Abb. 2: Tagesgang der CO<sub>2</sub> Konzentration im Sommer und Winter

Der MAK-Wert und selbst der für die Tiergesundheit herangezogene Wert von 3000 ppm wird nicht erreicht. Die Werte liegen im Winter hauptsächlich zwischen 1000 und 1500 ppm, im Sommer deutlich niedriger.

Eine Abhängigkeit vom Mastzustand ist nicht erkennbar, wie aus Abbildung 3 ersichtlich, in dem Wochenmittelwerte der CO<sub>2</sub> Konzentration über dem Lebensalter aufgetragen sind.

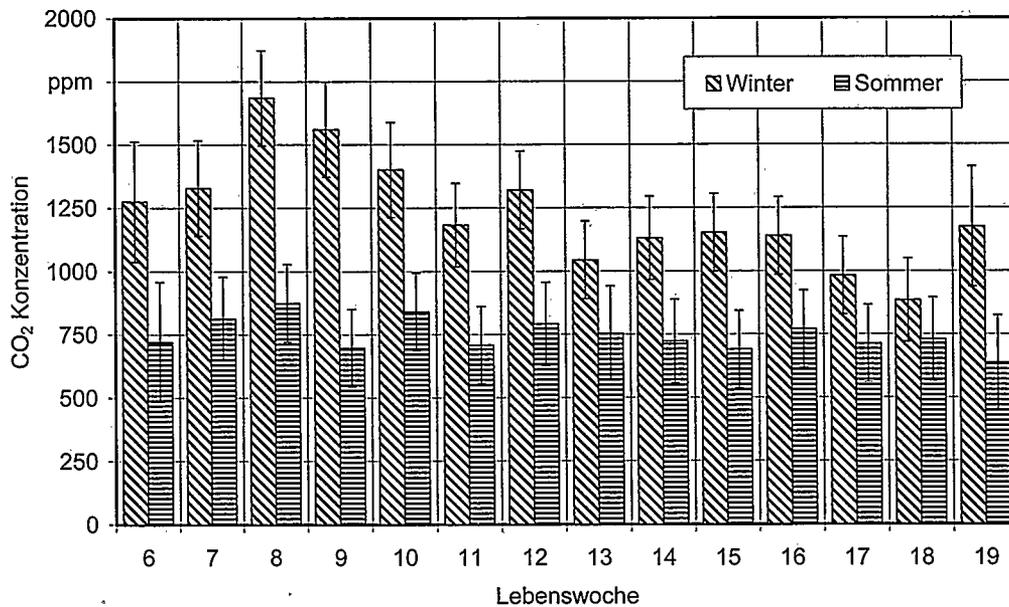


Abb. 3: Wochenmittelwerte und Standardabweichung der CO<sub>2</sub> Konzentration der Winter- und Sommerdurchgänge

Für  $\text{NH}_3$  sind im Gegensatz zum  $\text{CO}_2$  die Tagesgänge weitaus ausgeprägter. Der Konzentrationsverlauf zeigt eine deutliche Abhängigkeit von der Helligkeit, Abbildung 4.

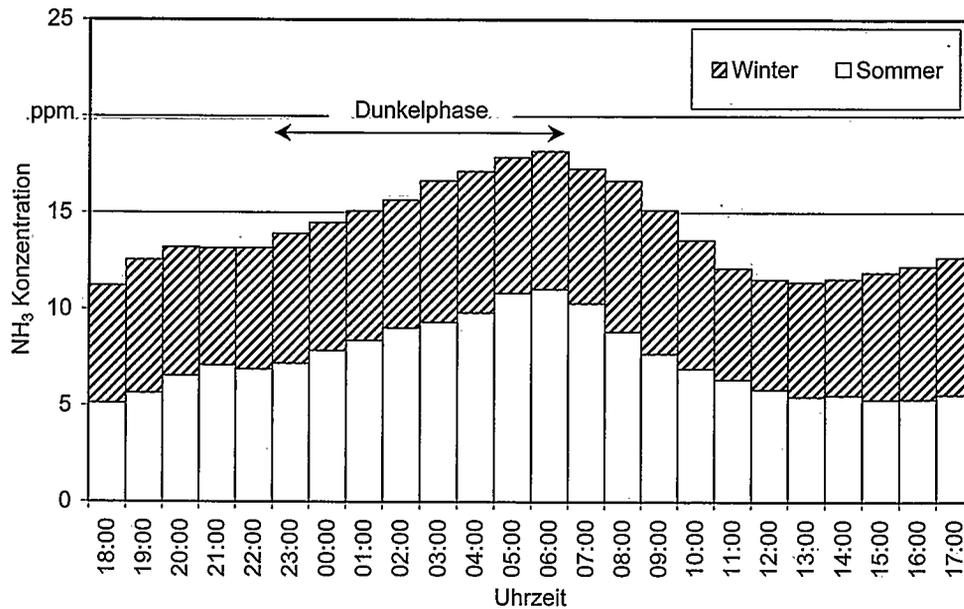


Abb. 4: Durchschnittlicher Tagesgang der Ammoniakkonzentration im Sommer und Winter

Das Konzentrationsmaximum liegt in der Dunkelphase. Der Wertebereich reicht von zumeist 5 – 10 ppm in wenigen Fällen bis über die Grenze von 20 ppm. Auch hier finden sich im Winter höhere Werte als im Sommer.

Wird der Verlauf der  $\text{NH}_3$  Konzentration über dem Lebensalter der Tiere gesehen, so ist ein relatives Maximum in der 8. / 9. Woche festzustellen, wobei dies im Winter stärker ausgebildet ist und die 20 ppm Grenze sogar im Wochenmittel überschreitet, Abbildung 5. Die Ursache ist in einer typischen Erkrankung der Puten in diesem Alter zu suchen.

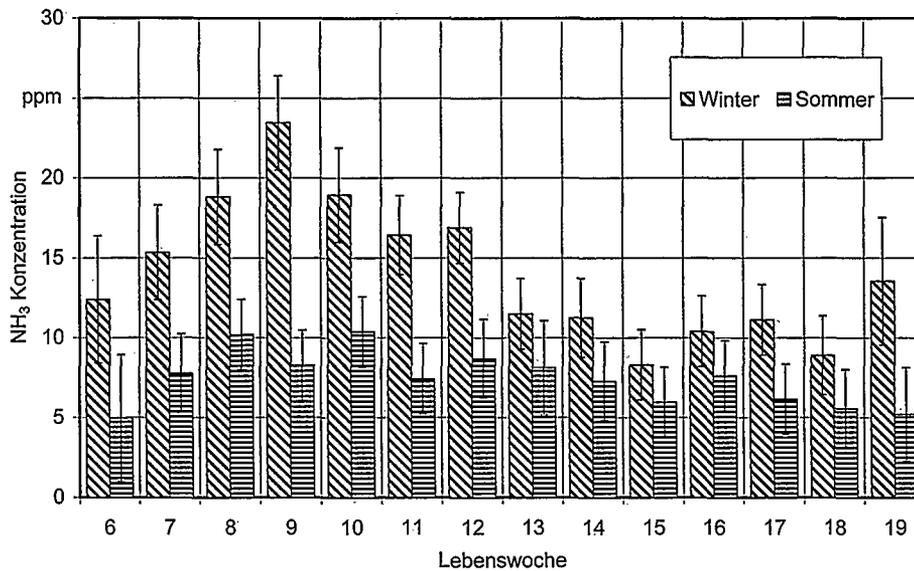


Abb. 5: Wochenmittelwerte und Standardabweichung der NH<sub>3</sub> Konzentration im Sommer und Winter

Stäube von Futtermitteln und in der Tierhaltung gelten als sensibilisierend und unterliegen einem Minderungsgebot. Dennoch wird im folgenden als Anhaltspunkt der MAK-Wert von 4 mg/m<sup>3</sup> für Gesamtstaub herangezogen. Abbildung 6 beschreibt exemplarisch den online gemessenen Tagesgang des Gesamtstaubes an einem Tag im Sommer 2002.

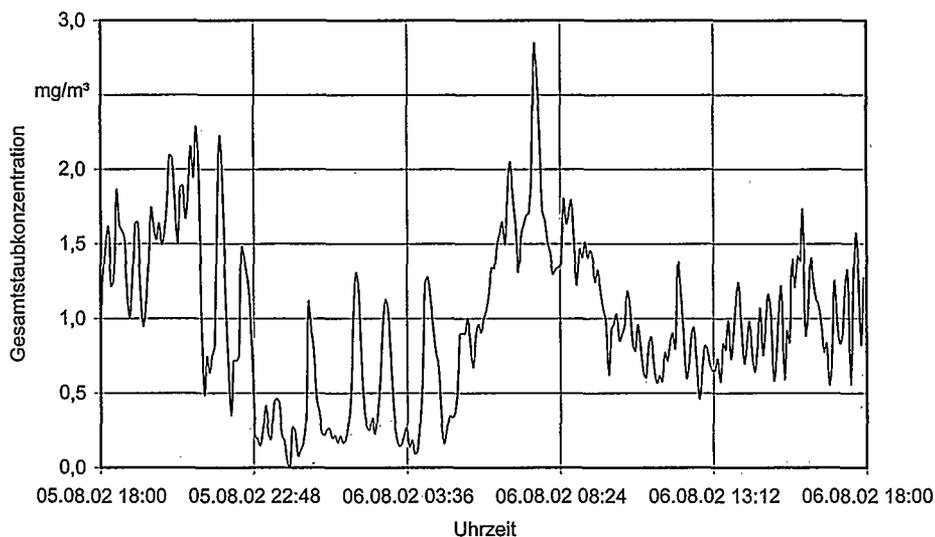


Abb. 6: Tagesgang der Gesamtstaubkonzentration, exemplarisch im Sommer 2002

Der Verlauf ist durch die zwei relativen Maxima um 21 Uhr und um 7 Uhr gekennzeichnet. Besonders ausgeprägt ist der Abfall mit Beginn der Dunkelzeit gegen 22 Uhr. Im Tagesverlauf zwischen 8 und 18 Uhr bewegen sich die Werte nahezu konstant um 1 mg/m<sup>3</sup>. Auch unter Berücksichtigung der Schwankungsbreite liegen an diesem Tag die Werte unter 3 mg/m<sup>3</sup>.

Prinzipiell findet sich dieser Tagesgang auch in der Beschreibung über Stundenmittelwerte aller Messtage wieder, Abbildung 7.

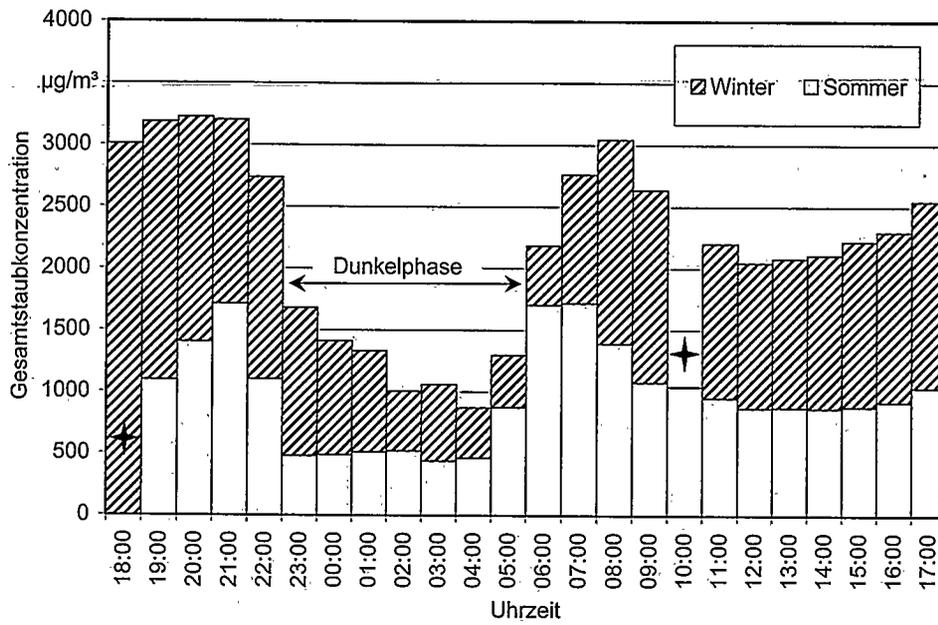


Abb. 7: Durchschnittlicher Tagesgang der Gesamtstaubkonzentration - Sommer und Winter

Für die Gesamtstaubkonzentration wird keine Abhängigkeit vom Lebensalter deutlich, Abbildung 8.

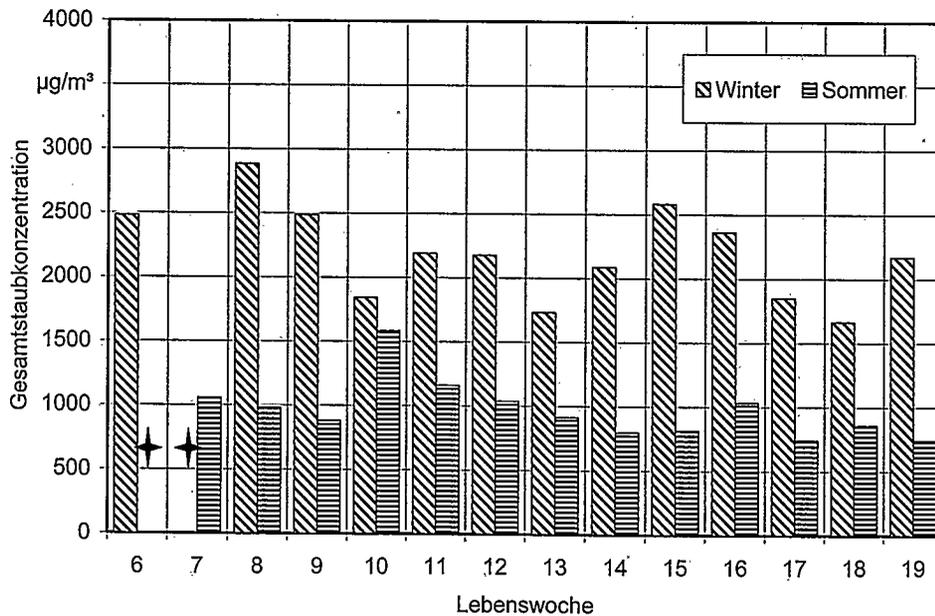


Abb. 8: Wochenmittelwerte der Gesamtstaubkonzentration - Sommer und Winter

Werden zur Beurteilung die Mittelwerte herangezogen, so werden die  $4 \text{ mg/m}^3$  nicht überschritten. Für die Einzelwerte gilt dies für 95,5% aller Messungen, wobei ein höherer Anteil an Überschreitungen im Winter auftritt.

Die Aufnahme von Partikeln über den Atemtrakt ist von der Partikelgröße abhängig. Als die wichtigsten gesundheitsbezogenen Fraktionen gelten die alveolare und die thorakale Fraktion. Die thorakale Fraktion entspricht dabei weitgehend der im Umweltbereich gebräuchlichen Fraktion PM10.

Der während einer Sommerkampagne gemessene Tagesgang von PM10, Abbildung 9, entspricht qualitativ dem Tagesgang der Gesamtstaubkonzentration. Die Messungen weisen eine erhebliche Schwankungsbreite, dargestellt durch die Standardabweichung, auf.

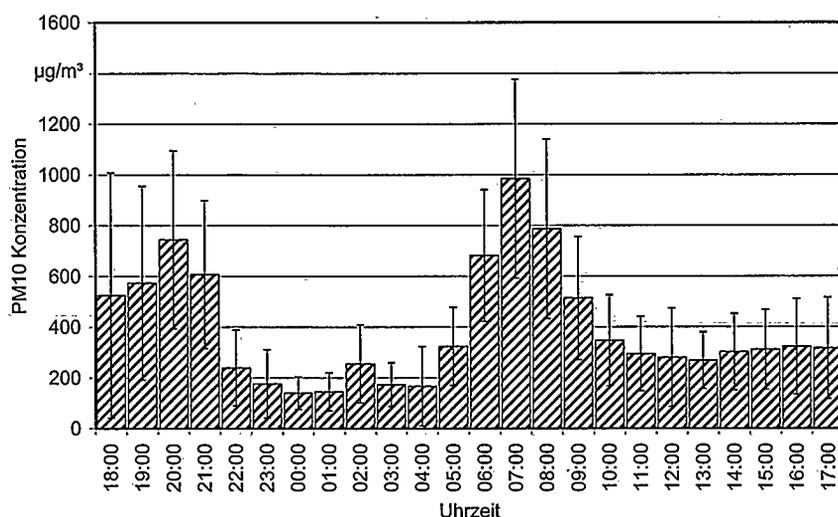


Abb. 9: Durchschnittlicher Tagesgang der thorakalen Staubfraktion (PM10)

Der Anteil der verschiedenen Fraktionen am Gesamtstaub ist nicht konstant. Im Beispiel von Abbildung 10 sind die entsprechenden Werte auf ca. 65 % thorakal und 22 % alveolar.

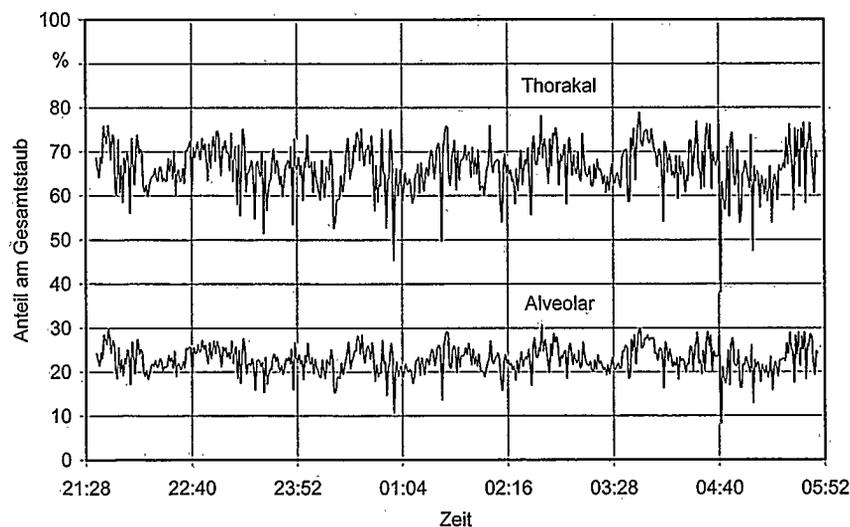


Abb. 10: Anteile der thorakalen und alveolaren Fraktion am Gesamtstaub

Spezifische Wirkungen von Partikeln auf den Menschen resultieren nicht nur aus der örtlichen Deposition im Atemtrakt sondern auch aus Inhaltsstoffen. Hierbei sind besonders mikrobiologische Bestandteile zu betrachten. Endotoxine gelten als Verursacher von Atemwegserkrankungen. Es werden deshalb Grenzwerte diskutiert, die von 20 ng/m<sup>3</sup> bis über 100 ng/m<sup>3</sup> reichen. Die in der Tierhaltung gemessenen Konzentrationen überschreiten diese Werte für bestimmte Zeitabschnitte zum Teil deutlich [2].

In einer Stichprobe ergibt sich bei einer Gesamtstaubkonzentration von 0,91 mg/m<sup>3</sup> bezogen auf das Probenahmenvolumen eine Endotoxinkonzentration von 1236 ng/m<sup>3</sup>.

Auch bei den Endotoxinen ist es von Interesse, ob eine Größenabhängigkeit vorliegt und wenn, in welcher Staubfraktion die höchsten Gehalte zu finden sind. Dieser Frage wird ebenfalls mit einer Stichprobe nachgegangen. Das Ergebnis zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Endotoxinverteilung in Abhängigkeit des Partikeldurchmessers, fraktionierende Messung mit dem Kaskadenimpaktor nach Berner

Partikeldurchmesser (nm)	Endotoxingehalt (ng/μg)
15 – 30	0,00013
30 – 60	0,0002
60 – 125	0,00013
125 – 250	0,001
250 – 500	0,0085
500 – 1000	0,003
1000 – 2000	0,09
2000 – 4000	0,32
4000 – 8000	0,52
8000 – 16000	0,37

Die höchsten Gehalte finden sich hauptsächlich in der thorakalen, und nicht in der alveolaren Fraktion. Dies bestätigt im Trend die Ergebnisse einer früheren Untersuchung in der Broilerhaltung [3]. Zur Absicherung dieser Ergebnisse sind weitere Untersuchungen erforderlich.

## Schlussbemerkung

Aus den gemessenen Konzentrationen von NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> und Staub ist für den Arbeitsplatz in dem untersuchten offenen Putenstall keine wesentliche Beeinträchtigung der Gesundheit des Landwirtes zu erwarten.

Die Endotoxinkonzentration einer Stichprobe befindet sich in einem Bereich, der für die Tierhaltung nicht unüblich ist, aber oberhalb der heute diskutierten Grenzwerte liegt.

## Zusammenfassung

Zusammen mit ethologischen Untersuchungen zur Akzeptanz eines alternativen Haltungssystems durch Puten, wurden Messungen zur Luftgüte durchgeführt, die als ein wesentlicher Faktor des Wohlbefindens und der Gesundheit von Mensch und Tier gilt. Es wurden online die Konzentrationen von CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> und Staub an einer zentralen Messstelle im Stall ermittelt. Die Bestimmung des Endotoxingehaltes erfolgte aus Staubproben, die über Filter oder mit einem Kaskadenimpaktor aus der Luft abgetrennt wurden.

Um saisonale Einflüsse erkennen zu können, erstreckten sich die Untersuchungen auf Durchgänge im Winter und im Sommer.

Für alle Komponenten ergeben sich typische Zeitverläufe, mit höheren Werten im Winter als im Sommer.

Hinsichtlich einer Bewertung des Arbeitsplatzes über die gemessenen Konzentrationen, ist keine wesentliche Gesundheitsbeeinträchtigung des Landwirts zu erwarten.

Inwieweit individuelle Reaktionen auf die Stallluft auftreten können, z.B. durch den Gehalt an Endotoxinen, kann aus den vorliegenden Ergebnissen nicht abgeleitet werden.

## Résumé

### Concentration des places de travail dans une halle de dindes ouverte avec jardin d'hiver

Dans le cadre d'études éthologiques relatives à l'acceptation d'un système de détention alternatif par les dindes, des mesures de qualité de l'air ont été effectuées, ce facteur étant considéré comme essentiel pour le bien-être et la santé de l'homme comme de l'animal. Les concentrations de CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> et de poussière ont été relevées online depuis un point de mesure central situé dans la halle. La teneur en endotoxines a été déterminée à partir d'échantillons de poussière, séparés du reste de l'air par un filtre ou par un impacteur en cascade.

Pour pouvoir identifier les influences saisonnières, les études ont été réalisées sur des séries en hiver et en été.

Des évolutions temporelles typiques ont été mises en évidence pour tous les composants, avec des valeurs plus élevées en hiver qu'en été.

En ce qui concerne l'évaluation de la place de travail sur la base des concentrations mesurées, la santé de l'agriculteur ne court aucun risque capital.

Les résultats disponibles ne permettent pas de dire dans quelles mesures il peut se produire des réactions individuelles à l'atmosphère de la halle, par exemple du fait de la teneur en endotoxines.

## Summary

### Workplace concentration of emissions in an open turkey housing system with a conservatory

Within the scope of an ethological assessment of turkeys' acceptance of an alternative housing system, measurements of air quality - considered to be a decisive factor in human and animal well-being and health - were carried out. At a central location in the housing system, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> and dust concentrations were monitored online. Endotoxin content was measured in dust samples taken from a filter or from the air via a cascade impactor. The investigations were carried out in both winter and summer to identify possible seasonal effects.

Typical variations emerged for all components, with higher concentrations in winter than in summer.

The measured concentrations showed that no significant impairment of the farmer's health or well-being is to be expected from working in the turkey housing system; however, the results do not permit any conclusions to be drawn with regard to individual reactions to the air in the stall due e.g. to endotoxin content.

## Literatur

- [1] Caspary, V, Hinz, T, Krause K.-H., Linke, S., 2000: Numerical modelling of aerial pollutant emissions in and from livestock buildings. *Landbauforschung Völkenrode* 50 (1-2) 76-84.
- [2] Emissions of Aerial Pollutants in Livestock Buildings in Northern Europe. Special Issue. *J. Agric. Eng. Res.* 70 (1) 1998.
- [3] Hinz, T, Wiemann, H.-D., Hartung, J., Wiegand, B., 1993: Luftqualität in Louisiana-Ställen: Teil 1. System- und Methodenbeschreibung sowie erste Ergebnisse-Schwerpunkt Staub. *Landbauforschung Völkenrode* 43(1):39-46.

# Massenproduktion – Transport – Methoden, MTM in der gemüsebaulichen Produktion am Beispiel Chicorée

*Hans-Reinhard Rohlfing und Monika Schulz, DLR Rheinpfalz, D-55276 Oppenheim*

Produktion von Gemüse steht in Deutschland unter einem hohen Kosten-, Zeit- und Preisdruck. Für die Produktion von Gemüse locken auch noch andere Länder als Deutschland und das ist in den meisten Fällen der Süden und dort liegen die Löhne auf einem niedrigerem Niveau.

Daraus ergeben sich geringere Produktionskosten.

Um in diesem Spannungsfeld die deutschen Betriebe in die Lage zu versetzen, ihre Produkte noch zu konkurrenzfähigen Preisen anzubieten, muss auf Seiten der Arbeitswirtschaft ein neuer Weg beschritten werden.

Im Bereich der Automatisierung sind hier kaum noch Wege möglich, denn wir haben es zum Teil mit Produkten zu tun, die so empfindlich sind, dass sie sich einer maschinellen Bearbeitung durch die vom Markt nicht akzeptierten Qualitätseinbußen entziehen.

Durch eine Steigerung der Arbeitsproduktivität und damit verbundener Senkung der Kosten lässt sich die Produktion am deutschen Standort erhalten.

In der gartenbaulichen Produktion ist körperliche Arbeit mit Bewegung verbunden. Jede Art von Bewegung kostet Zeit. Bei dem ständigen Mangel an Arbeitskräften ist es aus Sicht der Arbeitswirtschaft sinnvoll, sich mit den Bewegungen bei der Arbeitsausführung zu beschäftigen. Die Betrachtung der Bewegungselemente bei der Arbeitsausführung ist also nur folgerichtig. Die Arbeitsplätze auch an vorhandenen Maschinen kompakter zu gestalten, ist Aufgabe der Beratung.

Die ständig größer werdenden Betriebe befinden sich in der Vorstufe der Industrialisierung. Handarbeiten gleichen sich durch immer größer werdende Serien industriemäßigen Arbeiten an. Durch häufig sich wiederholende Bewegungen hat jeder Zentimeter auf den Arbeitszeitbedarf einen nicht zu unterschätzenden Einfluß.

Die Einflüsse auf den Arbeitszeitbedarf müssen im Vorfeld festgestellt werden.

Grundüberlegungen bei der Produktion von Chicorée in Deutschland sind, die Greifwege zu verkürzen.

Die Gründe für diese Überlegungen liegen in den Mengen der in Deutschland produzierten Chicorée. Nach Auskunft der Anbauberatung werden in Deutschland die Wurzeln von etwa 200 ha getrieben. Das sind bei 25 Wurzeln je m<sup>2</sup> 50.000.000 Sprosse oder die gleiche Anzahl Greifwege.

In der Vergangenheit wurden Vorgabezeiten durch Zeitstudien ermittelt und als Soll-Zeiten an die Betreiber weitergegeben. Jede Art von Arbeit, bei der man wie auch immer gestaltend eingegriffen hat, hat auch ein Einsparpotential erbracht.

Der Bewegungsablauf bei der Ernte von Treibchicorée soll hier untersucht werden.

Bei der Ernte von Chicorée werden Maschinen eingesetzt, mit denen die Wurzel vom Sproß getrennt wird. (Abb. 1)



Abb. 1: Einlegen von Chicorée in Schneidemaschine

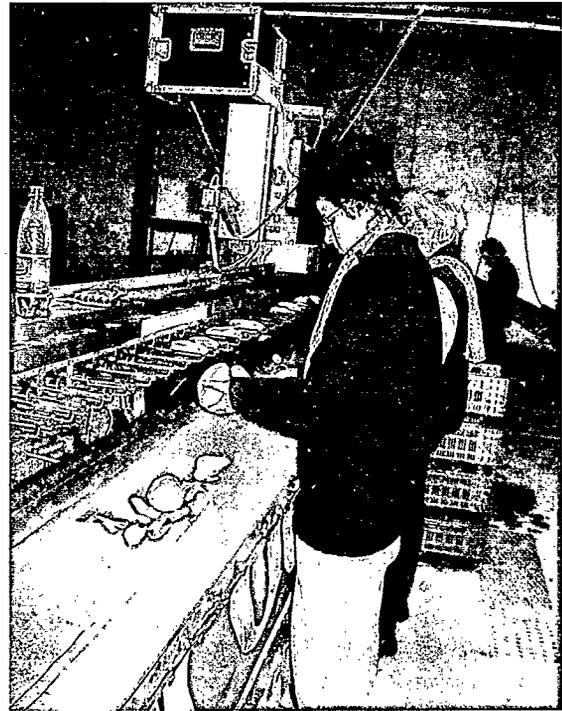


Abb. 2: Chicorée putzen und ablegen am Band

Die Maschine legt die Sprosse in den meisten Fällen auf ein Band ab. Auf diesem Band werden die Chicorée zu den Arbeitskräften transportiert, die nicht vermarktungsfähige Teile entfernen. Anschließend werden diese Sprosse auf ein weiteres Transport- und Wiegeband gelegt. (Abb. 2)

Chicorée werden auf dem Band an den Mitarbeitern vorbei transportiert. An so einem Putzband stehen in der Regel drei Mitarbeiter und putzen die Sprosse.

Der Bewegungsablauf: Art und Weise des Vorganges und der Aufeinanderfolge der Bewegungen des Arbeiters zur Ausführung einer bestimmten Arbeit (Refa Lexikon).

Die Bewegungsabläufe sehen so aus, die Arbeitskraft greift einen Sproß, der vor ihr von dem Band in den Greifbereich transportiert wird.

Dieser Greifweg wird von der Breite des Bandes in erheblichem Maße beeinflusst. Die Maschinenbauer haben die Funktion des Bandes, das die Arbeit des Transportes erledigen soll, so gelöst, dass sie ein möglichst breites Band als Transportmittel benutzen. Auf diesem Band liegen die Chicorée und werden transportiert. Da in der Praxis immer wieder Sprosse vom Band gerollt sind, hat man, um zu verhindern, dass so etwas passiert, das Band breit genug gemacht. Durch die Breite des Bandes ergeben sich auf diese Weise Greifwege nach vorne mit einem Durchschnitt von 50 cm. Jede Bewegung zu einer Sprosse geht also über 50 cm nach vorne!

Der Sproß wird etwa in Brusthöhe angehoben. Durch Kontrollblicke wird festgestellt, ob alle Teile der Sprosse vermarktungsfähig sind. Nicht vermarktungsfähige Teile werden entfernt. Entfernte Teile werden auf das Band fallen gelassen und auf dem Band in den Abfall transportiert. Wichtig bei diesem Teil des Arbeitsablaufes ist, dass diese Teile fallen gelassen werden. In der

Praxis ist das meistens nicht der Fall, denn Menschen neigen dazu, nicht für die Produktion benötigte Teile weg zu werfen.

Diese gezielte Bewegung benötigt wieder Zeit, ist aber nicht Gegenstand der Untersuchung, soll aber dennoch nicht unerwähnt bleiben, damit klar wird, welche Reserven bei diesen Arbeiten noch vorhanden sind.

Die zweite Funktion des Bandes ist, die nicht vermarktungsfähigen Teile auf einen Wagen zu transportieren, der zur Entsorgung des Abfalles bereit steht.

Der Sproß wird nach vorne auf ein Wiegetransportband in Ablageschalen gelegt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Spitzen der Sprosse alle in eine Richtung zeigen. An dieser Stelle ist für die Arbeitskräfte wichtig, dass sie die Sprosse vom Band immer aus einer Richtung greifen, so dass nach dem Putzvorgang ein Drehen vermieden wird.

Aus den Betrachtungen sind die Putzbewegungen und Drehbewegungen und Bogengriffe heraus genommen, denn sie würden den Einfluß der Greifwege überdecken.

Die Putzbewegungen lassen sich durch die Länge des Abschnittes an der Wurzel bestimmen. Je länger der Sproß abgeschnitten wird; um so mehr Blätter fallen beim Abrollen auf das Band ab und müssen nicht in Handarbeit entfernt werden.

Durch diese Vorgehensweise wird erreicht, dass die Arbeit am Band auf reine Kontrolle beschränkt bleibt. Wird ein Sproß zu kurz, das heißt zu dicht über der Wurzel abgeschnitten, müssen die nicht vermarktungsfähigen Blätter von Hand unter zu Hilfenahme eines Messers entfernt werden. Durch die Beschränkung auf die Kontrolle ist die Möglichkeit gegeben, hin und wieder erforderliche Messer an einem Band am Handgelenk zu befestigen, dadurch kann die Arbeitskraft sich ganz auf das Greifen, Ablegen und Kontrolle der Sprosse konzentrieren.

Abgelegt wird nach vorne auf ein Wiege- und Transportband. Dieses Band besteht aus Einzelschalen, in die nur je eine Sprosse eingelegt werden kann und darf, weil es für die Gewichtszuordnung in die Foodtainer erforderlich ist.

Dieser Ablageweg ist mit dem Manko behaftet, dass zwei und mehr Arbeitskräfte hintereinander am Band arbeiten. Je weiter hinten sie an dem Band stehen und arbeiten, desto häufiger finden sie eine volle Schale vor. Dadurch müssen sie die nächst freie nach rechts und links suchen, was die Greifwege wieder verlängert. Auch diese Wege sollen bei der Betrachtung außer acht gelassen werden. In die Betrachtung gehen nur die geraden und erforderlichen Greifwege ein. In der Praxis kann man immer wieder sehen, dass die Wege in Form eines Halbkreises verlaufen. Die Bewegungen sind also tatsächlich länger. Eine Beurteilung dieser Bewegungslängen ist fast unmöglich, denn die Greifwege werden meist jedes Mal anders verlaufen. Hier bietet sich MTM als Untersuchungsmethode an.

MTM ist die offizielle Abkürzung von Methods- Time Measurement, was mit Methodenzeit-Messung übersetzt werden kann. Diese Wortkreation könnte auch als Kurzbeschreibung angesehen werden. Dahinter steckt, dass die benötigte Ausführungszeit für eine bestimmte Arbeit von der angewendeten Methode abhängig ist. Anders gesagt: Es ist die Methode, die die Zeit bestimmt.

MTM gehört zu den Systemen vorbestimmter Zeiten. Das sind Verfahren, mit denen Soll-Zeiten für das Ausführen bestimmter Vorgangselemente bestimmt sind. Eine Grundvoraussetzung da-

für ist, dass sie vom Menschen beeinflussbar sind. Folglich können mit MTM nur manuelle Tätigkeiten analysiert werden. Das System wird in der Hauptsache bei Arbeitsgestaltungsmaßnahmen und zur Ermittlung von Vorgabezeiten in der Massenproduktion herangezogen. Derweil für Letzteres eigentlich immer firmeninterne Datenkataloge verwendet werden, kann man bei Arbeitsgestaltungen, bei denen es, wie im Beispiel des Chicorées, um Greifwegveränderungen geht, auf die vorhandenen MTM-Normzeiten zurück greifen. Hier ist das gesamte Inventar an Bewegungselementen hinterlegt, aus denen manuelle Tätigkeiten zusammengesetzt sind. Für jedes dieser Bewegungselemente wurde ein wissenschaftlich gesicherter und genormter Zeitwert ermittelt. Damit lassen sich Arbeitsabläufe berechnen und planen.

Die manuelle Bewegung der Hände setzt sich immer aus den fünf gleichen Bewegungselementen zusammen: hinlangen, greifen, bringen, fügen und loslassen. So lässt sich zum Beispiel der Arbeitsablauf zum Transportieren eines Gegenstandes (hier Chicorée) mit einer relativ kleinen Zahl genau definierter Grundbewegungen analysieren und Veränderungen im Ablauf können rechnerisch sichtbar gemacht werden. MTM fördert damit gezielt die Gestaltung der Arbeitsabläufe.

Hinlangen zu einem Gegenstand, der an einem sich verändernden Ort liegen kann.

Tab. 1: Umgerechnete Werte aus MTM Datentabellen, für die angegebenen Greifwegentfernungen in Hm

cm Greifweg	Aus MTM Daten berechnete Zeit in Hm
10	0,378
20	0,60
30	0,768
40	0,936
50	1,104
60	1,272
70	1,446
80	1,614



Abb. 3: Band mit Sprossen und abgefallenen Blättern

Auf dem Bild ist zu erkennen, dass die Sprosse auf dem breiten Band meistens in der Mitte liegen. Die Breite eines Bandes richtet sich in den meisten Fällen nicht nach der Notwendigkeit der Arbeit, sondern nach dem, was die Herstellerfirma preiswert bekommen hat. Die Kosten, die für den Betrieb dadurch entstehen, werden nicht bedacht.

Für eine Beispielsrechnung sollen folgende Zahlen zu Grunde gelegt werden. Ist Zustand greifen nach dem Ablegen zur Sprosse ca. 40 cm, anheben von 80 cm Transportband zum Bearbeiten auf 115 cm macht 35 cm Greifweg und zum Ablegen auf das Wiegeband nach vorne noch einmal 50 cm.

Tab. 2: Berechnung der Arbeitszeiten für die tägliche Produktionsmenge - Greifzeiten über unterschiedliche Entfernungen ( Zeiten nur für die Greifbewegungen)

Tägliche Erntemenge	3500 kg
Greifweg 40 cm	4,15 AKh
Anheben von 80 auf 115 cm über 35 cm	3,78 AKh
Ablegen nach vorne 50 cm	4,90 AKh
Summe aller Greifwege	12,84 AKh

Bei dieser Art der Arbeitsausführung gingen für die Greifwege 53,5 % der Arbeitszeit drauf.

Bei einem Arbeitsplatz mit weiteren Greifwegen erhöht sich die Zeit auf 17,72 AKh. Hier liegt der Anteil der Greifwege sogar bei 73,8 %

Bei diesen Zeitwerten ist jede Art der Gestaltung von Arbeitsplätzen zum Scheitern verurteilt. Durch die Einrichtungsvorgaben der Industrie ist Arbeitsplatzgestaltung nicht so leicht, denn die Vorrichtungen sind im Betrieb und können nicht ausgetauscht werden, ohne Kosten zu verursachen. Eine Änderung ließ sich dadurch erreichen, indem das Transportband soweit unter das Wiegeband geschoben wurde, dass die Bandbreite nur noch einen etwa 30 cm nutzbaren Steifen hatte. An den Rädern verhinderten kleine Kanten, dass die Sprossen vom Band rollten und unter dem Wiegeband hervorgeholt werden mußten. Eine kleine Erhöhung reduzierte auch die Anhebewege zum Putzvorgang.

Tab. 3: Greifzeiten über unterschiedliche Entfernungen ( Zeiten nur für die Greifbewegungen)

Tägliche Erntemenge	3500 kg
Greifweg 30 cm	3,41 AKh
Anheben von 100 auf 115 cm über 15 cm	1,79 AKh
Ablegen nach vorne 30 cm	3,41 AKh
Summe aller Greifwege	8,61 AKh

Nach diesen Änderungen reduzierte sich der Anteil der Greifwege auf 35 % der Gesamtarbeitszeit.

Beginnt man die Zeiten hoch zu rechnen, so kann man davon ausgehen, dass die Ernte von Chirorée etwa drei Monate dauert. In dieser Zeit wird täglich in zwei Schichten geerntet. Am Band sind drei Personen mit dem Putzen der Sprosse beschäftigt.

Tab. 4: Hochgerechnete Greifzeiten über die Saison

Verfahren cm Greifwege	Arbeitskraftstunden in der Saison
40, 35, 50	3852
50, 50, 70	5316
30, 15, 30	2584

Der Unterschied von 2.732 Arbeitskraftstunden ist bei dieser Produktionsmenge für jeden Betrieb ein Kostenfaktor, der berücksichtigt werden muss.

Mitarbeiter, bei denen die Arbeitsplätze nicht gestaltet werden, arbeiten so lange nach ihrem einmal gewählten Verfahren bis von außen an diesem Verfahren Veränderungen vorgenommen werden.

Diese Berechnungen und damit verbundenen Einsparungen konnten nur mittels MTM durchgeführt werden, da die sich ständig verändernden Einflüsse und kurzen Zeiten nicht über eine Zeitstudie erfassen lassen.

#### Quellen:

Webseite der deutschen MTM-Vereinigung <http://www.dmtm.com>

Webseite der Schweizer MTM-Vereinigung <http://www.swissmtm.com/>

REFA: Methodenlehre des Arbeitsstudiums – Teil 2 Datenermittlung, Verlag Carl Hanser, München, 1992.

REFA-Lexikon, Beuth Verlag GmbH.

REFA Wörterbuch der Arbeitswissenschaft, Verlag Carl Hanser, München, 1997.

Lexikon der Wirtschaft, Verlag Die Wirtschaft, Berlin, 1982.

## Zusammenfassung

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit werden im Bereich des Gemüsebaus immer größere Produktionszahlen im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland angebaut. In dieser Massenproduktion des Gartenbaus ist in vielen Bereichen der Produktionskette Handarbeit erforderlich. Die Kosten für diese Handarbeiten machen über 60 Prozent der Produktionskosten aus. Die Hauptbestandteile der Arbeit sind Transport und Bearbeiten.

Wissenschaftliche Untersuchungen, die das Arbeitssystem durchleuchten, machen die Einflüsse auf die Arbeitserledigung deutlich. Vor- und nachgeschaltete Arbeiten werden dabei berücksichtigt, um so die Abhängigkeiten der unterschiedlichen Tätigkeiten sichtbar zu machen. Für eine Optimierung der Handarbeitsverfahren ist die Kombination der herkömmlichen Zeitmessungen im Gartenbau / Landwirtschaft und dem für die Industrie konzipierten MTM-Verfahrens und die Verwendung dieses Datenkataloges von großem Vorteil. Aus diesem Katalog wurden die MTM-Zeiteinheiten für Hinlangen, Greifen, Fügen und Loslassen bei der Arbeitsplanung mit verwendet. Zusätzlich wurde mittels Zeitstudien der Aufwand für das Putzen ermittelt. Durch Änderungen des Arbeitsplatzes und des vorgeschalteten Arbeitsverfahrens wurde der Zeitbedarf des nachgeschalteten Arbeitsverfahrens erheblich reduziert. Nach Vornahme dieser Änderungen machen Kostenbetrachtungen deutlich, dass sich der Betriebsertrag positiv verändert.

### Keywords

Arbeitsablauf	flow of work
Arbeitsablaufgestaltung	to perform flow of work
Arbeitsmethode	manual method
Betriebsertrag, positiv	operating income, arised
Bewegungen	motion / movements
Chicorée	chicory
Datenkatalog	time standard
Gemüse	vegetable
Gemüsebaubetrieb	market gardeners of vegetable
Greifwege	distance of reach
Handarbeit	handcraft / manual operation
Kosten	costs
Massenproduktion	scale
Methods- Time Measurement	Methods- Time Measurement
MTM	MTM-System
Transport	transport
Wirtschaftlichkeit	economic efficiency
Zeitstudie	time study

## Résumé

### **Production de masse – Transport – Méthodes, MTM dans la production maraîchère à partir de l'exemple des endives**

Pour des questions de rentabilité, les chiffres de production sont de plus en plus élevés dans le domaine des cultures maraîchères en Allemagne. La culture maraîchère de masse implique des opérations manuelles en plusieurs points de la chaîne de production. Le coût des opérations manuelles représente plus de 60 % des coûts de production. Le travail est constitué essentiellement de transport et de conditionnement.

Des études scientifiques portant sur le système de travail mettent en évidence les facteurs influençant la réalisation du travail. Ces études prennent en compte les travaux situés en amont et en aval, de manière à montrer l'interdépendance entre les différentes activités.

La combinaison des relevés de temps classiques dans les cultures maraîchères / l'agriculture et du procédé MTM (Methods-Time-Measurement) conçu pour l'industrie, associée à l'utilisation du présent catalogue de données est particulièrement avantageuse pour optimiser la gestion des opérations manuelles. Le catalogue a permis d'utiliser les temps standards prédéterminés MTM pour les mouvements suivants, atteindre, saisir, positionner et lâcher, dans la planification du travail. De plus, des études de temps ont permis de déterminer la durée du nettoyage. Des modifications de poste de travail et des opérations en amont ont permis de réduire considérablement le temps de travail nécessaire pour les opérations en aval. Après mise en pratique de ces modifications, une étude des coûts a montré que le rendement de l'exploitation évoluait de manière positive.

## Summary

### **Mass production – transport - methods, MTM (Methods-Time-Measurement) in vegetable growing, as exemplified by chicory production**

For reasons of economic efficiency, large-scale vegetable production is becoming increasingly common in Germany. Many processes within this mass production still require manual work, however, which accounts for over 60 per cent of the total production costs. Transport and handling are the main components of this manual work.

Scientific studies investigating the work system highlight the factors influencing the work process. Upstream and downstream activities are also taken into account in this context, in order to illustrate the interdependencies of the various activities.

For optimisation of the manual work, the combination of conventional time studies commonly used in horticulture/agriculture and the industrial MTM (Motion Time Measurement) system and its data catalogue are highly advantageous. In work planning, this data catalogue provided MTM time units for reaching, grasping, moving, regrasping and releasing the chicory. In addition, time studies were used to record the time required for trimming the chicory. By modifying the work station and the upstream work process, the time required for the downstream process could be significantly reduced. Cost analyses showed that these modifications lead to a positive trend in operating income.

# Gestaltung der manuellen Auflage von Gartenbauprodukten auf Förderbänder mit Hilfe der dreidimensionalen Bewegungsanalyse

*Martina Jakob, Martin Geyer und Sibylle Tischer, Institut für Agrartechnik Bornim e.V., D-14469 Potsdam-Bornim*

## Einleitung

Die Leistung moderner Sortier-, Wasch- oder Aufbereitungsanlagen für Gemüse wird mehr und mehr durch den Menschen begrenzt, weil bestimmte Prozesse, wie z.B. die Auflage von Spargel, Porree oder Chicorée auf die Transportbänder, immer noch von Hand erfolgen.

Mit Hilfe eines 3-D-Bewegungsanalysesystems (Jakob, 2004) wurden Einflussfaktoren auf die Leistung an der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine untersucht, um daraus Optimierungsmöglichkeiten abzuleiten und eine bessere und kontinuierliche Maschinenauslastung zu erzielen.

Für ein optimales Zusammenwirken muss die Gesamtheit der Wechselwirkungen zwischen dem Menschen und dem Betriebsmittel betrachtet werden.

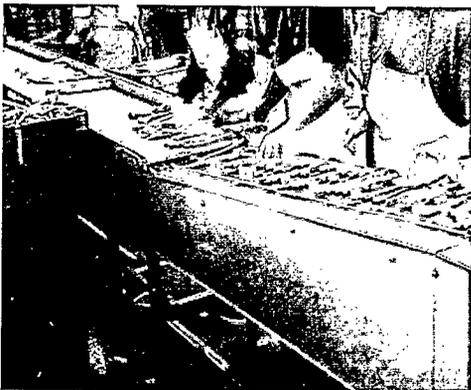
## Stand der Technik

Leistungsstarke Rechentechnik und effektive Waschdüsen ermöglichen bei der vollautomatischen Sortierung von Spargel theoretische Maschinenleistungen von bis zu 40.000 Stück/h. Die manuelle Beschickung der Förderbänder dieser Wasch- und Sortierstrecken ist derzeit der begrenzende Faktor.

Der in den Untersuchungen betrachtete Arbeitsbereich der manuellen Auflage besteht in der Regel aus einem Steharbeitsplatz an einem Förderband (Abb. 1). Möglichst wenige Personen sollen möglichst viele Produkte auf das Transportband legen. Je höher die Maschinenleistung ist, desto mehr Personen werden benötigt. Da alle Arbeitskräfte dasselbe Band befüllen, sinkt die Einzelleistung mit zunehmender Position der Arbeitskraft am Band, weil immer weniger Lücken zu befüllen sind bzw. die Aufgabe nur noch darin besteht, die Position der Güter zu korrigieren. Die Entwicklung unterstützender Technik, wie z.B. ein Schwingförderer, der die Produkte vor der Auflage vereinzelt, beschleunigt den Arbeitsprozess. Weitere Gestaltungsmaßnahmen sind notwendig, um die Zahl der am Band beschäftigten Arbeitskräfte niedrig zu halten und die Einzelleistungen zu steigern.

Untersuchungen in Spargelbetrieben haben ergeben, dass die durchschnittliche Auslastung vollautomatischer Sortiermaschinen bei 75 % liegt, mit einem Minimum von 58 % und einem Maximum von 97 %. Die Anzahl aufgelegter Stangen/AK variiert dabei zwischen 2600 und 6000 Stück/h (KTBL, 2004).

Die tatsächlich erzielte Leistung der Arbeitskräfte bei der manuellen Produktauflage ist von vielen Faktoren abhängig. Leistungsmindernde Einflüsse müssen erkannt und eliminiert werden, um ein gutes und kontinuierliches Arbeitsergebnis zu erzielen. Neben den allgemeinen Gestaltungsparametern wie einer angemessenen Arbeitshöhe, einer ausreichenden Beleuchtung und Umgebungstemperatur, wirken auch verfahrensspezifische Einflüsse auf die Leistung, wie beispielsweise die Ordnung im Gebinde, die Greifwege, der Greifraum, die Produktqualität und die Bandgeschwindigkeit.



*Abb. 1: Spargelaufgabe an einer Sortiermaschine, Transportrichtung von links nach rechts*

## **Material und Methoden**

Um verschiedene Leistungseinflüsse zu quantifizieren, erfolgten an einem für Porreeschnitt und -wäsche entwickelten Förderband Variationen in der Arbeitshöhe, der Produktbereitstellung und der Bandlaufgeschwindigkeit (4500, 6000 und 7300 St/h). Für die Versuche standen drei durchschnittlich große Probanden zur Verfügung. Die Produktauflage erfolgte jeweils nur durch eine Arbeitskraft, deren Aufgabe darin bestand, ein möglichst großes Bündel Produkte aus der Kiste herauszunehmen und auf ein bewegliches Hartgummiband in einzelne Vertiefungen zu legen.

Als Versuchsmaterial dienten Weidenabschnitte mit einer durchschnittlichen Länge von 42.5 cm und einem durchschnittlichen Gewicht von 110 g/Stück.

Mit Hilfe des dreidimensionalen Bewegungsanalysesystems der Firma Wentz/Thiedig (Braunschweig) und einer dafür entwickelten Auswertesoftware wurden die Bewegungen der oberen Extremitäten und die Kopfbewegung der Probanden verfolgt und bewertet. Die Messungen basieren auf der Verfolgung aktiver Infrarot-Leuchtdioden, deren Lage im Raum in Form dreidimensionaler Raumkoordinaten beschrieben wird.

## Ergebnisse und Diskussion

Die über alle Varianten beobachtete Leistung aufgelegter Stangen/h variierte sehr stark, was die Durchschnittsleistungen der Varianten sowie die Streuungen innerhalb der Varianten in Abbildung 2 verdeutlichen.

Auch die personenspezifischen Leistungen zeigten erhebliche Unterschiede, wobei ein Proband deutlich über den Leistungen der anderen beiden lag. Die höchste Bandlaufgeschwindigkeit unterliegt den größten Schwankungen, was auf der einen Seite das vorhandene Potential aufzeigt und auf der anderen Seite die Schwierigkeit einer zu erzielenden Leistungskonstanz darstellt.

Die Variationen in den Messergebnissen verdeutlichen die Komplexität der menschlichen und aufgabenspezifischen Einflussfaktoren. Trotz der einfachen Aufgabenstellung und der standardisierten Produkte können die Auswirkungen der z.T. offensichtlichen Gestaltungsmängel nur bedingt statistisch abgesichert werden.

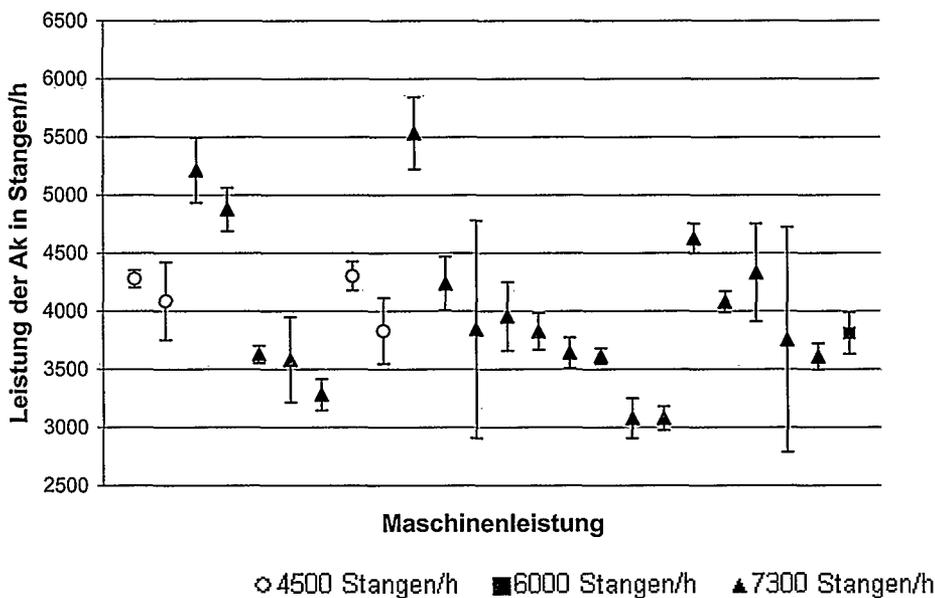


Abb. 2: Durchschnittlich aufgelegte Stangen/h aller Varianten und Probanden bei verschiedenen Bandlaufgeschwindigkeiten

Die Variation in den Arbeitshöhen (10 und 15 cm unterhalb des Ellbogenniveaus) ergab für die niedrigere Variante erhöhte Bewegungsaufwände an beiden Händen und der linken Elle (o. Abb.). Dies belegt den negativen Einfluss einer niedrigen Arbeitshöhe auf die Bewegungen bzw. macht den Gestaltungs-Gewinn bei ihrer Optimierung messbar. Eine zu niedrige Arbeitshöhe verursacht außerdem Zwangshaltungen, die Schmerzen auslösen und die Leistungsbereitschaft ungünstig beeinflussen können. Hersteller und Konstrukteure derartiger Anlagen sind aufgefordert, die Auswirkungen einer zu niedrigen Arbeitshöhe stärker zu beachten und das bekannte Wissen praktisch umzusetzen. Die als eigentlich selbstverständlich anzusehende Einstellung einer optimalen Arbeitshöhe ist bei vielen Anlagen konstruktionsbedingt nicht möglich oder ist

aufgrund variierender Körpergrößen erschwert, sobald mehr als eine Arbeitskraft berücksichtigt werden muss (siehe Abb. 1). Eine Regulierung über das Bodenniveau birgt Unfallgefahren und erfordert Sichtkontrollen des Bodens beim Betreten und Verlassen der Unterlagen.

Bei der Variation der Produktbereitstellung wurden bei einer fast ebenerdigen Aufstellung der Kisten erheblich höhere Bewegungssummen für den Kopf und die Schulter gemessen (siehe Abb. 3). Gleichzeitig wurde die Bewegungsgeschwindigkeit gesteigert, so dass die Leistungen keine signifikanten Unterschiede zu den günstigeren Varianten zeigten. Der Gestaltungsmangel wurde durch die Probanden weitestgehend kompensiert.

Da die Untersuchungszeiträume im Vergleich zu einem gesamten Arbeitstag sehr kurz waren, sind keine Aussagen über einen ermüdungsbedingten Leistungsabfall möglich. Bei der Variante mit nahezu ebenerdiger Produktbereitstellung ist davon auszugehen, dass der erhöhte Bewegungsaufwand nicht über einen gesamten Arbeitstag kompensiert wird und die Leistungen somit im Tagesverlauf sinken. Zudem ist aus gesundheitlichen Gründen bei der Arbeitsplatzgestaltung von Oberkörperdreh- und Oberkörperbeugebewegungen abzuraten.

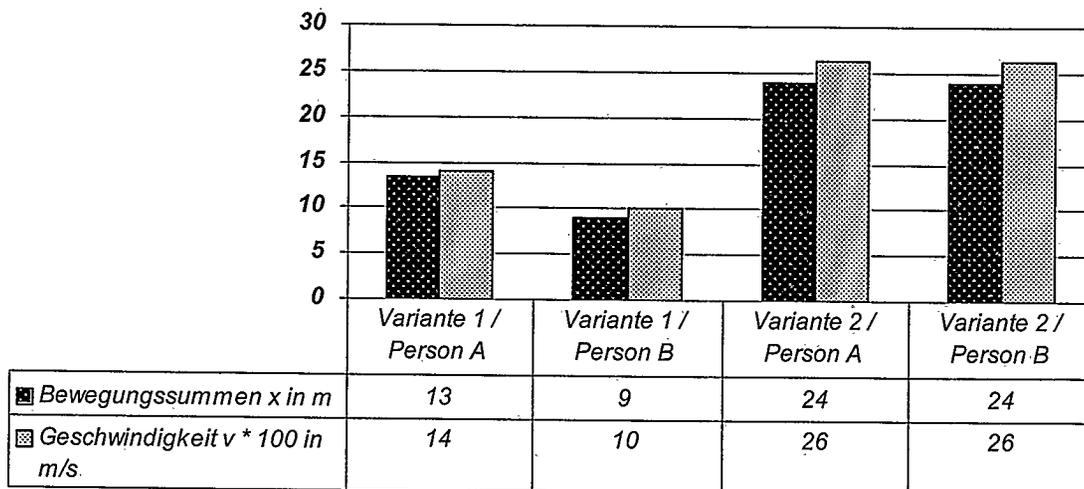


Abb. 3: Bewegungssumme und -geschwindigkeit des Kopfes bei unterschiedlicher Produktbereitstellung (Variante 1 auf Bandhöhe, Variante 2 fast ebenerdig)

Für die Praxis bedeuten diese Ergebnisse, dass im Rahmen des betrachteten intensiven Produkt-handlings jeder zusätzliche Weg die Ausführungszeiten erhöht. Im Falle größerer Produkte und größerer Behälter für die Bereitstellung werden im Zuge ihrer schrittweisen Entleerung die Wege immer länger. Die im Versuch auf Höhe des Förderbandes platzierte Kiste entspricht dann einem vollen Behälter und ein fast leerer Behälter der Versuchsanordnung bei ebenerdig aufgestellter Kiste. Durch Schrägstellen und Anheben der sich leeren Behälter könnten die Greifwege reduziert werden.

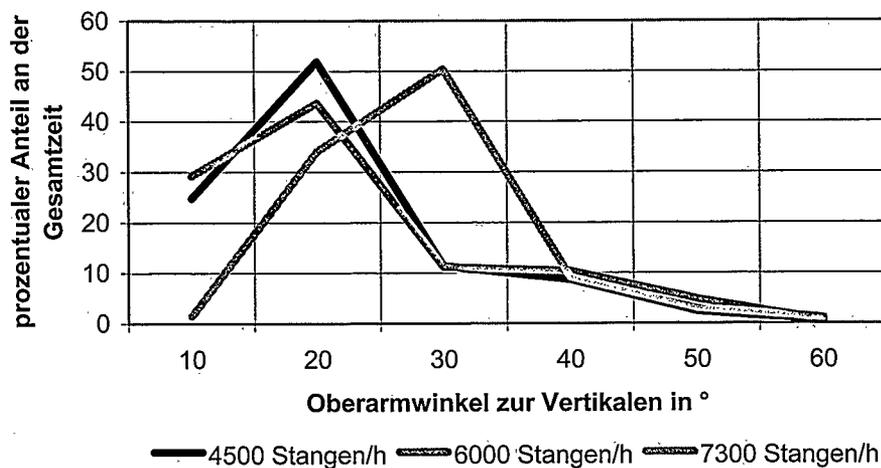


Abb. 4: Anheben des Oberarmes während der Auflage in Abhängigkeit von der Bandlaufgeschwindigkeit

Die Steigerung der Bandgeschwindigkeit ermöglicht höhere Leistungen. Sie wirkt motivierend, und sie reduziert den Zeitraum, in dem sich die Stelle der Platzierung im optimalen Arbeitsbereich befindet.

Abbildung 4 zeigt die Zunahme des Oberarmwinkels zur Vertikalen bei einem Probanden mit steigender Bandgeschwindigkeit. Gleichzeitig vergrößerte sich auch der Armöffnungswinkel (o. Abb.), weil die Bewegung aus dem ganzen Arm heraus erfolgt. Ein Anheben und Strecken des Armes kennzeichnet eine Tätigkeit in zunehmender Entfernung vom Körper. Je genauer die Produkte platziert werden müssen, desto stärker wirkt die Bandgeschwindigkeit auf das Arbeitsergebnis. Die benötigte Zeit für das Platzieren des Produktes darf den Zeitraum des Passierens der Ablagestelle nicht erheblich überschreiten, da sonst die Hand mitlaufen muss, um den Prozess vollständig zu beenden. In Abhängigkeit von der Produktgröße, den erzielten Leistungen und der Kammerbreite der Ablage kann so eine Grenzgeschwindigkeit errechnet werden, deren Überschreiten leistungsmindernd wirkt.

Kurze Greifwege, ergonomische Gestaltung und eine gleichmäßige Anordnung im Gebinde beschleunigen die manuelle Auflage und gewährleisten eine kontinuierliche Ausführbarkeit sowie eine Kontinuität in der erbrachten Leistung. Die Bandlaufgeschwindigkeit muss den Produkten sowie der Anzahl an Arbeitskräften am Band angepasst werden.

Die Bewegungsanalyse ermöglicht im Falle der Fließbandarbeitsplätze eine sehr genaue Untersuchung auftretender Bewegungsaufwände, -muster und Körperhaltungen. Eine Arbeitsplatzgestaltung entsprechend den spezifischen Eigenschaften des Menschen ermöglicht die Reduzierung der Belastung und Beanspruchung. In der Gesamtbewertung dieser Arbeitsplätze, die durch Monotonie und geringen Handlungsspielraum gekennzeichnet sind, haben Anpassungsmerkmale, wie Beanspruchung und Motivation, einen großen Einfluss auf die menschliche Leistung.

## Ausblick

Im Hinblick auf steigende Maschinenkapazitäten bzw. den zunehmenden Einsatz sehr leistungsfähiger Anlagen sind weitere Versuche mit höheren Stückzahlen und mehreren Arbeitskräften am Förderband geplant. Hinweise zur optimalen Gestaltung der verbleibenden Handarbeitsplätze an diesen Anlagen sollen daraus erarbeitet werden.

## Zusammenfassung

Die Leistung moderner Aufbereitungsanlagen für Gartenbauprodukte nimmt kontinuierlich zu. Wäsche und Sortierung werden automatisiert, die Auflage der Produkte auf die zuführenden Bänder erfolgt weiterhin von Hand. Die Diskrepanz zwischen menschlicher Leistung und Maschinenleistung steigt. Deshalb bedarf die Schnittstelle Mensch-Maschine einer optimalen Gestaltung, um das vorhandene Maschinenpotenzial vollständig auszunutzen und um eine Leistungskonstanz zu gewährleisten. Anhand von Ergebnissen aus bewegungsanalytischen Untersuchungen werden an einem Beispielarbeitsplatz die quantitativen Einflüsse ausgewählter Gestaltungsparameter dargestellt. Der betrachtete Arbeitsplatz wird sowohl arbeitswirtschaftlich als auch ergonomisch betrachtet. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Ermittlung der optimalen Bandlaufgeschwindigkeit bei der Produktauflage. Hier sind weitere Untersuchungen bei höheren Stückzahlen und in Arbeitsgruppen geplant.

**Schlüsselwörter:** Aufbereitungsanlagen, Handarbeit, Kapazität, Bewegungsanalyse

## Résumé

### **Organisation de la disposition manuelle des produits maraîchers sur les tapis de convoyage à l'aide d'une analyse de mouvement tridimensionnelle**

La productivité des installations modernes de conditionnement pour les produits maraîchers ne cesse de croître. Le lavage et le tri sont automatisés. La disposition des produits sur les tapis de convoyage, quant à elle, continue à se faire à la main. L'écart entre le rendement de l'homme et celui de la machine va croissant. C'est pourquoi il faut optimiser l'interface homme-machine, de manière à exploiter totalement le potentiel des machines à disposition et à garantir une productivité constante. A l'aide de résultats provenant d'analyses de mouvements, un poste de travail a été choisi comme exemple pour y représenter les influences quantitatives de paramètres d'organisation sélectionnés. Le poste de travail en question a été étudié sur le plan de l'organisation du travail comme sur le plan ergonomique. Une attention particulière a été accordée au calcul de la vitesse optimale du tapis de convoyage lors de la disposition des produits. A ce propos, il est prévu de faire d'autres études avec des chiffres plus élevés et au sein de groupes de travail.

## Summary

### **Designing the process of the manual placement of horticultural products on conveyor belts by means of three-dimensional motion analysis**

The productivity of modern processing plants for horticultural products is steadily growing. Whilst the products are washed and sorted automatically, they are still placed on the conveyor belts by hand. Since the gap between human performance and machine throughput is increasing, the interface between man and machine must be optimized in order to fully utilize the available machine capacity and guarantee a constant throughput. Based on the results of motion analysis, the quantitative influences of selected economic and ergonomic parameters are shown for a model working place. Particular attention was paid to determining the optimal speed of the conveyor belt when products are placed on it. Further investigations with a higher unit number and working groups are planned.

**Keywords:** processing plants, manual work, capacity, motion analysis

## Literatur

Jakob, 2004: Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen im gartenbäulichen Nachernte-prozess auf der Basis bewegungsanalytischer Untersuchungen, Zeitschrift für Arbeitswissen-schaft, Heft 1.

KTBL-Bericht, 2004: Spargel (Erscheinungsdatum voraussichtlich 2005).

# Teilmechanische Ernte von Bleichspargel

*Martin Geyer, Sibylle Tischer und Hans-Reinhard Rohlfing, Institut für Agrartechnik Bornim, D-14469 Potsdam-Bornim*

## Einleitung

Die Ernte von Bleichspargel ist sehr arbeitsintensiv und mit beträchtlichen Kosten verbunden. Allein die Erntekosten nehmen einen Anteil von 25 % der Gesamtaufwendungen für die Spargelkultur ein, so dass nach Mechanisierungsmöglichkeiten gesucht wird.

Eine weitere Einflussgröße, welche die Mechanisierung vorantreibt, ist das Abdecken der Spargeldämme mit schwarz/weißer Folie. So verursacht das Aufdecken und Schließen der Folie - etwa 5500 m/ha bei einem Dammanstand von 1,8 m - einen zusätzlichen Arbeitsaufwand.

Ein weiteres Problem bei Bleichspargel stellt die starke Abhängigkeit des Wachstums von der Temperatur dar. Durchschnittlich können an den ca. 60 zur Verfügung stehenden Erntetagen, je nach Sorte und Alter der Anlage, zwischen 100 und 150 kg Rohware/ha geerntet werden. Zu Beginn der Saison und bei kühler Witterung sind vielfach nicht mehr als 50 kg/ha und Tag zu erwarten (Boonen, 2001). Während bei hohen Temperaturen die Tagesproduktion auf bis zu 600 kg/ha ansteigen kann. Dieses stark schwankende Ertragsaufkommen verlangt eine große Variabilität bei den Arbeitskräften. Insbesondere in Zeiten mit hohem Ertrag kommt es häufig zu Engpässen. Es ist notwendig nach Lösungen zu suchen, um diese Spitzen abzupuffern.

Seit wenigen Jahren werden ein- bis mehrreihige, teilmechanische Erntehilfen für Spargel angeboten. Die Geräte der verschiedenen Hersteller unterscheiden sich in ihrer Ausstattung und Reihenzahl. Das Ausheben der Folie und der Transport der Spargelkisten erfolgen automatisch. Gestochen wird wie bisher von Hand.

## Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in Praxisbetrieben unterschiedlicher Betriebsgrößen in Deutschland und den Niederlanden in den Jahren 2001-2003 durchgeführt. Alle Betriebe nutzten schwarz-weiße Bedeckungsfolie. Z.T. über mehrere Tage und/oder an verschiedenen Terminen wurden verschiedene Erntehilfen, ein bis fünfreihig, mit unterschiedlichen Folienaushebelängen und Antrieben bei wechselnden Bedingungen und Erträgen untersucht (Tab. 1).

Die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte (Gehen, Folienhandling, Warten) und Teilabschnitte des Stechprozesses (Graben, Stechen, Schließen, Ablegen) wurden durch Zeitmessungen (Messbrett Chronarith, ZT 973, Otto - Otto, Hildesheim) quantitativ erfasst. Überwiegend lag der Vertrauensbereich (Epsilon) der Ist-Werte unter 5 %.

Tab 1: Verfahrenscharakterisierung der verschiedenen Erntehilfen (Geyer et al., 2002)

Ernteverfahren (Maschinentyp)	Verfahrenscharakterisierung
Handernte m. Korb	1-reihig, rein manuelle Ernte inkl. Folienhandling u. Korbtransport – kontinuierlicher Abtransport d. Erntegutes
Schiebewagen	1-reihig, manuelles Folienhandling, Korbtransport auf Wagen – Reduzierung der Wegstrecke f. Abtransport d. Erntegutes
Spargelfloh	1-reihig, gezogene Verfahrensvariante, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Winner	1-reihig, mit Batterieantrieb, automatisierte Folienführung, Kistentransport (Abb. 1)
Spargelspinne	1-/2-reihig, mit Batterieantrieb, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Spargelmaus	1-/2-reihig, mit Motorantrieb, Sitzplatz, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Spargelfuchs	2-/3-reihig, mit Motorantrieb, 2 Sitzplätze, automatisierte Folienführung, Kistentransport
Kügel R 1/3/5reihig	1-reihig (mit Sitzplatz), 3-/5-reihig, mit Motorantrieb, automatisierte Folienführung, Kistentransport (Abb. 2)
Hester (Niermann)	5-reihig, mit Motorantrieb, automatisierte Folienführung, Kistentransport, Witterungsschutz

Da sich der Zeitbedarf für das Stechen einer Stange Spargel zwischen den Betrieben stark unterschied und das Ziel der Untersuchungen der Einfluss der Erntehilfen und nicht des Stechens auf das Gesamtverfahren war, wurde bei den Auswertungen der mittlere stangenbezogene Zeitbedarf für blindes Stechen zugrunde gelegt.

Ergänzend erfolgten Multimomentstudien und Videoaufnahmen zum nachträglichen visuellen Einschätzen und dem Vergleich der Arbeitsprozesse.

## Verschiedene Stechverfahren in der Praxis

Spargel wird in der Praxis nach drei Verfahren gestochen: a) „blind“ ohne Graben, b) „teilblind“ mit einmaligem Graben und Schließen und c) mit vollständigem Freigraben und Schließen.

- a) Beim „blinden“ Stechen werden die Spargelstangen ohne vorheriges Aufgraben mit einem Stich durch das Spargelmesser abgetrennt, etwas angehebelt und mit der anderen Hand aus dem Damm gezogen und abgelegt.
- b) Beim „teilblinden“ Stechen werden die Spargelstangen mit einem Handgriff etwa 10 cm tief freigelegt, die Wuchsrichtung erfasst, mit einem Stich gestochen, leicht ausgehebelt und anschließend, um Bruch zu vermeiden, mit der anderen Hand gegriffen. Wird der Spargel nicht mit dem ersten Stich erfasst, sollte die Stange durch weiteres Graben vollständig freigelegt werden. Danach wird der Damm wieder mit der Hand oder der Kelle geschlossen.

- c) Stechen mit Freigraben bedeutet, dass mit drei Handgriffen entlang der Stange die Stange etwa 25 cm tief freigelegt wird. Anschließend erfolgen das Stechen mit dem Messer in der rechten Hand, Greifen und Ablegen der Stange links und Schließen des Loches mit der Glättkelle rechts.

## **Ergebnisse der Stechverfahren**

Unabhängig von der Erntehilfe und ohne Berücksichtigung von Nebenzeiten (Stangen kürzen, Stangen putzen, persönliche Verteilzeiten) wurde über alle Betriebe zum „blinden“ Stechen durchschnittlich 7 Hm benötigt. Beim „teilblinden Stechen“ bedurfte es eines Zeitbedarfs von 9 Hm und beim geschulten „Freigraben“ durchschnittlich 12 Hm pro Stange Spargel.

Beim ungeschulten „Freigraben“ wurde dagegen ein durchschnittlicher Wert von 22 Hm ermittelt. Insbesondere beim ungeschulten „Freigraben“ wird eine starke Streuung vom Mittelwert deutlich, was auf eine nicht der Arbeitsunterweisung entsprechende Arbeitsdurchführung zurückzuführen ist.

## **Teilmechanisierung**

Die Spargelernte mit dem Korb setzt sich aus den folgenden einzelnen Arbeitsablaufabschnitten zusammen:

- Folienarbeiten (Folie auf- und zudecken)
- Gehen, Spargel im Korb tragen, Korb abstellen und wieder aufnehmen
- Stechen und Ablegen des Spargels
- gefüllten Spargelkorb aus der Anlage tragen und am Feldrand entleeren.

Durch Teilmechanisieren werden hauptsächlich die Folienarbeit und der Quertransport des Spargels automatisiert. Die teilmechanische Ernte lässt sich in folgende Arbeitsschritte untergliedern:

- Folie in Aushebevorrichtung einlegen bzw. am Ende der Reihe wieder festlegen
- Gehen
- Stechen und Ablegen des Spargels
- Warten ohne Arbeitsangebot (bei mehrreihigen Systemen)
- Wenden am Feldrand und Austauschen der vollen gegen leere Kisten



Abb. 1: Einreihige Erntehilfe mit Batterieantrieb (Fa. Böckenhoff)

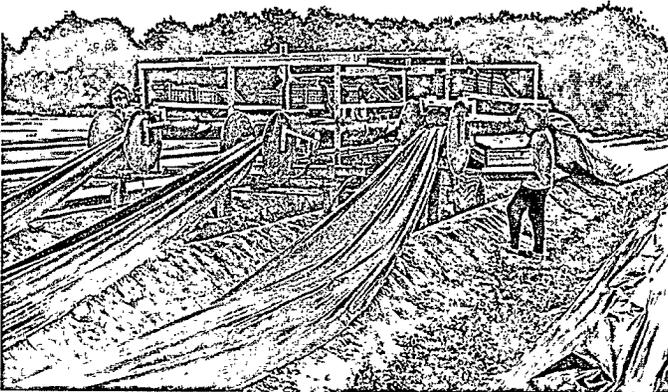


Abb. 2: Dreireihige Erntehilfe mit großer Folienaushebelänge (Fa. Kügel)

## Ergebnisse

Die Spargelernte setzt sich aus verschiedenen Arbeitsablaufabschnitten zusammen. Beim Stechen ist es notwendig, dass sich der Betriebsleiter für ein Arbeitsverfahren entscheidet, die Arbeitskräfte optimal schult und während der Saison kontrolliert. Nur dann ist es möglich, kostengünstig Spargel zu ernten und aufzubereiten.

Das Stechen benötigt von allen Arbeitsablaufabschnitten den höchsten zeitlichen Anteil. Die Folienarbeiten und das Gehen können bei wenig Ertrag und „blindem“ Stechen jedoch in der Summe mehr Zeit in Anspruch nehmen als die reine Stecharbeit. Der Arbeitszeitbedarf zur Ernte eines ha Spargel ist jedoch in erster Linie vom Ertrag abhängig. Mit Zunahme des Ertrages steigt der Gesamtarbeitsaufwand unabhängig von der Mechanisierungsstufe, die Fortbewegungsgeschwindigkeit sinkt. Aus ökonomischer Sicht ist es daher sinnvoll, Spargel erst dann zu ernten, wenn eine gewisse Mindesterntemenge vorhanden ist. Bei geringem Ertrag sollte nur alle 36 oder 48 h geerntet werden - soweit es die Spargelqualität zulässt.

Bei der teilmechanischen Ernte entfällt die Folienarbeit, bzw. beschränkt sich auf das Einfädeln und Befestigen der Folie mit Sandsäcken oder Pflöcken. Durch Wegfall des Folienhandlings kann bei teilmechanisierten Ernteverfahren ein Zeitvorteil von 2 h/ha gegenüber Handernernte mit Folienarbeit während des Stechens („+“) und von 3,5 h/ha gegenüber Handernernte mit Folienarbeit in einem separaten Arbeitsgang („-“) unabhängig vom Ertrag erzielt werden (Abb. 3). Zudem reduziert sich die körperliche Belastung für die Arbeitskräfte. In Zeiten mit hohem Ertrag können noch zusätzliche Einsparungen von etwa 2 h/ha auftreten, da das mehrmalige Entleeren der vollen Stechkörbe bei langen Reihen entfällt (Abb. 4). In Prozent ausgedrückt sind je nach Ausgangsbedingungen durch teilmechanische Erntehilfen Einsparungen zwischen 20 und 50 % der Gesamtarbeitszeit möglich.

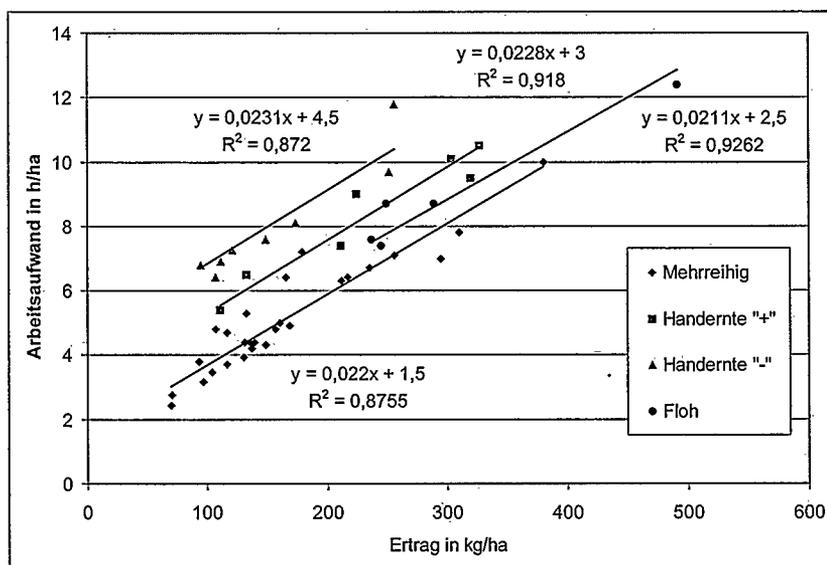


Abb. 3: Arbeitszeitbedarf je ha in Abhängigkeit vom Ertrag bei mehrreihigen Verfahren; Spargelfloh und Handernernte mit Korb mit variierendem Folienhandling („+“ = 2 h/ha; „-“ = 3,5 h/ha). Jeder Wert steht für eine Zeitstudie

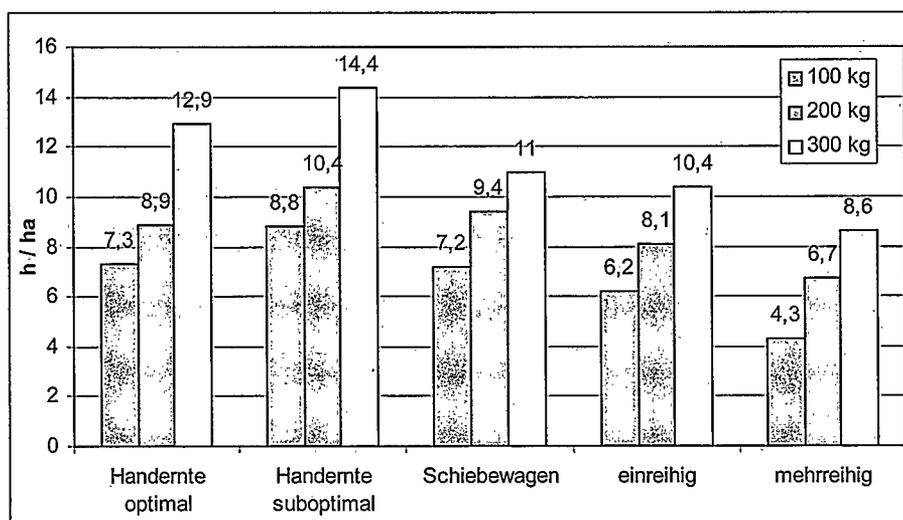


Abb. 4: Arbeitsaufwand für die Ernte von Bleichspargel mit unterschiedlichen Ernteverfahren mit Wendezeiten und Zeitbedarf für einmaliges Korb entleeren bei hohem Ertrag

Dieser Zeitgewinn ist jedoch nur gegeben, wenn die Geräte einige Grundvoraussetzungen erfüllen und optimal in den Betriebsablauf eingepasst werden. U.a. sollte die Folienaushebelänge möglichst groß sein und bei mehrreihigen Geräten die Arbeitsgruppen homogen zusammengestellt sein. Der Nachteil zu kürzer Aushebelängen (Abb. 1) wird bei den einreihig absetzenden Systemen und bei Erntehilfen, deren Sitz nicht seitlich verschiebbar ist, deutlich. Bei hohen Temperaturen dehnt sich die Folie aus, was zu Problemen beim Einsatz von teilmechanisierten Ernteverfahren führen kann.

Die in den Untersuchungen festgestellten Wartezeiten durch fehlendes Arbeitsangebot bei mehrreihigen Systemen betragen bis zu 50 % der Gesamtzeit. Durch große Folienaushebelängen, eine an den Ertrag angepasste Fahrgeschwindigkeit und gut aufeinander abgestimmten Arbeitsgruppen können diese Wartezeiten jedoch weitgehend vermieden werden. Weiterhin ist ein Zeitgewinn durch den Einsatz von Erntehilfen nur dann zu erwarten, wenn „blind“ gestochen wird.

Die durchschnittlich ermittelte Wendezeit beträgt bei teilmechanisierten Ernteverfahren etwa 2 Min. bzw. 0,8 h/ha. Sie kann verringert werden, wenn das Vorgewende ausreichend weitläufig und eben ist. Das Entleeren der Spargelkörbe bei der Handernte mit Korb benötigt die selbe Zeit, so dass sich kein Vorteil des einen oder anderen Verfahrens ableiten lässt.

In den Untersuchungen wurden keine Neben- und Erholzeiten berücksichtigt, so dass der in der Praxis benötigte Arbeitskräftebedarf pro ha höher ausfällt.

## Zusammenfassung

Die Ernte und das Aufbereiten von Bleichspargel sind sehr arbeitsintensiv und mit beträchtlichen Kosten verbunden. Das Ziel dieser Untersuchungen war es, Verfahrensprinzipien für das Ernten und Sortieren aus arbeitswirtschaftlicher und ergonomischer Sicht zu bewerten.

Die Art des Spargelstechens, d.h. die benötigte Anzahl von Griffen für das Aufgraben, Stechen und wieder Verschließen, hat einen großen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf. Ungeschulte Arbeitskräfte benötigen deutlich länger für das Stechen einer Stange Spargel als geschulte, gut motivierte Arbeiter.

Seit wenigen Jahren werden ein bis zu fünfreihige teilmechanische Erntehilfen angeboten, um die Spargelernte unter schwarz/weißer Folie zu vereinfachen. Die Folienarbeit und der Transport des Spargels aus der Anlage entfallen. Hierdurch kann bei teilmechanisierten Ernteverfahren im Vergleich zur Handernte mit Korb ein Zeitvorteil von 2 bis 3,5 h/ha je Erntedurchgang unabhängig vom Ertrag erzielt werden. Zudem reduziert sich die körperliche Belastung für die Arbeitskräfte. In Zeiten mit hohem Ertrag können noch zusätzliche Einsparungen von etwa 2 h/ha auftreten, da das mehrmalige Entleeren der vollen Stechkörbe bei langen Reihen entfällt. In Prozent ausgedrückt, sind somit Einsparungen je nach Ausgangsbedingungen zwischen 20 und 50 % der Gesamtarbeitszeit durch teilmechanische Erntehilfen möglich. Der Einsatz von Spargelerntehilfen ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn hohe Erträge vorliegen, lange Dämme vorhanden sind, blind gestochen wird und der Boden nicht zu schwer ist.

**Schlüsselwörter:** Bleichspargel, Ernte, Mechanisierung, Arbeitszeitbedarf

## Résumé

### Récolte en partie mécanique d'asperges blanches

La récolte et le conditionnement des asperges blanches demandent beaucoup de travail et leur coût est très élevé. Les présentes études avaient pour but d'évaluer les différents procédés de récolte et de tri du point de vue ergonomique et du point de vue de l'organisation du travail.

Le mode de ramassage des asperges, c.-à-d. le nombre d'opérations nécessaires pour dégager, sectionner et reboucher la terre, exerce une grande influence sur le temps de travail nécessaire. La main-d'oeuvre qui n'est pas formée a besoin de nettement plus de temps pour la récolte que des ouvriers motivés et bien formés.

Depuis quelques années, il existe des outils de récolte en partie mécanique de un à cinq rangs, pour faciliter la récolte d'asperges sous film noir/blanc. Le travail du film et le transport des asperges depuis l'installation disparaissent. Par rapport à la récolte manuelle dans des paniers, le procédé de récolte partiellement mécanique peut permettre d'économiser entre 2 et 3,5 h/ha à chaque passage, indépendamment du rendement. Par ailleurs, ce système permet de réduire la part de travail physique de la main-d'oeuvre. Dans les périodes de pointe de la récolte, ce système permet encore de réaliser des économies supplémentaires d'environ 2 h/ha, car il n'est plus nécessaire de vider les paniers plusieurs fois lorsque les lignes sont longues. Exprimé en pourcentages et en fonction des conditions initiales, cette mécanisation partielle permet d'économiser entre 20 et 50 % du temps de travail total. L'utilisation d'outils d'appui est particulièrement avantageuse pour la récolte d'asperges lorsque les rendements sont élevés, lorsque les lignes sont longues, lorsqu'on coupe à l'aveuglette et lorsque le sol n'est pas trop lourd.

## Summary

### Semi-automatic harvesting of white asparagus

Harvesting and sorting white asparagus is labour- and cost-intensive. The aim of this project was to assess harvesting and sorting methods from a work economics and ergonomic point of view.

The way the asparagus is harvested, i.e. the number of movements required to dig up and cut the spear, then close the hole, greatly influences the amount of time required. Untrained workers take considerably longer to harvest an asparagus spear than trained and highly motivated workers.

For only a few years now, semi-automatic one- to five-row harvesting systems have been available to simplify the asparagus harvest under black/white film. Handling the plastic film and transporting the asparagus from the facility is no longer necessary. In addition, semi-automatic harvesting systems allow the reduction of labour time by 2 to 3.5 h/ha per harvesting passage, as compared to hand-harvesting with the basket. In times of high yield, an additional 2 hours

could be saved per ha, as the frequent emptying of filled baskets in the case of long ridges is no longer necessary. Depending on the individual conditions, between 20 and 50 % of total working time can be saved thanks to semi-automatic harvesting systems. The use of such systems is particularly advantageous in case of high yields, long ridges, 'blind' cutting, and not-too-heavy soil.

**Keywords:** white asparagus, harvest, mechanization, working-time requirement

## **Literatur**

Boonen, P., 2001: Spargel- Von der Heilpflanze zur Delikatesse, Hrsg. P. Boonen.

Geyer, M.; Jakob, M.; Tischer, S.; Rohlfing, H.-J.: Bewertung verschiedener Ernteverfahren für Bleichspargel. Landbauforschung Völkenrode FAL Agricultural Research, 13. Arbeitswissenschaftliche Seminar, Sonderheft 243, S. 47-52.

# Gefährdungsbeurteilung in der Praxis - Akzeptanz durch aktives Beurteilen -

*Michael Holzer, Land- und forstwirtschaftliche Sozialversicherung Niederbayern/Oberpfalz und Schwaben, D-84036 Ländshut*

## Gesetzliche Verpflichtung

Betriebe mit Arbeitnehmern sind verpflichtet deren Arbeitsplätze zu beurteilen, geeignete Maßnahmen zur Verbesserung von Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz durchzuführen und diese auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen.

Bei mehr als zehn Arbeitnehmern ist das schriftlich zu dokumentieren.

Das wird vom Unternehmer durch die Paragraphen 5 und 6 des Arbeitsschutzgesetzes gefordert.

Die Forderung zur Beurteilung von Arbeitsplätzen stellt die Land- und forstwirtschaftliche Berufsgenossenschaft für nicht ständig im Betrieb Beschäftigte, z.B. Saison-Arbeitskräfte in ihrer Unfallverhütungsvorschrift 1.2 „Sicherheitstechnische und Arbeitsmedizinische Betreuung“.

## Versicherter Personenkreis

Welchen Unternehmer, bzw. Kundenkreis betreut die Land- und forstwirtschaftliche Berufsgenossenschaft Niederbayern/Oberpfalz und Schwaben - wer ist zur Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung verpflichtet?

Betreut werden knapp 200.000 Versicherte landwirtschaftliche Unternehmen.

Davon sind

- ca. 3.000 Betriebe mit einem Arbeitnehmer (z.B. Lehrbetriebe)
- ca. 3.000 Betriebe mit Saison-Arbeitskräften (z.B. Hopfen- und Gemüseanbaubetriebe) und
- ca. 20 Betriebe mit mehr als zehn Arbeitnehmern (z.B. große Geflügel- und Forstbetriebe).

Von den letzteren wurde die Land- und forstwirtschaftliche Berufsgenossenschaft Niederbayern/Oberpfalz und Schwaben um Hilfe bei der Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen gebeten.

Ausgearbeitet wurden seitdem die Gefährdungs-/Belastungskataloge „Geflügelwirtschaft“, „Hopfenanbau“ und „Forstwirtschaft“.

## Zielsetzung

Welche Ziele stehen für die Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft Niederbayern/Oberpfalz dabei im Vordergrund?

- Die Gefährdungsbeurteilung muss ein echtes Werkzeug sein, zur Verbesserung der Arbeitssicherheit und Förderung des Gesundheitsschutzes.
- Die Gefährdungsbeurteilung muss so attraktiv sein, dass sie auch von den landwirtschaftlichen Unternehmen genutzt wird, die gesetzlich nicht dazu verpflichtet sind.
- Die Gefährdungsbeurteilung muss den gesetzlichen Anforderungen genügen.

## **Anforderungen an die Gefährdungsbeurteilung**

Welche Anforderungen werden demnach an eine Gefährdungsbeurteilung gestellt und wie werden sie erfüllt?

### **Nutzen**

Für den Anwender muss ein Nutzen zur Bearbeitung und Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung erkennbar sein.

Der Nutzen kann sein:

- Mehr Sicherheit und Gesundheitsschutz für den Unternehmer, seine Familie und Saison- bzw. Fremdarbeitskräfte
- Kostenersparnis durch ungestörten Arbeitsablauf
- Zeitersparnis wegen praktischer Sicherheitseinrichtungen
- Erhöhung des Arbeitskomforts
- Imagegewinn
- Erfüllung der gesetzlichen Pflichten
- Mehr rechtliche Sicherheit

### **Eigenes Beurteilen**

Mit Hilfe der Beurteilungs-Matrix (R. Skiba, 1994, S. 75 f. – verändert nach Nohl) muss der Unternehmer seine Gefährdungen selbst beurteilen. Durch das Qualifizieren der einzelnen Gefährdungen in eine von vier Risikogruppen wird die Dringlichkeit der Maßnahmen bestimmt.

Es ist zu beobachten, dass der Unternehmer durch die Arbeit, mit der Gefährdungsbeurteilung mit Beurteilungsmatrix für die vorhandenen Gefährdungen deutlich sensibilisiert wird. Er erkennt seine Verantwortung zur Minimierung des Risiko-Potentials.

Das selbständige Beurteilen fördert die Akzeptanz der Anwendung der Gefährdungsbeurteilung und die Umsetzung von Maßnahmen.

## **Einfache Handhabung**

Die Gefährdungsbeurteilungen wurden gegliedert in Arbeitsbereiche mit verschiedenen Tätigkeiten.

Auf die exakte praxiswirkliche Benennung der Tätigkeiten wurde besonderer Wert gelegt. Das dient der Wiedererkennung des Unternehmers mit seinem tatsächlichen Betriebsablauf.

Es wurde versucht die auszufüllenden Arbeitsblätter möglichst übersichtlich mit wenig Spalten zu gestalten. So wurde z. B. darauf verzichtet, jeweils die gesetzliche Grundlage zu benennen.

Derzeit wird darüber nachgedacht, auch auf die Spalte zur Klassifizierung der Gefährdungen zu verzichten.

Als für den Praktiker hilfreich und nachvollziehbar hat sich die Benennung der Gefährdungen in Frageform herausgestellt.

Die Beurteilungs-Matrix wurde herausklappbar in die hintere Umschlagseite eingearbeitet. Damit kann sie beim Ausfüllen der Arbeitsblätter ohne Umblättern eingesehen werden.

Wegen der besseren Handlichkeit, wurden die Gefährdungsbeurteilungen als Geheft in der Größe DIN A 5 gebunden.

## **Aufmachung**

Die Aufmachung der Broschüre im vierfarbigen Druck mit Bildern aus der Praxis, ist ansprechend. Die Darstellung von Tätigkeiten mit farbigen Bildern zu Beginn jedes Arbeitsbereiches dient der Wiedererkennung des Unternehmers mit seinem Betriebsalltag.

Wurde in den beiden ersten Gefährdungskatalogen – Gefährdungs-/Belastungskatalog „Geflügelwirtschaft“ und „Hopfenanbau“ – mit einem Bild zu jedem Arbeitsbereich gearbeitet, so wurden im dritten Katalog zwei Bilder eingebaut.

Das wird bei weiteren Gefährdungskatalogen beibehalten.

## **Zusammenfassung**

Bestimmte landwirtschaftliche Betriebe sind laut Arbeitsschutzgesetz §§ 5 und 6 und/oder der Unfallverhütungsvorschrift 1.2 „Sicherheitstechnische und Arbeitsmedizinische Betreuung“ zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung verpflichtet.

Die Land- und forstwirtschaftliche Berufsgenossenschaft Niederbayern/Oberpfalz und Schwaben hat seinen versicherten Betrieben hierzu Hilfestellung geleistet.

Ziel bei der Ausarbeitung von Gefährdungsbeurteilungen war es, Gefährdungs-/Belastungskataloge zu erstellen, die so attraktiv sind, dass sie auch von den Betrieben genutzt werden, welche gesetzlich nicht dazu verpflichtet sind.

Dies erfordert besondere Anforderungen an die Gefährdungsbeurteilung: Nutzen vermitteln, den Unternehmer selbst beurteilen lassen, die einfache Handhabung und eine ansprechende Gestaltung standen dabei im Vordergrund.

Die Änderung von verschiedensten Betriebsabläufen als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung gibt diesem Konzept Recht.

## Résumé

### **Evaluation des risques dans la pratique – acceptation grâce à une évaluation active**

De par la loi sur la protection du travail §§ 5 et 6 et/ou de par la directive sur la prévention des accidents 1.2 «Suivi de la sécurité et de la médecine de travail», certaines exploitations sont tenues de procéder à une évaluation des risques.

Dans cette entreprise, la coopérative professionnelle des agriculteurs et des forestiers de Basse-Bavière//Haut-Palatinat et Souabe a apporté son aide aux exploitations qu'elle encadre.

L'évaluation des risques avait pour but d'établir un catalogue des risques/sollicitations aussi attrayant que possible de manière à ce qu'il soit également utilisé par les exploitations qui ne sont pas tenues de le faire par la loi.

Un tel objectif représente des exigences particulières en ce qui concerne l'évaluation des risques. C'est pourquoi le projet s'est imposé les priorités suivantes : exposer les avantages, laisser les chefs d'entreprise procéder à l'évaluation eux-mêmes, veiller à ce que l'utilisation soit simple et concevoir le catalogue en conséquence.

Le fait que des exploitations aient modifié plusieurs de leurs procédures suite à l'évaluation des risques justifie le concept.

## Summary

### **Risk assessment under practical conditions: acceptance through active assessment**

Certain farms are obliged to carry out a risk assessment according to the Occupational safety and health law §§ 5, § 6 and/or the Accident prevention regulation 1.2 ('Safety-related and industrial medical care').

The professional agricultural and forestry organization of Lower Bavaria/Upper Palatinate and Swabia supports its members in conducting this assessment.

Working on the risk assessment, the aim was to create risk/load catalogues which were so attractive that even those farmers not obliged by law to use them would do so. This implies special demands on the risk assessment, the major ones being: putting across the benefits, letting the farmer perform the assessment himself, easy handling, and an appealing presentation.

The modification of the most varied operating processes as a result of the risk evaluation confirms the usefulness of this concept.

## Verzeichnis der Teilnehmenden

<p><b>Friedrich Allinger</b> Land- und forstw. Berufsgenossenschaft Dr.-Georg-Heim-Allee 1 D-84036 Landshut AllingerF@landshut.lsv.de +49 (0)871 69 62 80</p>	<p><b>Prof. Dr. Hermann Auernhammer</b> TMU, Technik im Pflanzenbau Am Staudengarten 2 D-85354 Freising hermann.auernhammer@wzw.tum.de +49 (0)8161 71 34 42</p>
<p><b>Emil Blumauer</b> Bundesanstalt für Landtechnik Rottenhausersr. 1 A-3250 Wieselburg emil.blumauer@blt.bmlfuw.gv.at +43(0)7416-521 75-34</p>	<p><b>Dr. Christine Bürger</b> TU Dresden, Lehrstuhl Landmaschinen Mommsenstr. 13 D-01062 Dresden buerger@landmaschinen.tu-dresden.de +49 351 463 326 08</p>
<p><b>Ruedi Burgherr</b> BUL-agriss Picardiestrasse 3 CH-5040 Schöftland rudy@bul.ch +41 (0)62 739 50 40</p>	<p><b>Dr. Michel Dumondel</b> Institut für Agrarwirtschaft ETH-Zentrum CH-8092 Zürich michel.dumondel@iaw.agrl.ethz.ch +41 1 632 53 98</p>
<p><b>Dr. Jürgen Frisch</b> Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landw. e.V. Bartningstr. 39 D-64289 Darmstadt j.frisch@ktbl.de +49 (0)6151 7001-124</p>	<p><b>Mathias Funk</b> Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Bartningstr. 39 D-64289 Darmstadt m.funk@ktbl.de +49 (0)6252 7001-167</p>
<p><b>Dr. Martin Geyer</b> Institut für Agrartechnik Bornim e.V. Max-Eyth-Allee 100 D-14469 Potsdam geyer@atb-potsdam.de +49 (0)331 569 96 10</p>	<p><b>Ruedi Gnädinger</b> Landwirtschaftliche Beratungszentrale CH-8315 Lindau rudolf.gnaedinger@lbl.ch +41 (0)52 354 97 36</p>
<p><b>Dr. Hartmut Grimm</b> Agrartechnik Universität Hohenheim Garbenstr. 9 D-70599 Stuttgart grimm@uni-hohenheim.de +49 (0)711 459 2462</p>	<p><b>Johannes grosse Beilage</b> Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband Biohof Bakenhus Bakenhuser Esch 8 D-26197 Grossenkneten jbeilag@bakenhus.de +49 (0)4435 95 112</p>
<p><b>Dr. Bernhard Haidn</b> Institut für Landtechnik, Bauwesen und Um- welttechnik Vöttingerstr. 36 D-85354 Freising bernhard.haidn@lfl.bayern.de +49 (0)8161 71-3899</p>	<p><b>Franz Handler</b> Bundesanstalt für Landtechnik Rottenhauserstr. 1 A-3250 Wieselburg franz.handler@blt.bmlfuw.gv.at +43 (0)7416 52175</p>

<p><b>Dr. Eberhard Hartung</b>  Agrartechnik Universität Hohenheim  Garbenstr. 9  D-70599 Stuttgart  vtp440ha@uni-hohenheim.de  +49 (0)711 459 2507</p>	<p><b>Dr. Andreas Herrmann</b>  VDI-MEG  Graf-Recke-Str. 84  D-40239 Düsseldorf  herrmann@vdi.de  +49-(0)211-621 43 72</p>
<p><b>Dr. Jakob Hilfiker</b>  Spitzrütistr. 26  CH-8500 Frauenfeld  hilfiker.jakob@leUNET.ch  +41 (0)52 721 97 04</p>	<p><b>Dr. Torsten Hinz</b>  Technologie und Biosystemtechnik FAL  Bundesallee 50  D-38116 Braunschweig  torsten.hinz@fal.de  +49 (0)531 596 41 50</p>
<p><b>Michael Holzer</b>  LGB NB/Opf. und Schwaben  Dr. Georg-Heim-Allee 1  D-84036 Landshut  holzerm@landshut.lsv.de  +49 (0)871 696 471</p>	<p><b>Martina Jakob</b>  Inst. Agrartechnik Bornim e.V.  Max-Eyth-Allee 100  D-14469 Potsdam  mjakob@atb-potsdam.de  +49 (0)331-569 96 24</p>
<p><b>Dr. Margret Keck</b>  Agroscope FAT Tänikon  Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft  und Landtechnik  CH-8356 Ettenhausen  margret.keck@fat.admin.ch  +41 (0)52 368 33 12</p>	<p><b>Dr. Udo Kienle</b>  Agrartechnik Universität Hohenheim  Garbenstrasse 9  D-70599 Stuttgart  u-kienle@uni-hohenheim.de  +49 (0)711 159 28 15</p>
<p><b>Prof. Dr. Siegfried Kleisinger</b>  Agrartechnik Universität Hohenheim  Garbenstr. 9  D-70599 Stuttgart  kleisinger@uni-hohenheim.de  +49 (0)711 459 2515</p>	<p><b>Dr. Hardine Knuth</b>  WISOLA Humbolt-Universität  Luisenstrasse 56  D-10099 Berlin  hardine.knuth@agrar.hu-berlin.de  +49 (0)30 2093-6128</p>
<p><b>Prof. Dr. Hans Kögl</b>  Agrarökonomie und Verfahrenstechnik  Justus-von-Liebieg-Weg 7  D-18059 Rostock  koeg@auf.uni-rostock.de  +49 (0)381-498 20 85</p>	<p><b>Anja Krumm</b>  Agrartechnik Universität Hohenheim  Garbenstr. 9  D-70599 Stuttgart</p>
<p><b>Dr. Martin Kunisch</b>  Kuratorium für Technik und Bauwesen in der  Landwirtschaft e.V.  Bartningstr. 39  D-64289 Darmstadt  m.kunisch@ktbl.de  +49 (0)6151 7001-178</p>	<p><b>Dr. Werner Luder</b>  Agroscope FAT Tänikon  Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft  und Landtechnik  CH-8356 Ettenhausen  werner.luder@fat.admin.ch  +41 (0)52 368 32 51</p>

<p><b>Dr. Tarmo Luoma</b>  TTS Institut  P.O. Box 28  FI-00211 Helsinki  tarmo.luoma@tt.fi  +358 50 387 95 25</p>	<p><b>Fritz Marti</b>  Schweiz. Hochschule für Landwirtschaft  Länggasse 85  CH-3052 Zollikofen  fritz.marti@shl.bfh.ch  +41 (0)31 910 21 11</p>
<p><b>Prof. Dr. Walter Meier</b>  Agroscope FAT Tänikon  Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft  und Landtechnik  CH-8356 Ettenhausen  walter.meier@fat.admin.ch  +41 (0)52 368 31 31</p>	<p><b>Christoph Moriz</b>  Agroscope FAT Tänikon  Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft  und Landtechnik  CH-8356 Ettenhausen  christoph.moriz@fat.admin.ch  +41 (0)52 368 32 54</p>
<p><b>Wilhelm Pflanz</b>  Agrartechnik Universität Hohenheim  Garbenstr. 9  D-70599 Stuttgart  pflanzwi@uni-hohenheim.de  +49 (0)711 459-2506</p>	<p><b>Dr. Elisabeth Quendler</b>  Institut für Landtechnik  Uni für Bodenkultur  Peter Jordan Str. 82  A-1190 Wien  elisabeth.quendler@boku.ac.at  +43 (0)1 47654-350</p>
<p><b>Hans-Reinhard Rohlfing</b>  DLR Rheinpfalz  Wormser Strasse 111  D-55276 Oppenheim  hans-reinhard.rohlfing@dlr.rlp.de  +49 (0)6133 93 01 31</p>	<p><b>Matthias Rothmund</b>  TMU, Technik im Pflanzenbau  Am Staudengarten 2  D-85354 Freising  matthias.rothmund@wzw.tum.de  +49 (0)8161 71 39 33</p>
<p><b>Melanie Rullmann</b>  Augartenstr. 13  D-76703 Kraichtal-OA  melanie-rullmann@gmx.de  +49 (0)72 50 16 36</p>	<p><b>Stephan Scheuner</b>  Institut für Agrarwirtschaft  ETH-Zentrum  CH-8092 Zürich  stephsche@student.ethz.ch  +41 (0)79 606 99 84</p>
<p><b>Dr. Matthias Schick</b>  Agroscope FAT Tänikon  Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft  und Landtechnik  CH-8356 Ettenhausen  matthias.schick@fat.admin.ch  +41 (0)52 368 32 52</p>	<p><b>Sabine Schrade</b>  Agroscope FAT Tänikon  Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft  und Landtechnik  CH-8356 Ettenhausen  sabine.schrade@fat.admin.ch  +41 (0)52 368 33 56</p>
<p><b>Monika Schulz</b>  Beratungsring Arbeitswirtschaft  Wormser Strasse 111  D-55276 Oppenheim  monika.schulz@dlr.rlp.de  +49 (0)6133/926119</p>	<p><b>Edmund A. Spindler</b>  Nansenweg 3  D-59077 Hamm  edmund-a.spindler@gmx.de  +49 (0)2381 40 55 50</p>

<p><b>Christina Umstätter</b>  TMU, Technik im Pflanzenbau  Am Staudengarten 2  D-85354 Freising  christa.umstaetter@wzw.tum.de  +49 (0)8161 71 38 84</p>	<p><b>Jenifer Van der Maas</b>  LBBZ Arenenberg  Amriswilerstr. 50  CH-8570 Weinfelden  jenifer.vandermaas@kttg.ch  +41 (0)71 622 10 22</p>
<p><b>Dr. Andrea Wagner</b>  Landtechnik  Universität Bonn  Nussallee 5  D-53115 Bonn  andrea.wagner@uni-bonn.de  +49 (0)228-73-2391</p>	<p><b>Dr. Ludwig Weiershäuser</b>  Kuratorium für Technik und Bauwesen in der  Landwirtschaft. e.V.  Bartningstr. 39  D-64289 Darmstadt  l.weiersh@ktbl.de  +49 (0)6151 7001-162</p>
<p><b>Prof. Dr. Karl Wild</b>  HTW Dresden  Pillnitzer Platz 2  D-01326 Dresden  wild@pillnitz.htw-dresden.de  +49 (0)351 462-2110</p>	<p><b>Ruth Ziegler</b>  Landwirtschaftliche Beratungszentrale  CH-8315 Lindau  +41 (0)52 354 97 00</p>
<p><b>Matthias Zürcher</b>  Agroscope FAW Wädenswil  Eidg. Forschungsanstalt für Obst-,  Wein- und Gartenbau  CH-8820 Wädenswil  matthias.zuercher@faw.admin.ch  +41 (0)1 783 62 44</p>	

## Frühere Nummern der FAT-Schriftenreihe

Jahr	Nr.	Verfasser	Titel
1996	41	Meier B.	Vergleich landwirtschaftlicher Buchhaltungsdaten der Schweiz und der EU - Methodische Grundlagen.
1996	42	Rossier R.	Arbeitszeitaufwand im bäuerlichen Haushalt.
1997	44	Zimmermann A. et al.	Ammoniak: Kosten der Emissionsminderung.
1997	45	Weber R. (Redaktion)	Tiergerechte Haltungssysteme für landwirtschaftliche Nutztiere.
1997	46	Gaillard G. et al.	Umweltinventar der landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau.
1998	47	Kaufmann R. (Red.)	Elektronik in der Landtechnik.
1998	48	Van Caenegem L. et al.	Erdwärmetauscher für Mastschweine.
1998	49	Deiningner E.	Beeinflussung der aggressiven Auseinandersetzungen beim Gruppieren von abgesetzten Sauen.
1999	50	Mayer C.	Stallklimatische, ethologische und klinische Untersuchungen zur Tiergerechtheit unterschiedlicher Haltungssysteme in der Schweinemast.
2000	51	Van Caenegem L. und Wechsler B.	Stallklimawerte und ihre Berechnung.
2000	52	Heinzer L. et al.	Ökologische und ökonomische Bewertung von Bioenergieträgern.
2001	53	Kircher A.	Untersuchungen zum Tier-Fressplatz-Verhältnis bei der Fütterung von Aufzuchtferkeln und Mastschweinen an Rohrbreiautomaten unter dem Aspekt der Tiergerechtheit.
2002	54	Kaufmann R., Hütl G. (Redaktion)	Landtechnik im Alpenraum. 6. Tagung 15./16.5.2002 in Feldkirch
2002	55	Schnider R.	Gesundheit von Mastschweinen in unterschiedlichen Haltungssystemen.
2003	56	Hilty R. und Herzog D.	Wie teuer sind Milchviehställe wirklich?
2003	57	Ferjani A.	Équilibre sectoriel, équilibre général: Modélisation de l'impact de la libéralisation sur l'agriculture et l'économie tunisiennes (nur französisch).
2003	58	Loretz C.	Verhalten von behornen und hornlosen Ziegen im Laufstall am Fressplatz und im Liegebereich.
2004	59	Kaufmann R. (Red.)	Elektronik in der Landtechnik.
2004	60	Gysi M. (Red.)	Landwirtschaftliche Forschung auf der Faktorseite.
2004	61	Rossier R.	Familienkonzepte und betriebliche Entwicklungsoptionen.

Schriftenreihe von Agroscope FAT Tänikon  
der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik  
CH-8356 Ettenhausen

---

Arbeitswissenschaftliche Grundlagen bilden die Voraussetzung für eine verlässliche Bewertung von Arbeitsverfahren.

Durch die zunehmenden Kosten der menschlichen Arbeit wird die Nutzung von Rationalisierungspotenzialen immer dringender. Dies betrifft insbesondere auch das Betriebsmanagement. Dabei ergeben sich Fragen der Arbeitszeiterfassung und -dokumentation, sowie der Umsetzung in die Arbeitsplanung.

Die ergonomische Optimierung von Arbeitsplätzen und die Fragen zur Arbeitssicherheit betreffen schwerpunktmässig handarbeitsintensive Tätigkeiten z.B. in der Tierhaltung oder im Obst-, Wein- und Gemüsebau.

Das Seminar setzt die traditionelle Reihe der Arbeitswissenschaftlichen Seminare fort. Im Mittelpunkt stehen die Weiterentwicklung arbeitswissenschaftlicher Methoden, die Diskussion neuer arbeitswissenschaftlicher Verfahren und Forschungsansätze sowie die Interpretation neuer arbeitswirtschaftlicher Daten.

#### **Themenschwerpunkte:**

- Arbeitszeitermittlung
- Betriebsmanagement
- Arbeitsorganisation
- Kalkulations- und Bewertungssysteme
- Arbeitswissenschaftliche Methoden
- Arbeitsplatzbedingungen
- Arbeitssicherheit

---

**2004**

ISSN 0257-9200

2.2005 600 860129242

ISBN 3-9523054-3-X