



19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium des VDI-MEG Arbeitskreises Arbeitswissenschaften im Landbau



11. – 12. März 2014, Dresden



Bornimer Agrartechnische Berichte

Heft 83

Potsdam-Bornim / Dresden 2014

19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium des VDI-MEG Arbeitskreises Arbeitswissenschaften im Landbau

**11. – 12. März 2014
Dresden**

**Bornimer Agrartechnische Berichte
Heft 83**

Potsdam-Bornim / Dresden 2014

Herausgeber:

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam-Bornim

 (0331)-5699-0
Fax.: (0331)-5699-849
E-mail: atb@atb-potsdam.de
Internet: <http://www.atb-potsdam.de>

März 2014

Redaktion:

Dr. Martina Jakob

Typografische Gestaltung:

Andrea Gabbert

Herausgegeben vom Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) mit Förderung durch den Bund (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft BMEL), das Land Brandenburg (Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur MWFK).

Für den Inhalt der Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich.

Eine Weiterveröffentlichung von Teilen ist unter Quellenangabe und mit Zustimmung des Leibniz-Instituts für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. möglich.

ISSN 0947-7314

© Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., 2014

Inhaltsverzeichnis	Seite
Grußwort	5
Anforderungen an ein Zeitgliederungsschema in der Landwirtschaft <i>Winfried Fechner</i>	7
Weiterentwicklung der Zeitgliederung für landwirtschaftliche Arbeiten <i>Brigitte Winkler, Jürgen Frisch</i>	14
Einfluss der Hauptbearbeitungsrichtung auf die Arbeitszeit im Feldbau am Beispiel eines mitteldeutschen Großbetriebs <i>Winfried Fechner</i>	22
Arbeitszeitbedarf in der bäuerlichen Gästebewerbergung Arbeitswirtschaftliche Kalkulationsgrundlagen für den Agrotourismus <i>Karlheinz Rauter, Katja Heitkämper, Elisabeth Quendler, Matthias Schick</i>	35
Ergonomische Checkliste für die Landwirtschaft – eine Veröffentlichung des International Labour Office (ILO) <i>Martina Jakob</i>	49
Aerosoleinsatz als Maßnahme zur Emissionsminderung in Tierhaltungsanlagen zum Schutz der Tierbetreuer <i>Peter Muckenhuber, Maximilian Schuh, Josef Boxberger, Gerhard Moitzi</i>	54
Strategien zur Mitarbeitergesundheitsförderung in landwirtschaftlichen Milcherzeugungsbetrieben <i>Maxi Thinius</i>	64
Lebens- und Arbeitsqualität auf österreichischen Milchviehbetrieben <i>Agnes Strauss, Elisabeth Quendler, Werner Zollitsch</i>	71
Melktechnik auf österreichischen Fleckviehbetrieben <i>Verena Pold, Elisabeth Quendler, Martina Jakob</i>	84
Entwicklung eines Tools zur Durchführung einer arbeitswirtschaftlichen IST-Analyse in Milchviehbetrieben <i>Juliana Mačuhová, Bernhard Haidn</i>	92
Arbeitszeitbedarf für die Betreuung von Milchkühen in unterschiedlich gestalteten Special Needs Bereichen <i>Renate L. Dörfler, Sara Hackspacher, Matthias Schick, Heinz Bernhardt</i>	104
Nutzung von Herdenmanagement-Software in der Milchviehhaltung <i>Claudia Heinze, Bernhard Haidn, Heinz Bernhardt</i>	116
Methoden zur automatisierten Messung von Arbeitszeit in Gebäuden <i>Christoph Herzog, Matthias Schick</i>	123

Verfahrens- und Kostenentwicklung bei der Produktion von Einlegegurken	128
<i>Martin Geyer, Jelena Surdilovic</i>	
Einfluss der verfügbaren Feldarbeitszeit und der Arbeitszeitorganisation auf die Kalkulation des Zeitbedarfes für Arbeiten in der Feldwirtschaft	137
<i>Mathias Funk, Jürgen Frisch</i>	
Optimierungsansätze der Infield-Logistik im Mähdruschprozess	146
<i>Gabriel Streicher, Valentin Heizinger, Heinz Bernhardt</i>	
Einfluss der Umtriebszeit auf Arbeitszeitbedarf und Kosten der Ernte von Kurzumtriebsflächen	158
<i>Franz Handler, Emil Blumauer, Daniela Pezzolla, Ifz Francisco Josephinum</i>	
In der Reihe Bornimer Agrartechnische Berichte	170
sind bisher erschienen:	

Vorwort

"Unsre Vorfahren hielten sich an den Unterricht, den sie in ihrer Jugend empfangen, wir aber müssen jetzt alle fünf Jahre umlernen, wenn wir nicht ganz aus der Mode kommen wollen", schrieb im Jahre 1808 Johann Wolfgang von Goethe in „Die Wahlverwandtschaften“. Damit hat vor über 200 Jahren schon Goethe auf den „beständigen“ Wandel hingewiesen. Während seinerzeit die Veränderungen noch relativ gemächlich und wenig einschneidend verliefen und von den Menschen nicht allzu viel abverlangten, verläuft der Wandel heute sehr schnell und verändert Gesellschaft und Arbeitswelt grundlegend.

In den meisten Industriestaaten, vor allem in Deutschland, ist der demographische Wandel in der Gesellschaft nicht aufzuhalten. Laut EUROSTAT lag im Jahr 2001 in Deutschland der Anteil an den Erwerbstätigen der über 55-jährigen bei 37,9%, im Jahr 2011 betrug der Anteil der 55- bis 65-jährigen bereits 59,9%. Damit kommt es zu einer Verschiebung der Fähigkeiten und Leistungsparameter in der Arbeitswelt, wobei in manchen Disziplinen die Älteren besser abschneiden als die Jüngeren („Die Jungen sind zwar schneller, aber die Alten kennen die Abkürzungen“).

Ebenso wird die Digitalisierung der Arbeitswelt zu großen Herausforderungen führen. Informations- und Kommunikationstechnik bestimmen immer mehr den Arbeitsalltag. Auch in der Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau werden zunehmend Arbeitsvorgänge digitalisiert, standardisiert und vernetzt. So findet man z.B. auf landwirtschaftlichen Betrieben bereits eine Vernetzung der beteiligten Fahrzeuge einer Häckselkette vor oder eine vollständige Ablösung von Papierzetteln durch Smartphones, die nicht mehr nur der Datenerfassung sondern mittlerweile auch der Steuerung von Maschinen dienen. Im Gartenbau werden inzwischen auch Gemüsearten voll mechanisiert geerntet, die bis vor kurzem nur per Hand geerntet werden konnten. Die Automatisierung wird in den „grünen“ erreichen in den nächsten Jahren noch wesentlich schneller voranschreiten als bisher. Aufgrund dieser Vielzahl an technischen Weiterentwicklungen ist der Mensch tendenziell weniger physisch belastet, muss sich aber zunehmend psychischen Herausforderungen im Arbeitsprozess stellen.

Diesem allgegenwärtigen Wandel müssen die Arbeitswissenschaften entsprechend Rechnung tragen und ihn begleiten. Das 19. Arbeitswissenschaftliche Kolloquium soll hierzu einen Beitrag leisten. Es wird die großen Probleme nicht lösen können. Mit den Vorträgen werden aber Analysen der Ist-Situationen durchgeführt und Probleme konkretisiert. Dadurch zeigen sich Ansätze für die Weiterentwicklungen, die wir zur Begegnung mit den großen Herausforderungen brauchen.

Dresden, den 11. März 2014

Prof. Dr. Karl Wild
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

Dr. Martina Jakob
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.

Anforderungen an ein Zeitgliederungsschema in der Landwirtschaft

Winfried Fechner

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftliche Fakultät III, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Institutsbereich Agrartechnik

Den vielfältigen Anforderungen, denen die Menschen heute gegenüberstehen, kann nur durch ein sorgfältiges Zeitmanagement Genüge getan werden. Somit kommt es darauf an, die Zeit sinnvoll einzuteilen, um sie richtig zu nutzen.

Bei der Beurteilung von Arbeitsleistungen wird die Zeit in verschiedene Kategorien eingeteilt. Während in der Industrie hierfür u. a. der REFA richtungweisend ist, übernimmt diese Aufgabe in der Landwirtschaft, die durch ihre Besonderheiten eine eigenständige Zeitgliederung erfordert, das KTBL.

Im Folgenden sollen Anforderungen an Zeitgliederungsschema diskutiert werden.

1 Darlegung der Ziele

Im Zeitgliederungsschema sollte klar geregelt sein, für wen, wofür und wie genau die einzelnen Zeitanteile definiert werden. Ein Landwirt möchte beispielsweise ein solches Schema nutzen, um seine Arbeit bzw. seinen Betrieb einschätzen zu können. Den Landtechnikhersteller interessieren dagegen mehr funktionale Eigenschaften einer Maschine. Aktuell sind aus verfahrenstechnischer Sicht Mensch und Mehrmaschineneinsatz von Bedeutung. Zu klären ist auch, ob die Angaben zur Dauer von Ereignissen für die Planung, für die Kontrolle, zum Vergleich, als Vorgaben oder für eine Bewertung der Arbeitsleistung (Entlohnung) erfasst werden.

Es ist darzulegen, wie genau Teilzeiten ermittelt werden sollen. Eine grobe Untergliederung mit wenigen Teilzeiten verringert die Einarbeitungszeit in das Schema, setzt aber eine aufwendigere Definition voraus. Eine vielschichtige Untergliederung erhöht den Lernaufwand. Man gewährleistet mehr Informationen und die Teilzeiten lassen sich unter Umständen konkreter definieren.

Dem Nutzer sollte deutlich werden, wie abstrakt oder flexibel die Definitionen erfolgen und warum. Je abstrakter die Definition, desto mehr Arbeitsprozesse können abgebildet werden. Parallel dazu wird die Zuordnung der einzelnen Arbeitsschritte zu den definierten Teilzeiten schwieriger.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für Standards zur Zeitgliederung ist eine allgemeine Akzeptanz der Vorgaben. Deshalb sollten Systeme zur Zeitgliederung gut beschrieben und erläutert werden. Für die verschiedenen Anwender muss klar erkennbar sein, warum der Aufbau und die Struktur nur so und nicht anders sinnvoll sind. Allen, dem Pla-

ner, dem Forscher oder dem Anwender sollte bewusst sein, wie nützlich es ist, mit einer „Sprache“ zu sprechen.

2 Auswahl der Elemente

Elemente des Schemas können Teilzeiten und Zeitsummen sein, die dann Kennzahlen eines Untersuchungsobjektes darstellen. Bei einer Vorgehensweise nach dem Top-Down-Prinzip wird dazu je nach Ziel der Zeitgliederung eine bestimmte Anzahl Kennzahlen, im eigentlichen Sinne Zeitsummen, festgelegt. Bisher definiert u.a. das KTBL die vier Kennzahlen Hauptzeit, Grundzeit, Ausführungszeit und Gesamtzeit. Die Auswahl einer kleinen, überschaubaren Anzahl an Kennzahlen erscheint günstig, denn in den meisten Fällen werden je nach Anwender nur wenige Kennzahlen effektiv verwendet.

Anschließend können diese Kennzahlen in weitere gewünschte Teilzeiten untergliedert werden. Wie viele Untergliederungen gewählt werden, ist wiederum von den Vorgaben zur Genauigkeit abhängig.

3 Beispiele für mögliche Untergliederungen

Abstrakte Gliederung einer Arbeitsaufgabe

Eine Tätigkeit wird in einzelne, abstrakte Teilabläufe gegliedert. Das sind u.a.:

- Verrichtung der Hauptaufgabe und ggf. parallele zusätzliche Aufgaben,
- Vorbereitungsarbeiten, einmalig oder wiederkehrend bezogen auf den Tag,
- Nachbereitung, einmalig oder wiederkehrend bezogen auf den Tag,
- ablaufbedingte Wartezeiten,
- technische Störungen von zufälligem (Reparatur) und regelmäßigem Charakter (Wartung),
- funktionelle Störungen
- „Leerzeit“, in welcher ohne erkennbaren Grund nichts passiert,

Regionale Gliederung

Klassifizierung nach der räumlichen Lage

- Arbeiten im Beet, auf dem Schlag oder auf dem Vorgewende,
- Fahrten auf Feldwegen, Landstraßen, Fernverkehrsstraßen oder Autobahnen,

Ökonomische Gliederung

Gliederung in Abhängigkeit von der monetären Wirkung

- Zeitanteile mit positiver oder negativer finanzieller Bilanz,
- monetär neutrale Zeitanteile,
- ausschließlich Kosten verursachende Zeiten,
- Lohnkosten verursachende Zeitanteile

Funktionstechnische Gliederung

Untergliederung aus Sicht des Konstrukteurs

- volle Leistungsausschöpfung,
- Zeiten geringerer Leistung in Abhängigkeit von Organisation und Einsatzbedingungen,
- Stillstand durch äußere Einsatzbedingungen,
- Stillstand durch Funktionsuntüchtigkeit oder Defekte.

4 Anwender von Zeitgliederungsschemata

Der Betriebsleiter benötigt Informationen zum Leistungsvermögen von Verfahren, Maschinen und Geräten. Aus seinen Kenntnissen zum Arbeitsumfang muss er auf der Basis der Gesamtzeit die Zeiten für die verschiedenen Arbeitsgänge im Betrieb beurteilen können. Aus ökonomischer Sicht muss er zwischen den verschiedenen Produktionszweigen innerhalb des Betriebes Vergleiche ziehen und die Effektivität seiner Produktionsverfahren im Hinblick auf konkurrierende Betriebe bewerten.

Beim Kauf neuer Maschinen und Geräte muss der Betriebsleiter die bisherigen Schwachstellen im Betrieb und das Leistungsvermögen der neuen Maschinen standortbezogen einschätzen können. Dabei sind u. a. folgende Fragen zu beantworten: Welche Leistungen sind in der Hauptzeit, schlagbezogen und über den gesamten Tag hin möglich. Inwieweit sind neue und vorhandene Maschinen kompatibel und in vorgegebene Arbeitsabläufe integrierbar?

Informationsbedarf hat auch die Buchhaltung eines landwirtschaftlichen Betriebes. Hier benötigt man belastbare Daten zum Leistungsnachweis der Angestellten oder zum Umfang einer Dienstleistung (Lohnunternehmen, Maschinenring) bezüglich Zeitaufwand, Fläche, Volumen, Masse oder Stückzahl. Falls notwendig, basieren dabei die zugehörigen Zeitaufwendungen meist auf der Gesamtzeit. Zu regeln ist, welche Zeiten, bzw. für Tanken, Reparaturen, Pflege und Wartung den jeweiligen Aufgaben bzw. Kunden zuzuordnen sind. Kann oder soll ein Zeitgliederungsschema diese Zuordnungen unterstützen? Mit der weiteren Entwicklung von technischen Systemen zur automatischen

Aufzeichnung von auftragsbezogenen Maschinendaten werden entsprechende Abrechnungssysteme in Zukunft leichter umsetzbar.

Einen hohen Informationsbedarf haben Fragen zur Gestaltung von Arbeitsabläufen und Arbeitsverfahren. Neben einer methodisch fundierten Analyse der aktuellen Produktionsverfahren braucht der Betriebsleiter Daten zur Planung alternativer Lösungen. Hier liegt unter anderem ein Kompetenzbereich des KTBL. Für diverse Einsatzfälle stellt es kosten- und leistungsbezogene Informationen zur Verfügung. Da diese nicht vollständig standortbezogen sein können, benötigt der Landwirt als Planer Leistungsangaben auf der Basis unterschiedlicher Zeitsummen des Zeitgliederungsschemas, um die Daten auf die betrieblichen Verhältnisse hochrechnen zu können. Dazu ein Beispiel. In Abhängigkeit von der Arrondierung des Betriebes werden nicht nur Daten zu Aufwendungen in der Gesamtzeit, sondern auch schlagbezogene Angaben benötigt, um die territorialen Besonderheiten berücksichtigen zu können.

Im Bereich der verfahrenstechnischen Forschung ergeben sich die größten Anforderungen an eine Zeitgliederung. Detaillierte Einzelzeiten sollen die Arbeitsabläufe verständlich und Ursachen für Verlustzeiten erkennbar machen. Das heißt, dass auch Zeitanteile einzubeziehen sind, die dem Landwirt nicht zwingend bewusst sein müssen. Das sind beispielsweise ablaufbedingte Wartezeiten durch unvollständige Leistungsabstimmung in Transportketten, aber auch Zeiten eingeschränkter Leistungsausnutzung unter scheinbar gleichen Einsatzbedingungen. Es ist somit zu prüfen, wie eine gegenseitige Behinderung von Mähdreschern in einem Beet bei unterschiedlichen Modellen zeitlich dargestellt werden kann.

Neben der Unterstützung bei der Schwachstellenanalyse sollte auch eine Leistungseinschätzung neuer, bisher nur auf dem Papier verfügbarer Maschinen, Verfahren oder Arbeitstechniken möglich sein. Bzw. gibt es z.Z. noch keinen Mähdrescher mit mehr als 100 t/h Durchsatz. Bevor ein derartiger Mähdrescher entwickelt wird, ist zu prüfen, wie der Körnertransport zu gestalten ist. Ist es zweckmäßig einen derart leistungsfähigen Mähdrescher mit einem Bunker auszurüsten oder bietet sich das Parallelverfahren an? Sinnvoll ist es, die gefundenen Lösungen mit Hilfe von Simulationsmodellen zu verifizieren. Die zeitbezogenen Ergebnisse einer Simulation müssen sich dann an ein Zeitgliederungsschema anlehnen können, wobei das Zeitgliederungsschema die verschiedenen, parallel laufenden Arbeitszyklen aller beteiligter Personen, Maschinen und Geräte untersetzen sollte.

Weiterhin werden Vorgaben zur flexiblen Anpassung des Zeitgliederungsschemas gebraucht, wenn unbekannte bzw. selten angewendete Verlustzeiten logisch eingeordnet werden sollen.

Die ständig steigende Leistungsfähigkeit und dynamische Neuausrichtung der elektronischen Datenverarbeitung erfordert darüber hinaus, dass die zeitgliederungstechnische Basis der Planungsdaten zukunftssicher bleibt und falls notwendig, erweiterbar sein sollte.

Für eine große Akzeptanz eines neuen Zeitgliederungsschemas kann auch eine bestmögliche Unterstützung einer automatischen Zeiterfassung beitragen. Die Erfahrung zeigt, dass vor allem Zeiten in denen die Maschinen und Geräte aktiv sind, sich anhand von unterschiedlichen Maschinenzuständen gut erfassen lassen. Deshalb sollten zumindest für einen Teil der enthaltenen Teilzeiten feste Definitionen für bestimmte Maschinenzustände vorhanden sein.

Beispiele für die automatische Zuordnung von Maschinenzuständen zu Teilzeiten:

- Arbeitsverrichtungszeit: Die Arbeitsorgane bearbeiten den gewünschten Gegenstand. Individuell könnten Angaben, ob die Maschine voll ausgelastet ist, ergänzt werden.
- Wendezeit: Vom Zeitpunkt, an dem die Maschine den abgeschlossenen Bearbeitungstreifen verlässt, bis zur Einfahrt in den nächsten Bearbeitungstreifen. Ein Beetwechsel wird als Feldfahrt interpretiert.
- Rüstzeit: Ab Stillstand der Maschine bis zu ihrer Weiterfahrt. Es werden ein oder mehrere Arbeitsorgane oder Maschinenteile in eine andere Position gebracht. Zwischen Feld- und Straßenrüste kann unterschieden werden. Die Identifizierbarkeit der Rüstzeit kann in Zukunft durch vom Fahrer durch Knopfdruck ausgelöste, automatisch gesteuerte Maschinenanpassung deutlich verbessert werden.
- Be- und Entladezeit, Versorgungszeit: Die Maschine beendet ihre Arbeitsverrichtungszeit und bewegt sich zur Station bzw. wartet auf ein Versorgungsfahrzeug. Anschließend wird ihr Puffer erneuert (Vorratsbehälter/Bunker gefüllt oder entleert). Danach setzt die Maschine ihre Arbeit fort. Im Zeitgliederungsschema muss hier aber die Abgrenzung zu Feldfahrten und ablaufbedingten Wartezeiten (zyklische verfahrensbedingte Verlustzeiten) geregelt werden.
- Weiterhin lassen sich auch Teilzeiten für Feld- und Straßenfahrt, Beetwechsel, Einstellzeit, funktionelle Störungen in Abhängigkeit vom Maschinenzustand relativ einfach definieren.

5 Definition von Teilzeiten mit besonderen Eigenschaften

Menschliche Tätigkeit

Der wichtigste Faktor im Arbeitsprozess ist der Mensch. Eine Gliederung menschlicher Arbeit in Teilzeiten darf seine Würde nicht antasten. Das Spektrum der Tätigkeiten umfasst sowohl periodisch wiederkehrende Tätigkeiten mit wenigen Handgriffen, wie beim Melken als auch länger andauernde Arbeitsfolgen, wie bzw. die Vorbereitung und Bedienung eines Traktors zur Bodenbearbeitung.

Transportzeiten

Einen wesentlichen Anteil an den Arbeiten im Landwirtschaftsbetrieb stellen Umschlag- und Transportprozesse dar. Sollen Transportketten verfahrenstechnisch untersucht werden, so sind im Zeitgliederungsschema Zeitanteile für Beladen, Entladen, Lastfahrt, Leerfahrt, Kontrolle, verkehrstechnische und ablaufbedingte Wartezeit innerhalb des Transportzyklus mit auszuweisen.

Ver- und Entsorgungszeiten

Ein großer Teil der Arbeiten in der Landwirtschaft umfasst Ernte- und Ausbringerarbeiten. Dazu werden Bunker/Behälter z.T. regelmäßig gefüllt bzw. geleert. Wie können diese Vorgänge zur Erneuerung von Pufferkapazitäten in das Zeitgliederungsschema eingeordnet werden? Handelt es sich beispielsweise um eine Erstbefüllung und/oder reicht die Bunker- bzw. Pufferkapazität für einen ganzen Arbeitstag aus (Einzelkornaussaat Zuckerrüben), so ist der Beladevorgang nicht mehr eindeutig von Vorbereitungs- und Rüstzeiten auf dem Hof zu unterscheiden. Ohne Probleme könnte diese Arbeit auf dem Hof außerhalb der witterungsbedingt möglichen Einsatzzeit durchgeführt und den Rüstzeiten am Ausgangsort gleichgesetzt werden. Zur Klärung derartiger Fragestellungen ist eine Diskussion mit den Anwendern des Zeitgliederungsschemas unerlässlich.

Taktzeiten

Beim Melken oder u. a. bei Umschlag- und Transportprozessen wiederholen sich Arbeitsfolgen regelmäßig. Die Hauptzeit des KLTBL deckt dabei wesentliche Zeitanteile ab. Wünschenswert ist es, wenn sich diese Hauptzeit in Taktzeiten, bzw. für einen Umlauf der Transporteinheit, unterteilen ließe. Im Besonderen für die Simulation landwirtschaftlicher Prozesse ist eine entsprechende Definition notwendig.

6 Plattform im Internet

Den Anwendern könnte die Arbeit mit dem Zeitgliederungsschema wesentlich erleichtert werden, wenn vorgefertigte Beispiellösungen für häufige genutzte Anwendungsfälle geboten werden. Einzelnen Arbeitsaufgaben, wie der Bodenbearbeitung, dem Transport, dem Melken usw. werden dazu beispielhaft Teilzeiten zugeordnet. Auf der Basis eines WIKI-Systems könnte eine internetbasierte Plattform eine breite Diskussions- und Informationsbasis bieten.

7 Kennzahlen in Abhängigkeit vom Anwender

Da die Wünsche und Anforderungen der Nutzer einer Zeitgliederung sehr verschieden sind, erscheint ein starres, allgemeingültiges Schema zur Summenbildung nicht zweckmäßig.

Als Lösung wird deshalb vorgeschlagen, aus einer Vielzahl von definierten Teilzeiten, anwenderspezifische Zeitsummen zu definieren bzw. Kennzahlen zusammenzufassen. So können für Landtechnikhersteller, Landwirte, Berater usw. unterschiedliche Zeitsummen, die auf einheitlichen Teilzeiten basieren, ermittelt werden.

Hinsichtlich der Definition der notwendigen Teilzeiten erscheint ein Konsens einfacher erreichbar. Eine Leerfahrt z.B. charakterisiert sich durch einen leeren Puffer. Das Wenden ist eine wiederkehrende Vorbereitung auf den nächsten Arbeitsvorgang.

8 Beispiele für Zeitsummen

- Arbeitsverrichtungszeit = Arbeitsverrichtungszeit im engeren Sinne + Kontrollzeit
- Arbeitsverrichtungszeit = Beladezeit + Kontrollzeit + Lastfahrtzeit Transport + Entladezeit + Leerfahrtzeit Transport
- Hauptzeit = Arbeitsverrichtungszeit + Wendezeit + ablaufbedingte Wartezeit + Bunkerzeit (Puffererneuerungszeit) + arbeitsbedingte Erholungszeit + Einstellungszeit
- Taktzeit = Hauptzeit / Umlauf
- Taktzeit = Hauptzeit / Melkung
- Feldarbeitszeit = Hauptzeit + Rüsten am Arbeitsort (innerhalb der Arbeitsvor- und Arbeitsnachbereitungszeiten)
- Maschinenzeit = Feldarbeitszeit + funktionelle und technische Störzeiten
- Gesamtzeit = Hauptzeit + Störzeit + Nebenzeit

9 Zusammenfassung

Das Zeitgliederungsschema sollte:

- ◆ eine deutlich erkennbare Zielsetzung formulieren,
- ◆ eine Vielzahl von Anwendern unterstützen,
- ◆ sich durch andere Bezeichnungen und Indizes von vorhandenen Zeitgliederungsschemata abgrenzen,
- ◆ gut erlernbar sein,
- ◆ einen logischen Aufbau, eine durchschaubare Gliederung und eine eindeutige Definition der einzelnen Teilzeiten aufweisen,
- ◆ für Anwender auch vorgefertigte Beispiellösungen für häufige genutzte Anwendungsfälle bieten,
- ◆ die Zuordnung zu Teilzeiten nach einem klaren Entscheidungskriterium, bsw. zyklisch, einmalig oder zufällig fordern,
- ◆ den Beginn und den Endzeitpunkt einer Teilzeit genau definieren,
- ◆ ausgehend von Maschinen- und Prozesszuständen Teilzeitdefinitionen liefern, die in automatisch arbeitenden Systemen angewendet werden können,
- ◆ anwenderspezifische Zeitsummen bzw. Prozesskennzahlen definieren,
- ◆ allgemeine Akzeptanz erreichen.

Weiterentwicklung der Zeitgliederung für landwirtschaftliche Arbeiten

Brigitte Winkler¹, Jürgen Frisch²

Vorsitzende¹ und Geschäftsführer² der KTBL-Arbeitsgruppe Arbeitswirtschaftliche Grundlagen

Zusammenfassung: Basierend auf einer Analyse der bestehenden Zeitgliederungen und ihrer Schwachstellen wird eine neue Zeitgliederung vorgestellt, die gemäß den Forderungen nach Anwendbarkeit für alle Arbeitsvorgänge in der Landwirtschaft, nach Überschaubarkeit, nach gleichzeitiger Betrachtung von Mensch und Arbeitsmittel, für die sensorgestützte Datenerhebung sowie nach weiterer Differenzierbarkeit im Bedarfsfall entwickelt wurde.

1 Einleitung

Die Zeitgliederung ist nach HAMMER 1997 die systematische Unterteilung der Zeit für einen Arbeitsvorgang. Er unterscheidet die finale Zeitgliederung, diese gliedert nach dem Arbeitszweck, z. B. Hauptarbeit, Nebenarbeit, und die kausale Gliederung, bei der die funktionale Abhängigkeit der Zielgröße, z. B. der Arbeitszeitbedarf, bestimmt wird. Finale Gliederungen sind u. a. von RÖHNER 1956, KTBL 2000, REFA 1971 und in einer DIN-Veröffentlichung vergleichbaren Fachbereichsstandard TGL 80 - 22289 1970 entwickelt worden.

Die Zeitgliederung ermöglicht es, die Arbeit systematisch zu beschreiben und zu analysieren. Ihre Detailliertheit beeinflusst den Genauigkeitsgrad der Betrachtung der Arbeit. Die Beschreibung der einzelnen Ablaufarten bildet zum Beispiel die Grundlage für die Bestimmung der Arbeitselemente für die Arbeitszeiterhebung. Gleichmaßen wird die Zeitgliederung eingesetzt für die Bildung von Kennzahlen und für die Kalkulation von Planzeiten für Arbeitsvorgänge. Auch die Arbeitsplanung mit dem Ziel der optimalen Auslastung von Maschinen und Arbeitszeit erfordert eine nachvollziehbare und stimmige Gliederung der Arbeitsabläufe in ihrem Umfeld.

REFA 1971 beschreibt den grundsätzlichen Aufbau der Gliederung von Arbeitsabläufen und unterscheidet dabei Gliederungen nach dem Arbeitszweck oder nach der Beeinflussbarkeit des Zeitaufwandes bzw. Gliederungen, die die Arbeitskraft, das Betriebsmittel oder der Arbeitsgegenstand zum Gegenstand haben. Diese einzelnen Betrachtungen können sich dabei überlagern.

2 Bekannte Zeitgliederungen nach Ablaufarten

Betrachtet wird nachfolgend die Gliederung nach Ablaufarten, wie zum Beispiel Rüsten und Ausführen. Nicht angesprochen wird die Gliederung nach Ablaufabschnitten, dies

können sein Arbeitsvorgang, Arbeitsteilvorgang bis zum Arbeitselement (siehe hierzu u.a. AUERHAMMER & SCHÖN 1977 und SCHICK 1995).

Die Entwicklung der Landarbeitslehre zu einer selbstständigen Disziplin wurde maßgeblich von DERLITZKI, der 1920 bis 1934 an der Versuchsanstalt für Landarbeit in Pommritz bei Bautzen wirkte, und von RIES, der 1927 das Versuchsgut für Landarbeit in Bornim gründete, geprägt. Zur Verbesserung der Zeitstudien wurde von v. BISMARCK & BUCHHOLZ 1931 ein erster allgemein gültiger Gliederungsvorschlag mit den Elementen Rüstzeit, Hauptzeit, Nebenzeit, Verlustzeit erstellt. Ab Mitte der 1950er Jahre wurde diese Gliederung von verschiedenen Autoren weiterentwickelt, wobei den beiden nachstehenden die größte Bedeutung erfahren haben dürften.

2.1 Zeitgliederung des KTBL

Die Gliederung des KTBL (**Abbildung 1**) betrachtet die Arbeitskraft und die Arbeitsmittel (Maschinen und Anlagen). Sie unterscheidet die Zeitarten Hauptzeit, Wendezeit, Versorgungszeit, Verlustzeit, Wartezeit sowie Rüst- und Wegezeit.

Während der Hauptzeit wird eine planmäßige, unmittelbar der Erfüllung der Arbeitsaufgabe dienende Tätigkeit verrichtet. In der Nebenzeit wird eine planmäßige, aber nur mittelbar der Arbeitsaufgabe dienende Tätigkeit ausgeführt. In dieser Gliederung ist die Nebenzeit unterteilt in Wendezeit, in der Regel das Wenden des Arbeitsgerätes am Feldende, und die Versorgungszeit, zum Beispiel das Befüllen des Arbeitsgerätes mit Betriebsmitteln oder das Entleeren des Behälters mit dem Erntegut.

Gesamtzeit			
Ausführungszeit und Wartezeit			Rüst- und Wegezeit
Ausführungszeit		Wartezeit	
Grundzeit		Verlustzeit	
Hauptzeit	Nebenzeit		
	Wenden	Versorgen	

Abbildung 1: Zeitschema des KTBL

Die verbleibenden Zeitanteile stellen Störungen dar oder dienen dazu, das Arbeitsgerät funktionsfähig zu machen bzw. zu erhalten (Rüstzeit) und zum Arbeitsort bzw. zum Ausgangsort zu gelangen (Wegezeit). Die Verlustzeit umfasst Zeitanteile, in denen die Tätigkeit störungsbedingt unterbrochen werden muss. Während der Wartezeit ist die Tätigkeit arbeitsablaufbedingt unterbrochen, zum Beispiel bei abhängigen Teilarbeiten in einer Prozesskette.

Durch Addition der einzelnen Zeitarten werden Zwischensummen und letztlich die Gesamtzeit gebildet. Dieses Zeitschema wird in der Regel auf Arbeitsvorgänge angewandt, kann sich jedoch auch auf Teilarbeiten bzw. höhere Aggregationsebenen wie Produktionsverfahren beziehen. Zur Bewertung von Gruppenarbeit ist auch die Anwendung auf komplexe Arbeiten (Mehrmaschinenarbeit/ Komplexarbeit) bekannt.

2.2 Zeitgliederung nach Fachbereichsstandard TGL 22289

Der Fachbereichsstandard TGL 22289 (**Abbildung 2**) wurde in der ehemaligen DDR für die Prüfung land- und forsttechnischer Arbeitsmittel sowie für das Arbeitsstudium, die Arbeitsgestaltung und die Arbeitsnormung in einer verbindlichen Regel vergleichbar einer DIN niedergelegt. Im Vergleich zur KTBL-Gliederung umfasst sie ein weiteres Einsatzspektrum und ist deutlich differenzierter.

Ein Vergleich beider Gliederungen wurde von JÄGER 1991 vorgenommen. Wie in **Abbildung 1** dargestellt stimmen die Hauptzeit mit der reinen Arbeitszeit und die Nebenzeit mit der Hilfszeit weitestgehend überein, wobei die Fahrten am Arbeitsort vom KTBL nicht ausgewiesen werden, sondern einer der beiden Nebenzeiten zugeordnet werden. Die T31 bis T33 entsprechen den Rüstzeiten, T7 kann in den Rüstzeiten enthalten sein, jedoch auch außerhalb der Betrachtung der KTBL-Gliederung liegen. T41 und T42 entsprechen der Verlustzeit. Die Wartezeit umfasst T43, T44 und die Wegezeit die Zeiten T61 und T62. Die organisatorische Wartezeit wird durch T81 abgebildet. T82 und T83 werden in der KTBL-Gliederung nicht berücksichtigt.

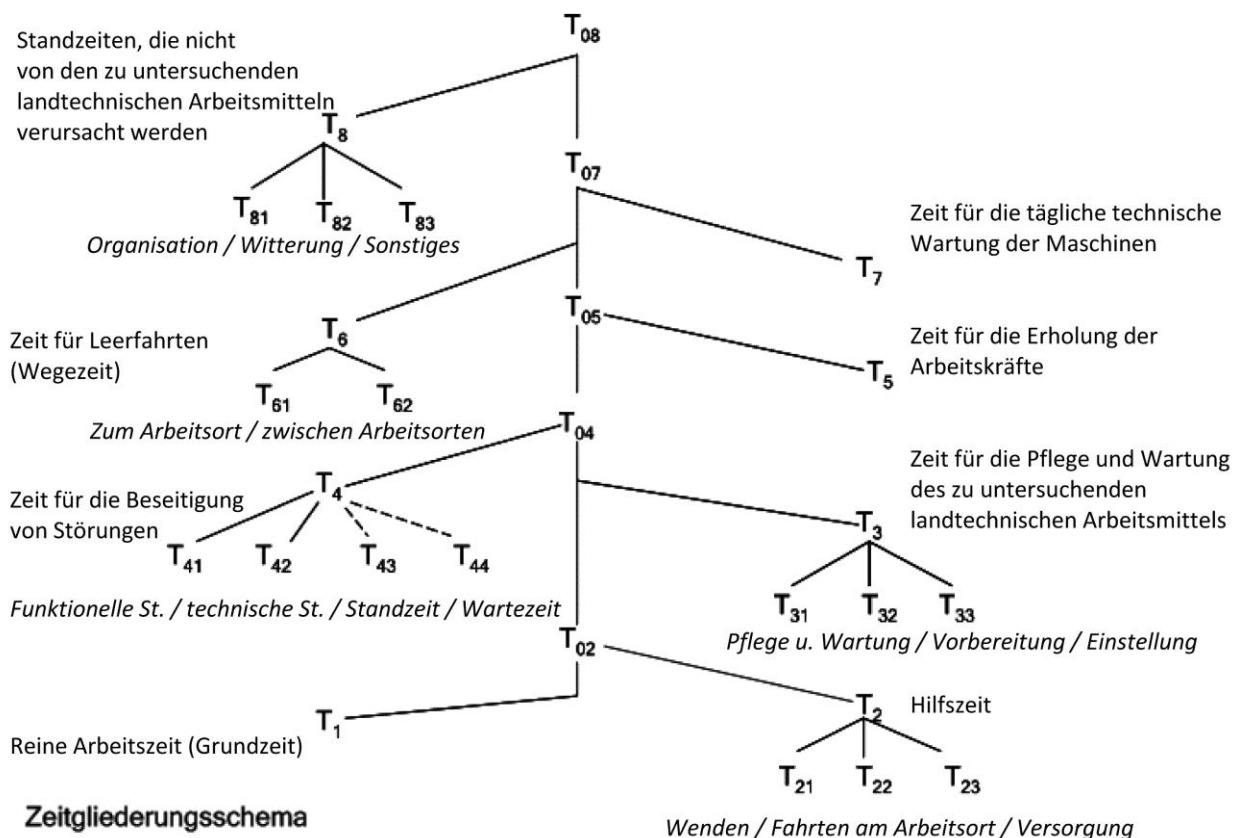


Abbildung 2: Zeitgliederung TGL 22289 1974, eigene Darstellung ergänzt

2.3 Weitere Zeitgliederungen nach Ablaufarten

Wie bei HERRMANN 1999 beschrieben, war die TGL 22289 für die Zeitanalyse in Transport- und Umschlagsarbeitsgängen zu wenig differenziert. Eine erste Erweiterung wurde deshalb von SCHMID 1977 mit ergänzenden Zeitbezeichnungen vorgenommen, die sich in die Struktur einfügten. Ein weiteres Zeitgliederungsschema in Anlehnung an die TGL 22289 wurde von HAHN 1984 vorgestellt, das die Untergliederung der Kalenderzeit einschloss.

HERRMANN 1999 hat für seine Untersuchung von Transport- und Erntearbeitsgängen ebenfalls die TGL 22289 um Zeitarten erweitert, die die Analyse dieser Arbeitsgänge verbesserten. Weiterhin hat er vorgeschlagen, bei verknüpften Arbeitsgängen den jeweiligen Arbeitsgang durch einen zusätzlichen Buchstaben im Index der Gliederung zu kennzeichnen.

Auch SONNEN 2007 hat für die Simulation von Ernteprozessen eine auf der TGL 22289 basierende Zeitgliederung entwickelt, die auf das Arbeitsmittel bezogen ist und einen Feinheitsgrad umfasst, der für die Schwachstellenanalyse geeignet ist sowie eine automatisierte Prozessdatenerfassung ermöglicht. Die reine Arbeitszeit, die Störzeiten und die Fahrzeiten wurden von ihm weiter unterteilt.

3 Die neue Zeitgliederung der KTBL-Arbeitsgruppe Arbeitswirtschaftliche Grundlagen

3.1 Anlass

Die Verwendung von zwei teilweise übereinstimmenden grundsätzlich jedoch unterschiedlichen Gliederungsschemata für einen Sachverhalt erschwert die Verständlichkeit darauf basierender Ergebnisse und behindert die Nutzung von Untersuchungsergebnissen im jeweils anderen System. Die Vereinheitlichung wurde bereits von HERRMANN 1999 gefordert, wobei er auf die nicht optimale Struktur beider Gliederungen hinwies. Fechner 2012 sieht in der nur geringen Differenzierung der KTBL-Gliederung einen deutlichen Nachteil und Verbesserungsbedarf in der Abstimmung der TGL 22289 auf den landwirtschaftlichen Betrieb. Auch er fordert ein einheitliches Schema, das nicht zu kompliziert ist.

Bei den neueren Betrachtungen zur Zeitgliederung ist außerdem deutlich geworden, dass die bestehenden Gliederungen für die heute bestehenden und die zukünftig zu erwartenden automatischen Zeiterfassungsmethoden nicht geeignet sind.

Nicht zuletzt ist aus der Landtechnikindustrie in den letzten Jahren die Forderung nach einer einheitlichen Zeitgliederung laut geworden, die eine einheitliche Systematisierung der durch Sensoren erhobenen Daten ermöglicht und so auch aussagekräftige Leistungsvergleiche bis hin zu Einsatzplanungen ermöglicht.

Hieraus entstand der Auftrag an die Arbeitsgruppe, eine neue Zeitgliederung zu entwickeln, die im Wesentlichen:

- unkompliziert,
- ausreichend detailliert,
- erweiterbar,
- für alle landwirtschaftlichen Arbeiten geeignet und
- für automatisierte Datenerfassung geeignet

ist.

3.2 Die Zeitgliederung

Die Zeitgliederung umfasst drei Hauptebenen:

Hauptzeit t_1 , Störzeit t_2 und Nebenzeit t_3 .

t_1 – Hauptzeit – enthält alle Arbeiten, die für die Erledigung des Arbeitsauftrages im engeren Sinne erforderlich sind. Hierunter fallen die Arbeitsverrichtung, z. B. das Bearbeiten des Bodens mit dem Pflug, das Wenden des Arbeitsgerätes, das Be- oder Entladen, die auflaufbedingte Wartezeit, die Einstellungszeit, und in seltenen Fällen die arbeitsbedingte Erholungszeit wegen Erschöpfung durch Arbeitsbelastung.

t2 – Störzeit – umfasst ungeplante Unterbrechungen der Tätigkeit aufgrund funktionaler, technischer, organisationsbedingter oder witterungsbedingter Störungen und persönlicher Bedürfnisse.

t3 – Nebenzeit – umfasst planmäßige Tätigkeiten, die zur Herstellung und Erhaltung des Arbeitssystems und zur Wiederherstellung des Ausgangssystems erforderlich sind. Hierzu zählen das Befüllen der Arbeitsmittel mit Betriebs- und Hilfsstoffen, die Arbeitsvor- und die Arbeitsnachbereitung, die Wegezeit und die Wartungszeit der Arbeitsmittel.

Da der Detaillierungsgrad möglicher Untersuchungen nicht vorhergesehen werden kann, können die Elemente in der 4. und in weiteren Ebenen entsprechend des Untersuchungsziels weiter verfeinert werden.

Die Entwicklung dieser Zeitgliederung erfolgte unter Beteiligung der landtechnischen Industrie und ist im Hinblick auf ihre Eignung auch für die automatisierte Datenerfassung geprüft.

Gliederungsebene 1	Gliederungsebene 2	Gliederungsebene 3	Gliederungsebene 4
t1 Hauptzeit	t11 Arbeitsverrichtungszeit	t111 Arbeitsverrichtung im engeren Sinne t112 Lastfahrt t113 Leerfahrt t114 Kontrolle	t1121 am Arbeitsort t1122 Straße t1131 am Arbeitsort t1132 Straße
	t12 Wendezeit		
	t13 Be- und Entladezeit		
	t14 Ablaufbedingte Wartezeit		
	t15 Einstellungszeit		
	t16 Arbeitsbedingte Erholungszeit		
t2 Störzeit	t21 Funktionelle und technische Störzeit	t211 Funktionelle Störung t212 Technische Störung	
	t22 Organisationsbedingte Störzeit		
	t23 Witterungsbedingte Störzeit		
	t24 Persönliche Verteilzeit		
t3 Nebenzeit	t31 Versorgungszeit	t311 am Ausgangsort t312 am Arbeitsort	
	t32 Arbeitsvorbereitungszeit	t321 Rüsten t322 Arbeitsorganisatorische Absprache	t3211 am Ausgangsort t3212 am Arbeitsort t3221 am Ausgangsort t3222 am Arbeitsort
	t33 Arbeitsnachbereitungszeit	t331 Rüsten t332 Arbeitsorganisatorische Absprache	t3311 am Ausgangsort t3312 am Arbeitsort t3321 am Ausgangsort t3322 am Arbeitsort
	t34 Wegezeit		
	t35 Wartungszeit	t351 am Ausgangsort t352 am Arbeitsort	

Abbildung 3: Zeitgliederung des KTBL für landwirtschaftliche Arbeiten 2013

Die Bezeichnung der Zeitsummen lautet:

t1 = tH Hauptzeit

t1 + t2 = tP Prozesszeit

t1 + t2 + t3 = tg Gesamtzeit

4 Ausblick

Die vorgestellte Zeitgliederung hat sich in ersten praktischen Einsätzen bewährt. Sie liegt auch in englischer Sprache vor, so dass sie sowohl im Rahmen wissenschaftlicher Zeitanalysen, als auch der automatisierten sensorgestützten Datenerhebung wie auch zur Bereitstellung von Planungsdaten und zu Optimierungsanlässen eingesetzt werden kann. Die Ergebnisse werden als KTBL-Schrift veröffentlicht.

Literaturverzeichnis

- AUERHAMMER H., SCHÖN H. (1977):** Terminologie für die Arbeitszeiterfassung und Planzeitbearbeitung im Landbau. In: Landtechnik, 1977 (1), S. 27–30
- BISMARCK VON L., BUCHHOLZ H. (1931):** Methodik und Technik der Arbeitsbeobachtungen in der Landwirtschaft. Berlin: Paul Parey
- FECHNER W. (2012):** Entwurf eines neuen Zeitgliederungsschemas. Institut für Agrartechnik und Landeskultur, MLU Halle. Halle
- HAHN J. (1984):** Die Zeit in der Analyse und Synthese technologischer Prozesse. Habilitation. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin
- HAMMER W. (1997):** Wörterbuch der Arbeitswissenschaft. Begriffe und Definitionen. München: Hanser (REFA-Fachbuchreihe Betriebsorganisation)
- HERRMANN A. (1999):** Modellierung verfahrenstechnischer Bewertungskriterien bei unterschiedlicher Verknüpfung von Ernte- und Transportarbeitsgängen. Dissertation. Halle (Saale): Selbstverlag (Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI, 335)
- JÄGER P. (1991):** Zeitbedarf von Feldarbeiten. Berechnung der Teilzeiten für die Arbeit am Feld - Teil 2. In: Landtechnik, 1991 (H. 3)
- KTBL (Hg.) (2000):** Taschenbuch Landwirtschaft 2000/2001. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt
- REFA (Hg.) (1971):** Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Teil 2: Datenermittlung. München: Carl Hanser
- RÖHNER J. (1956):** Zur Methodik der Zeitstudie in der Landwirtschaft. Hamburg: Paul Parey (Landarbeit und Technik) (37), S. 45–90
- SCHICK M. (1995):** Arbeitswirtschaftliche Einordnung zeitgemäßer Haltungssysteme für Mastkälber. Dissertation. Ettenhausen, CH: Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT-Schriftenreihe, 39)
- SCHMID H. (1977):** Zeitgliederung für Transport und Umschlag in der Landwirtschaft. In: Agrartechnik : landtechnische Zeitschrift der DDR 27, 1977 (7), S. 297–300
- SONNEN J. (2007):** Simulation von Ernteprozessketten für Siliergüter. Dissertation. Berlin: Selbstverlag (Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI, 454)
- TGL 22289 (1974):** Zeitgliederung in der Land- und Forstwirtschaft. Begriffe, Kurzzeichen, Erläuterungen. Fachbereichsstandard der Deutschen Demokratischen Republik
- TGL 80 - 22289 (1970):** Zeitgliederung in der Landwirtschaft. Begriffe, Kurzzeichen, Erläuterungen. Fachbereichsstandard der Deutschen Demokratischen Republik

Einfluss der Hauptbearbeitungsrichtung auf die Arbeitszeit im Feldbau am Beispiel eines mitteldeutschen Großbetriebs

Winfried Fechner

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftliche Fakultät III, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Institutsbereich Agrartechnik

1 Aufgabenstellung

Die Optimierung der Fahrwege von Landmaschinen auf dem Schlag hat sowohl Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf als auch auf die Maschinenkosten. Zurzeit werden die Schläge in Deutschland meist in parallelen Streifen bearbeitet. Deren überwiegende Orientierung kann als Hauptbearbeitungsrichtung bezeichnet werden. Auf rechteckigen Schlägen ist diese überwiegend parallel der langen Seitenkante. Bei unregelmäßig geformten Schlägen ist die Wahl schwieriger. Wenn keine anderen Gründe dagegen sprechen, wählen die Landwirte die Hauptbearbeitungsrichtung parallel zu einer langen Seitenkante.

Mit der Entwicklung von GPS-basierten Lenksystemen entfallen die Schwierigkeiten beim Anlegen der ersten Bearbeitungsspur auf unübersichtlichem Gelände. Um eine optimale Ausrichtung der Pflanzenreihen zu erreichen, sind neben pflanzenbaulichen und auf dem Geländere Relief basierenden Faktoren auch arbeitswirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen. Im Folgenden soll im Vergleich zu HAMEED *et al.* 2011 und 2013 am Beispiel eines realen Landwirtschaftsbetriebes geklärt werden, wie sich die Bearbeitungszeiten in Abhängigkeit von der Hauptbearbeitungsrichtung verändern. Die sich ergebenden Informationen ermöglichen es dem Landwirt zu beurteilen, ob auf seinen Feldern die Bearbeitungsrichtung verändert werden sollte.

2 Methodik

Den Landwirt interessiert, bei welcher Hauptbearbeitungsrichtung der Schlag am schnellsten bearbeitet werden kann bzw. wie groß die zeitliche Einbuße bei einer Abweichung ist. Die eigentliche Bearbeitungszeit (Hauptzeit T_1) ergibt sich aus der Summe der Bearbeitungsdauer aller einzelnen Bearbeitungstreifen. Die Wendezeiten werden in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation kalkuliert. Dazu werden Weg-Zeit-Profile der im Betrieb eingesetzten Gerätekombinationen statistisch ausgewertet. Weiter würden der Zeitbedarf für Vorbereitungsarbeiten, Feldfahrten, Vorgewendebearbeitung usw. benötigt. Da die letztgenannten Zeiten jedoch nicht oder nur wenig von der Hauptbearbeitungsrichtung abhängig sind, soll auf diese verzichtet und zur Bestimmung der Zeitunterschiede nur die Hauptzeit T_1 , Wendezeiten T_{21} und die Grundzeit T_{02} auf der Hauptarbeitsfläche berücksichtigt werden. Eine weitere Einschränkung erfährt der Ver-

gleich dadurch, dass die Erntearbeiten ausgeklammert werden, da durch die Vielzahl der möglichen Ernteverfahren die Bewertung verkompliziert werden würde.

Nach Abzug der Vorgewendeflächen werden für die jeweilige Arbeitsrichtung alle zu bearbeitenden Fahrspuren, die notwendigen Bearbeitungszeiten und die Dauer der Wendevorgänge berechnet. Die Zeiten (Hauptzeit, Wendezeit, Grundzeit) werden für 360 verschiedene Richtungen separat aufsummiert (Formel 1, 2, 3) und später nach der Dauer der Grundzeit T_{02} sortiert.

Grundzeit (Bewertungszeit) T_{02} (1)

$$T_{02,r} = \sum_{g=1}^{GK} i_g \sum_{s=0}^{S_{r,g}} (T_{1,r,g,s} + T_{21,r,g,s})$$

Summe der Wendezeiten T_w (2)

$$T_w,r = \sum_{g=1}^{GK} i_g \sum_{s=0}^{S_{r,g}} T_{21,r,g,s}$$

$$T_{21,r,g,s} = f(g, \varphi) \quad (3)$$

$$T_{1,r,g,s} = f(v, l) \quad (4)$$

$r \in R$ Hauptbearbeitungsrichtung; $R = \{0; 0,5; 1; \dots; 179; 179,5\}$; $g \in GK$ Gerätekombination

$GK = \{\text{Stoppelbearbeitung; Bodenbearbeitung; Aussaat; Maissaat; Düngung; Pflanzenschutz}\}$

i_g = Einsatzhäufigkeit der Gerätekombination g , $\forall g \in GK$ in der Fruchtfolge

$S_{r,g}$ = Anzahl der Spuren für Gerätekombination g bei Hauptbearbeitungsrichtung r

$T_{1,r,g,s}$ = Hauptzeit T_1 der Gerätekombination g in Spur s bei Hauptbearbeitungsrichtung r

$T_{21,r,g,s}$ = Wendedauer der Gerätekombination g bei Spur s bei Hauptbearbeitungsrichtung r

φ Winkel zwischen Bearbeitungstreifen und Vorgewende.

l Länge des Bearbeitungstreifens s , v Geschwindigkeit der Gerätekombination g

Für einen typischen Landwirtschaftsbetrieb in Sachsen-Anhalt wurden dazu 16 verschiedene Schläge digitalisiert. Die Schläge besitzen unterschiedliche Umrisse und Flächengrößen zwischen 6 und 142 ha. Sie bilden mit ihren unterschiedlichen Eigenschaften die Basis, die Auswirkung auf den Wendezeitanteil zu quantifizieren. In **Tabelle 1** sind in Anlehnung an OKSANEN 2007 weitere charakteristische Parameter aufgeführt.

Tabelle 1: Charakteristische Parameter der untersuchten Schläge

Schlag-Nr.	Schlag-größe	Schlag-länge	Schlag-breite	Breite /Länge	Ecken-anzahl	Komp-aktheit	Recht-eckigkeit	Rechteck-breite	Rechteck-höhe
	ha	m	m	%	-	-	-	m	m
3	112	2012	1282	64	13	0,42	0,62	912	2001
4	27	937	555	59	6	0,64	0,7	470	816
5	121	1928	1639	85	9	0,72	0,68	1308	1368
6	12	522	433	83	3	0,64	0,53	454	496
7	142	2403	1412	59	15	0,48	0,5	1886	1520
9	30	1015	899	89	9	0,61	0,57	679	780
10	6	610	110	18	6	0,39	0,87	113	618
11	92	1338	1236	92	19	0,71	0,66	1163	1200
12	37	873	806	92	13	0,59	0,58	770	835
13	41	1136	619	54	16	0,56	0,59	623	1110
18	54	1448	619	43	11	0,56	0,82	464	1419
21	72	1453	1030	71	30	0,50	0,54	933	1418
22	22	955	567	59	20	0,39	0,52	531	805
23	36	921	704	76	24	0,51	0,73	625	779
24	25	1114	491	44	21	0,33	0,71	318	1085
25	19	835	507	61	14	0,41	0,55	490	702

Quelle: HELLER 2010

Die betriebstypischen Daten für die Arbeitsgeschwindigkeiten und die Dauer der Wendungen stammen vom selben Landwirtschaftsbetrieb. Mittels GPS-Datenlogger erfolgte eine Aufzeichnung von Weg-Zeit-Profilen der eingesetzten Geräte über einen längeren Zeitraum auf unterschiedlichen Schlägen. Mit dem Programm Wegeanalyse (**Abbildung 1**) wurden die einzelnen Teilzeiten bestimmt, statistisch ausgewertet und wesentliche Faktoren für die Dauer der Wendung ermittelt. Die untersuchten Maschinenkombinationen sind in **Tabelle 2** zusammengestellt.

Tabelle 2: In der Simulation genutzte Traktor-Geräte-Kombinationen und unterstellte Einsatzhäufigkeit innerhalb einer Fruchtfolge

Gerätekombination	Arbeitsbreite	Vorgewende-breite	Einsatz-häufigkeit
	m	m	
<u>Schwergrubber: Köckerling Vario 750</u>	7,5 (7,3 effektiv)	21,9	5
<u>Drillmaschine: Lemken Solitair 12</u>	12	24	3
<u>Kurzscheibenegge: Väderstad Carrier 1225</u>	12 (11,8 effektiv)	23,6	5
<u>Maissämaschine: Horsch Maistro CC – (8 Reihen)</u>	6	24	1
<u>Düngerstreuer: Rauch AGT 6036</u>	36	36	9
<u>Pflanzenschutzspritze: Damman ANP 6000</u>	36	36	14

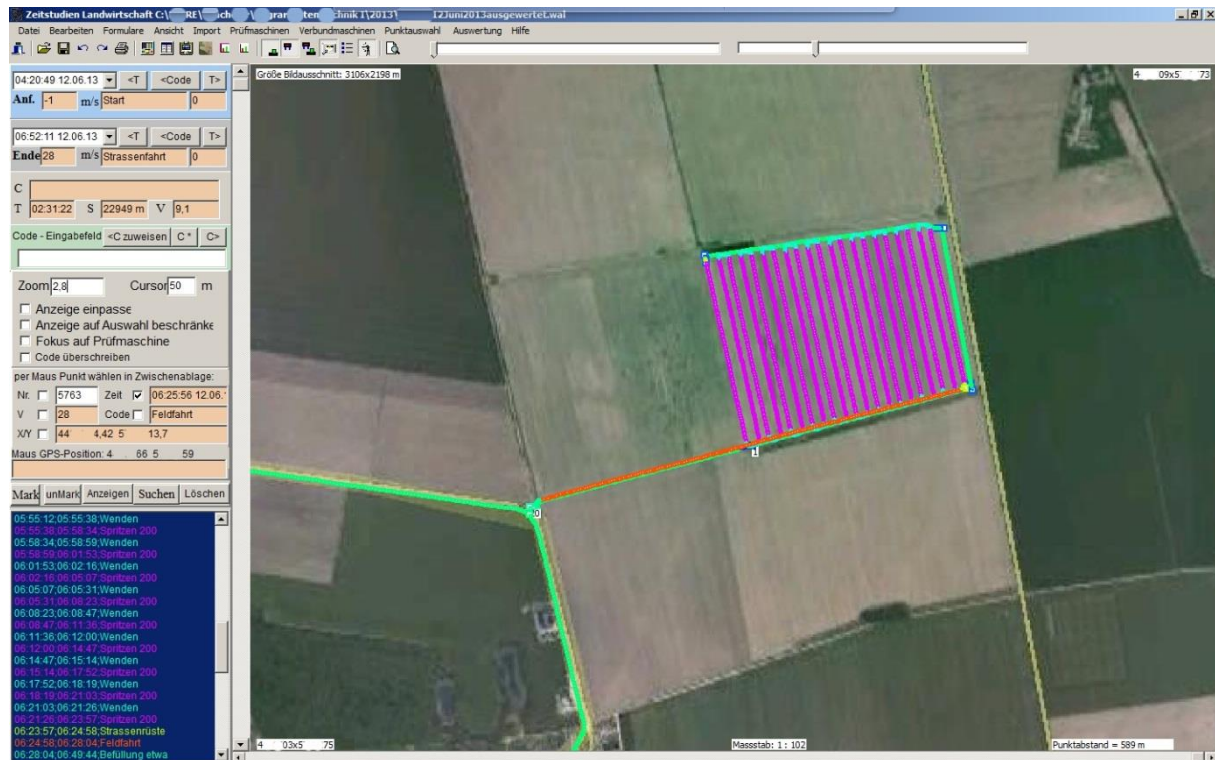


Abbildung 1: Maske zur Analyse von Weg-Zeit-Profilen aus GPS-Loggerdaten von Landmaschinen, Beispiel Pflanzenschutz

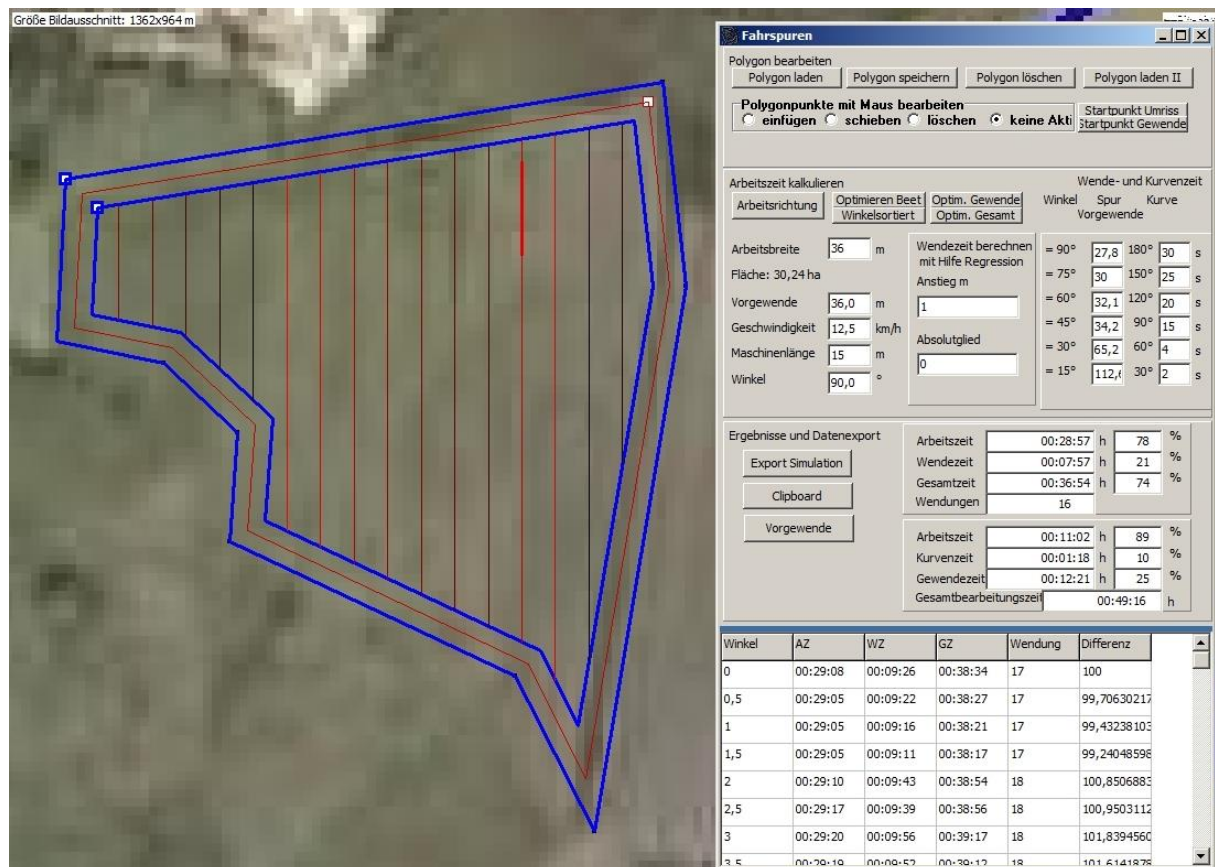


Abbildung 2: Maske zur Berechnung der Bearbeitungszeit in Abhängigkeit vom Winkel der Hauptbearbeitungsrichtung (Schlag Nr. 9; Fahrschritte Pflanzenschutz)

Für die Berechnung der Bearbeitungszeiten diene eine Erweiterung der vorhandenen Software (**Abbildung 2**). Für die verschiedenen Bearbeitungswinkel werden die Summen der Hauptzeit, der Wendezeit und die Gesamtsumme für das Hauptfeld ausgegeben. Da die Gerätekombinationen unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, könnten sich auch unterschiedliche Optima ergeben. Deshalb wurden für den jeweiligen Winkel die berechneten Zeitsummen nachfolgend noch für alle Bearbeitungsmaßnahmen innerhalb einer Fruchtfolge zusammengefasst. Die Einsatzhäufigkeit der einzelnen Maschinenkombinationen ist in **Tabelle 2** aufgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Wendezeiten beeinflussende Faktoren

Wesentlichen Einfluss auf die Wendezeit T_{21} besitzen die Art der Gerätekombination und der Winkel zwischen Fahrspur und Vorgewende. Insgesamt wurden 676 Wendevorgänge mit 73 verschiedenen Winkeln ausgewertet. Beispielhaft ist die Abhängigkeit der Wendezeit vom Schnittwinkel für zwei Geräte-Kombinationen in **Abbildung 3** dargestellt. Für den Schwergrubber KÖCKERLING ist ein linearer Zusammenhang erkennbar. Je flacher der Bearbeitungstreifen auf das Vorgewende trifft, desto länger werden die Fahrwege. Je nach Wendigkeit der Traktor-Geräte-Kombination wird es für den Fahrer schwieriger, in die nächste Fahrspur zu wechseln. Ein ähnlicher Zusammenhang gilt auch für die Kombinationen von VÄDERSTAD oder HORSCH.

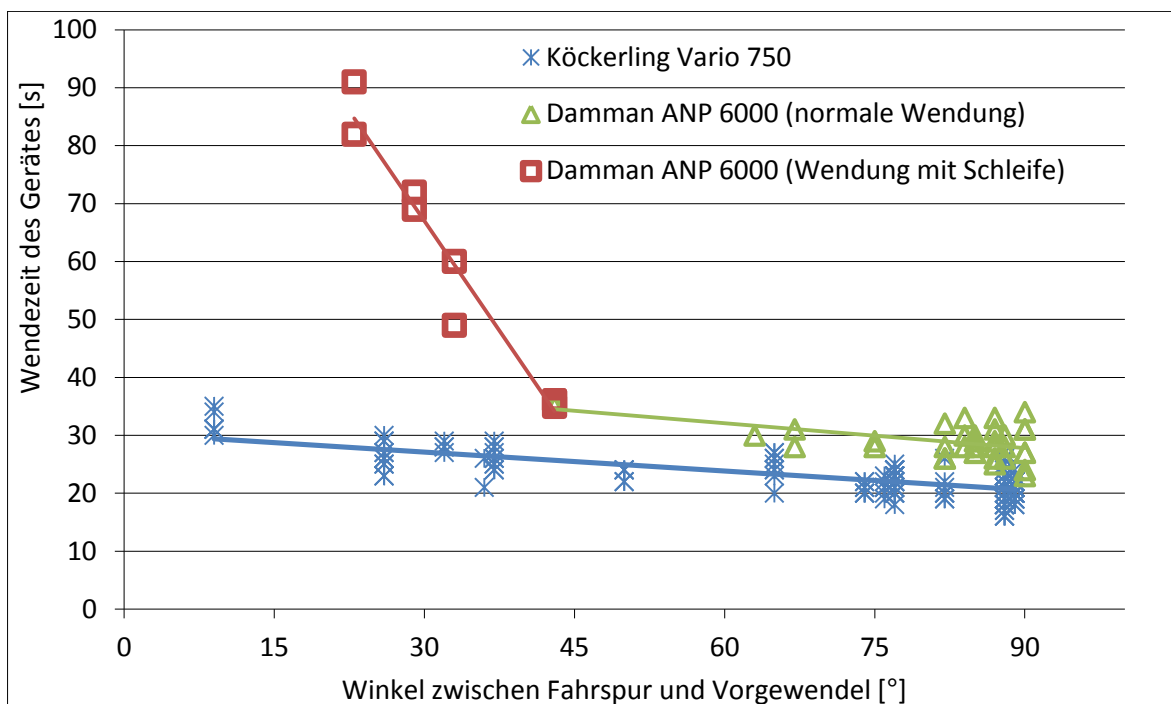


Abbildung 3: Dauer einer Wendung in Abhängigkeit vom Winkel zwischen Fahrspur und Gewende für den Schwergrubber von KÖCKERLING und die Feldspritze von DAMMAN

Bei der Feldspritze von DAMMAN, dem Düngerstreuer von RAUCH oder der Sämaschine von LEMKEN ändert sich bei spitzerem Winkel die Fahrstrategie beim Wenden. Statt einer u-förmigen Wendung wird eine zusätzliche Schleife gefahren. Deshalb muss die Berechnung von linearen Regressionen für die zwei Winkelbereiche („einfache Wendung“ und „Wendung mit Schleife“) separat erfolgen.

Wenn die Fahrer nicht wechseln, können die erforderlichen Wendezeiten für die betrieblichen Verhältnisse hinreichend gut geschätzt werden. Unsicherheiten verbleiben durch mögliche witterungsbedingte oder reliefabhängige Einflüsse. Inwieweit sich diese Ergebnisse auf andere Betriebe übertragen lassen, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

3.2 Bearbeitungszeiten für einen Bearbeitungsvorgang

Auf den Schlägen ergeben sich in Abhängigkeit von der Hauptbearbeitungsrichtung unterschiedliche Bearbeitungszeiten, die für den Schlag 3 und Gerätekombination VÄDERSTAD CARRIER beispielhaft in **Abbildung 4** dargestellt wurden. Die eigentliche Bearbeitungsdauer (Hauptzeit) bleibt mit knapp 6 Stunden nahezu konstant. Die Summe der Wendezeiten T_w variiert auf dem Schlag zwischen 36:05 min und 01:07:08 Stunden, die Anzahl Wendungen zwischen 100 und 174. Die günstigste Bearbeitungsrichtung liegt bei $28,5^\circ$.

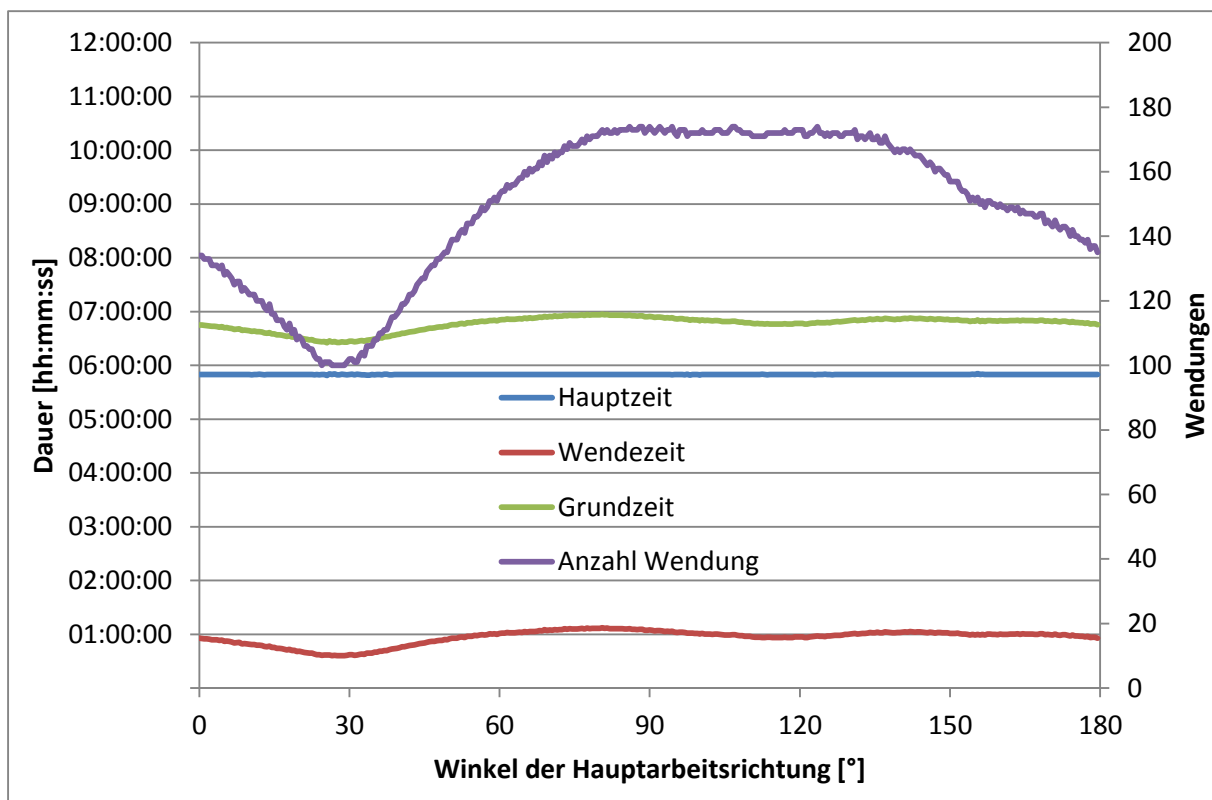


Abbildung 4: Bearbeitungszeiten und Anzahl Wendungen in Abhängigkeit vom Winkel der Hauptbearbeitungsrichtung für die Kurzscheibenegge VÄDERSTAD CARRIER 1225 auf dem Schlag 3

Vergleicht man die Anzahl der Wendungen mit der Summe der Wendezeiten auf dem Schlag, zeigt sich, wie zu erwarten, dass eine hohe Anzahl Wendungen auch mehr Zeitaufwand erfordert (**Abbildung 5**). Beide Kurven verlaufen jedoch nicht parallel. Unter den konkreten Bedingungen des Schlages 3 variieren mit sich ändernden Winkeln zwischen Fahrspur und Vorgewende die Wendezeiten T_{21} , wodurch bei nahezu gleicher Anzahl Wendungen sich eine unterschiedliche Summe an Wendezeiten T_w ergibt.

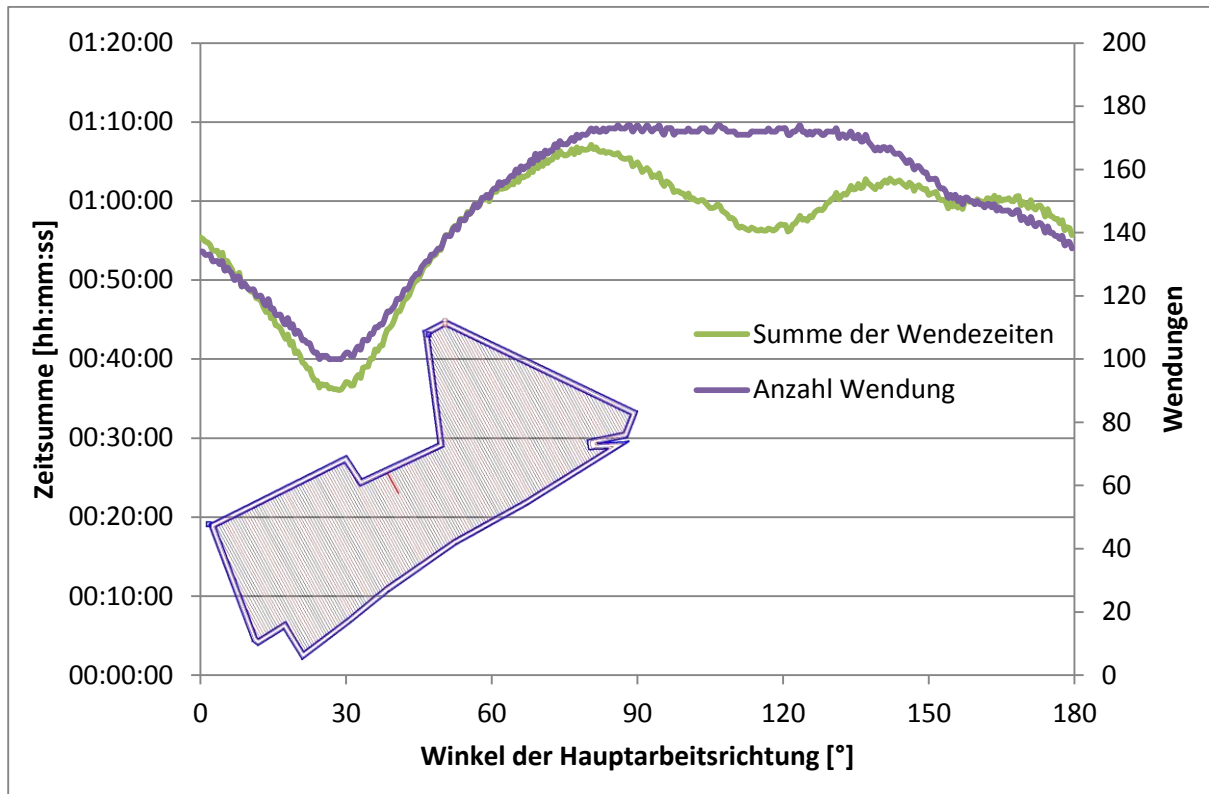


Abbildung 5: Anzahl der Wendungen und die Wendezeit T_w in Abhängigkeit vom Winkel der Hauptbearbeitungsrichtung für die Kurzscheibenegge VÄDERSTAD CARRIER 1225 auf dem Schlag 3

3.3 Bearbeitungszeiten für die gesamte Fruchtfolge

Da sich die eingesetzten Maschinen hinsichtlich Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit und Wendezeitaufwand unterscheiden, sind für einen Schlag unterschiedliche Optima für die Bearbeitungsrichtung zu erwarten. Deshalb wird im weiteren aus Sicht einer angenommenen vierjährigen Fruchtfolge unter Einbeziehung aller aufgeführten Maschinen die optimale Hauptarbeitsrichtung betrachtet.

In **Abbildung 6** ist der Arbeitszeitaufwand (Grundzeit T_{02}) für die gesamte Fruchtfolge und die jeweils betrachteten Schläge dargestellt. Der größte Zeitbedarf entsteht mit 11 Tagen und 02:39:56 Stunden auf Schlag 7. Bei Wahl der ungünstigsten Hauptbearbeitungsrichtung entstehen zusätzlich 15:45:56 Stunden Wendezeit T_w für insgesamt 5193 Wendungen. Vergleicht man die Einsparungen prozentual, so ergibt sich ein relativ geringer Vorteil von 5,6% in der Grundzeit T_{02} . Dieser wird im praktischen Alltag durch die

konstanten Zeitaufwendungen für die Fahrten auf der Straße, Rüstzeiten, Tanken usw. weiter geschmälert. Die Wendezeit T_w selber reduziert sich jedoch um 40%. Geht man davon aus, dass keine weiteren Faktoren eine andere Hauptarbeitsrichtung erfordern, so besteht ein Zeitvorteil von mehr als 15 Stunden ohne zusätzliche Aufwendungen.

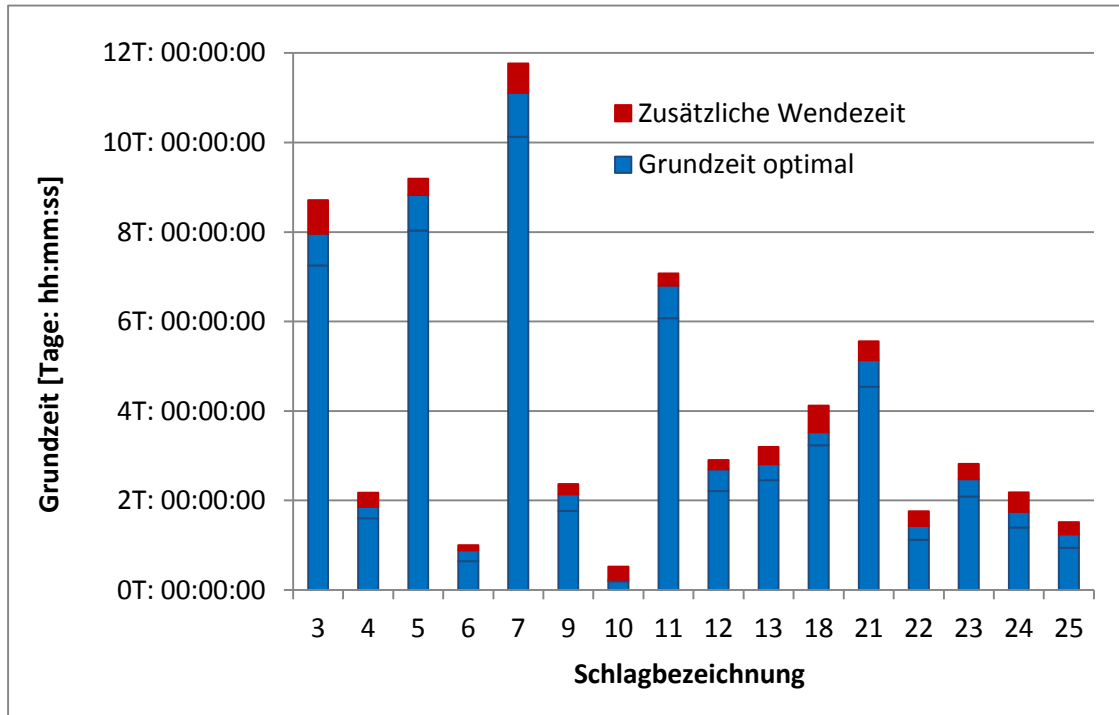


Abbildung 6: Arbeitszeitaufwand (Grundzeit T_{02}) bei optimaler Hauptbearbeitungsrichtung für die gesamte Fruchtfolge auf 16 verschiedenen Schlägen und zusätzlich erforderliche Wendezeit T_w bei Wahl der ungünstigsten Hauptbearbeitungsrichtung

Auf dem kleinsten Schlag 10 variiert der Zeitaufwand in der Grundzeit T_{02} zwischen 05:26:48 und 12:28:30 Stunden. Die Bearbeitungszeit verkürzt sich dabei um 07:01:42 Stunden, da statt 1195 nur 133 Wendungen benötigt werden. Diese enormen Unterschiede sind der Form des Schlages geschuldet, bei dem nach Abzug der Vorgewendefläche lediglich 560 m x 65 m verbleiben. Unabhängig von den Berechnungen wurde im Betrieb a priori die optimale Arbeitsrichtung gewählt.

Um die möglichen Einsparungen deutlicher hervorzuheben, wurden in **Abbildung 7** die Wendezeiten T_w zwischen ungünstigster und optimaler Wahl der Hauptbearbeitungsrichtung verglichen. Die Differenzen bewegen sich zwischen 02:42:30 und 18:02:19 Stunden. Es reduziert sich die Wendezeit T_w mindestens um 27% auf dem Schlag 11 und maximal um 89% auf dem Schlag 10.

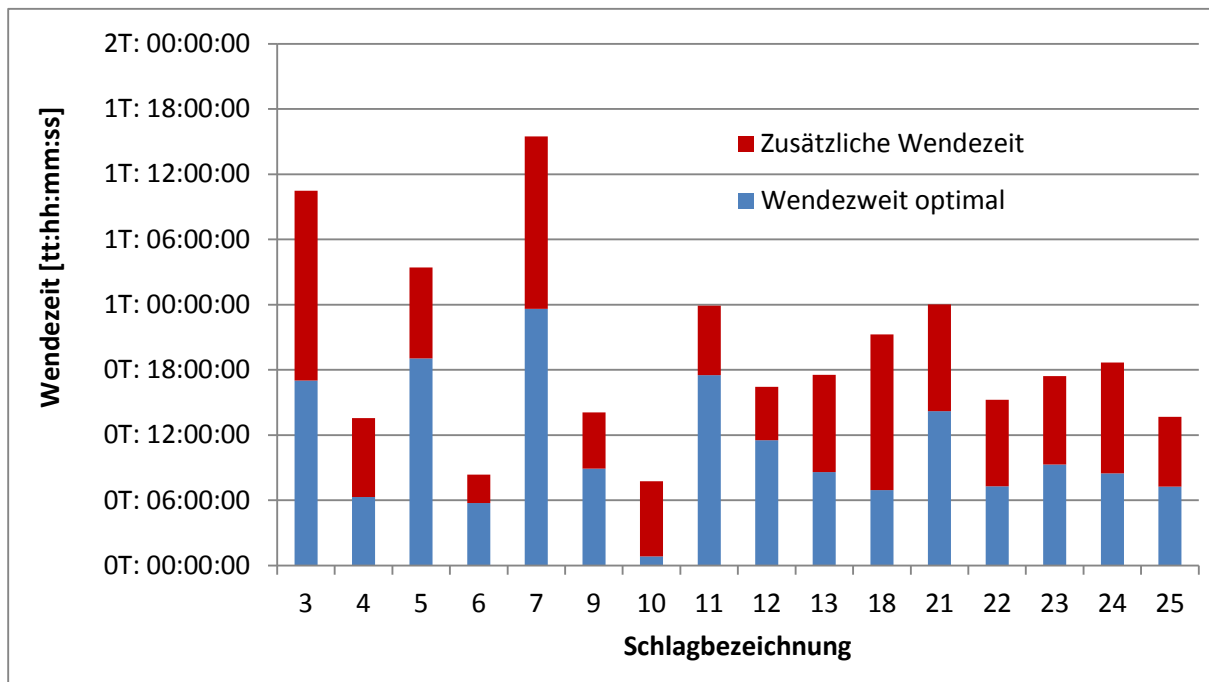


Abbildung 7: Zeitaufwand für das Wenden T_w bei optimaler Hauptbearbeitungsrichtung auf 16 Schlägen und zusätzlich erforderliche Wendezeit bei ungünstigster Wahl

Für den Landwirtschaftsbetrieb ist der Vergleich zwischen aktueller und optimaler Hauptarbeitsrichtung relevant. In **Tabelle 3** sind die berechneten Zeiten aufgeführt. Bei den Schlägen 5, 6, 9, 10, 13, 21 und 22 unterscheidet sich die Ausrichtung von der optimalen Hauptarbeitsrichtung nur minimal. Größere Zeitunterschiede (mehr als 5 Stunden bzw. 5%) zeigen sich auf den Schlägen 3, 4, 7, 18, 24 und 25. Die größten Einsparungen ergeben sich mit maximal 12 Stunden auf den Schlägen 3 und 18. Eine Änderung der Hauptarbeitsrichtung auf dem Schlag 3 erscheint jedoch durch Bearbeitungstreifen von bis zu 1850 m aus Sicht der Ernte unzweckmäßig. Entsprechend ergeben sich insgesamt 5 Schläge, auf denen eine Änderung der Hauptbearbeitungsrichtung weiter zu prüfen ist.

Tabelle 3: Bearbeitungs- und Wendezeiten für verschiedene Schläge bei aktueller und optimierter Hauptbearbeitungsrichtung

Schlag	Hauptbearbeitungsrichtung					
	Optimal			Aktuell	Differenz	
	Hauptzeit T_1	Wendezeit T_w	Grundzeit T_{02}	Grundzeit T_{02}	absolut	relativ
	tt: hh:mm:ss	tt: hh:mm:ss	tt: hh:mm:ss	tt: hh:mm:ss	hh:mm:ss	%
3	07: 06:01:57	00: 17:00:25	07: 23:02:35	08: 11:09:14	12:06:39	6,0
4	01: 14:22:46	00: 06:18:17	01: 20:41:17	02: 01:21:33	04:55:42	10,0
5	08: 00:41:26	00: 19:03:51	08: 19:45:51	08: 19:45:51	00:00:00	0,0
6	00: 15:31:37	00: 05:45:27	00: 21:17:38	00: 21:35:19	00:17:41	1,4
7	10: 03:02:20	00: 23:37:10	11: 02:39:56	11: 08:50:45	06:10:49	2,3
9	01: 18:25:54	00: 08:55:37	02: 03:21:45	02: 03:55:52	00:34:07	1,1
10	00: 04:38:34	00: 00:50:11	00: 05:26:48	00: 05:33:45	00:06:57	2,1
11	06: 01:48:34	00: 17:31:25	06: 19:20:03	06: 21:04:32	01:44:29	1,1
12	02: 05:06:39	00: 11:31:13	02: 16:38:24	02: 16:45:15	00:06:51	0,2
13	02: 10:55:22	00: 08:36:16	02: 19:32:07	02: 19:51:49	00:19:42	0,5
18	03: 05:37:27	00: 06:56:26	03: 12:34:15	03: 23:48:09	11:13:54	11,7
21	04: 13:03:14	00: 14:11:57	05: 03:15:28	05: 05:32:17	02:16:49	1,8
22	01: 02:56:38	00: 07:17:57	01: 10:14:36	01: 10:28:17	00:13:41	0,7
23	02: 02:07:05	00: 09:16:50	02: 11:24:17	02: 13:48:29	02:24:12	3,9
24	01: 09:29:35	00: 08:27:55	01: 17:57:31	01: 23:49:10	05:51:39	12,3
25	00: 22:38:12	00: 07:15:31	01: 05:54:07	01: 07:32:49	01:38:42	5,2

tt: hh:mm:ss Tage:Stunden:Minuten:Sekunden

4 Weitere Faktoren für die Wahl der Hauptbearbeitungsrichtung

Für die Entscheidung, die Hauptbearbeitungsrichtung zu wechseln, sind u.a. noch zu berücksichtigen:

- Einschränkungen durch die Ernteverfahren,
- Zugänglichkeit und Ausfahrten des Schlages,
- Cross Compliance relevante Einschränkungen,
- Wassererosionsgefährdungen,
- Einschränkungen durch Arbeiten am Hang,
- durch Lichteinfall in den Bestand entstehender Unkrautdruck bzw. Ertragsunterschiede.

5 Einfluss der Schlagform auf die Wendezeitreduzierung bei optimaler Hauptarbeitsrichtung

Die Form der Schläge kann durch geometrische Parameter, wie Rechteckigkeit, Kompaktheit, Konvexität, Schlaglänge und –breite, Schlaggröße usw. charakterisiert wer-

den. Will man den Zusammenhang zwischen Schlagform und Zeiteinsparpotenzial genauer untersuchen, müssen die Dauer der Grundzeit und der Wendezeitsummen betrachtet werden.

Die statistische Auswertung bezogen auf die Grundzeit T_{02} zeigte, dass die Schlaggröße den dominierenden Einfluss auf die mögliche Zeiteinsparung durch Optimierung besitzt (**Abbildung 8**). Das maximale Einsparpotenzial ergibt sich, wenn der Vergleich mit der ungünstigsten Hauptarbeitsrichtung erfolgt. Eine Optimierung der Bearbeitungsrichtung ist vor allem auf mittleren und kleinen Schlägen erfolgreich.

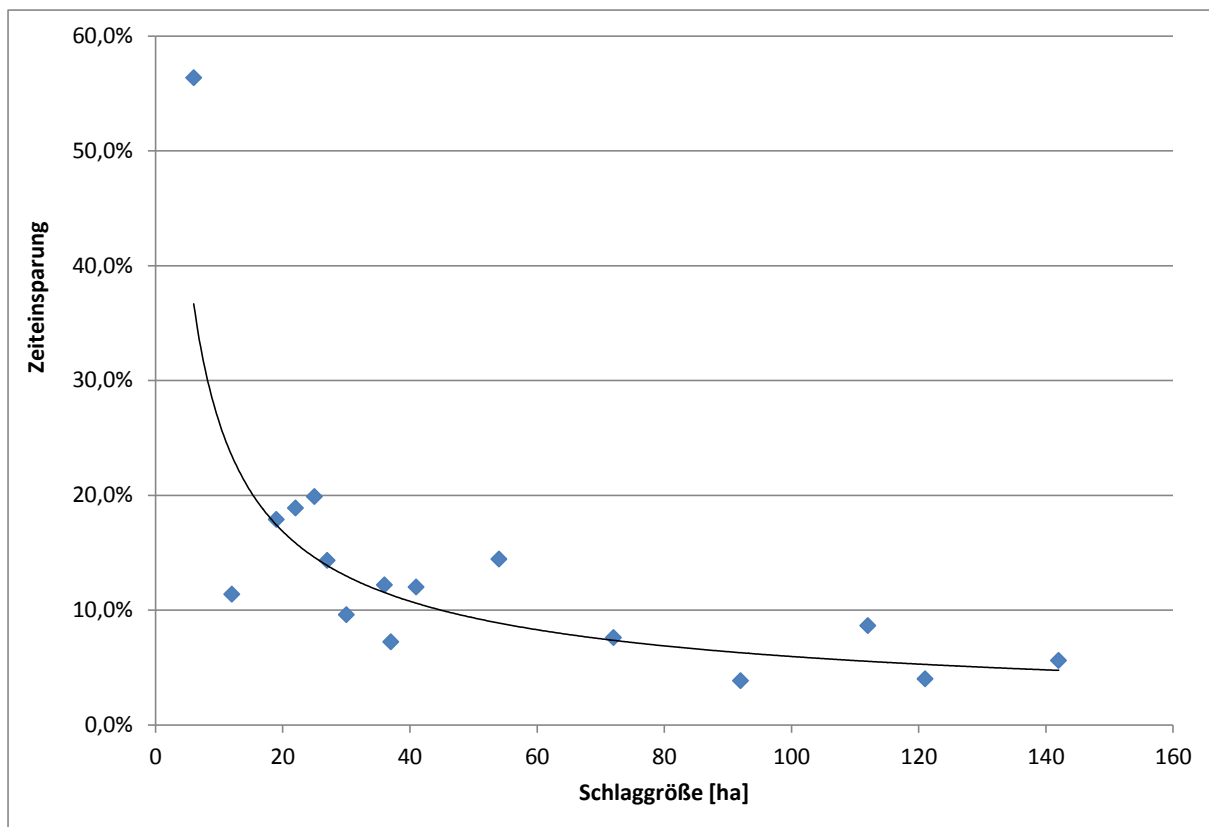


Abbildung 8: Einfluss der Schlaggröße auf die maximal möglichen Zeiteinspareffekte durch optimale Wahl der Hauptarbeitsrichtung

Werden ausschließlich die Wendezeitunterschiede betrachtet, dann hat sich bei der mehrfaktoriellen Regressionsanalyse als Haupteinfluss vor allem das Verhältnis von Schlagbreite zu Schlaglänge herausgestellt. In **Abbildung 9** ist dieser Effekt dargestellt. Die anderen Formparameter ergaben keinen zwingenden Zusammenhang.

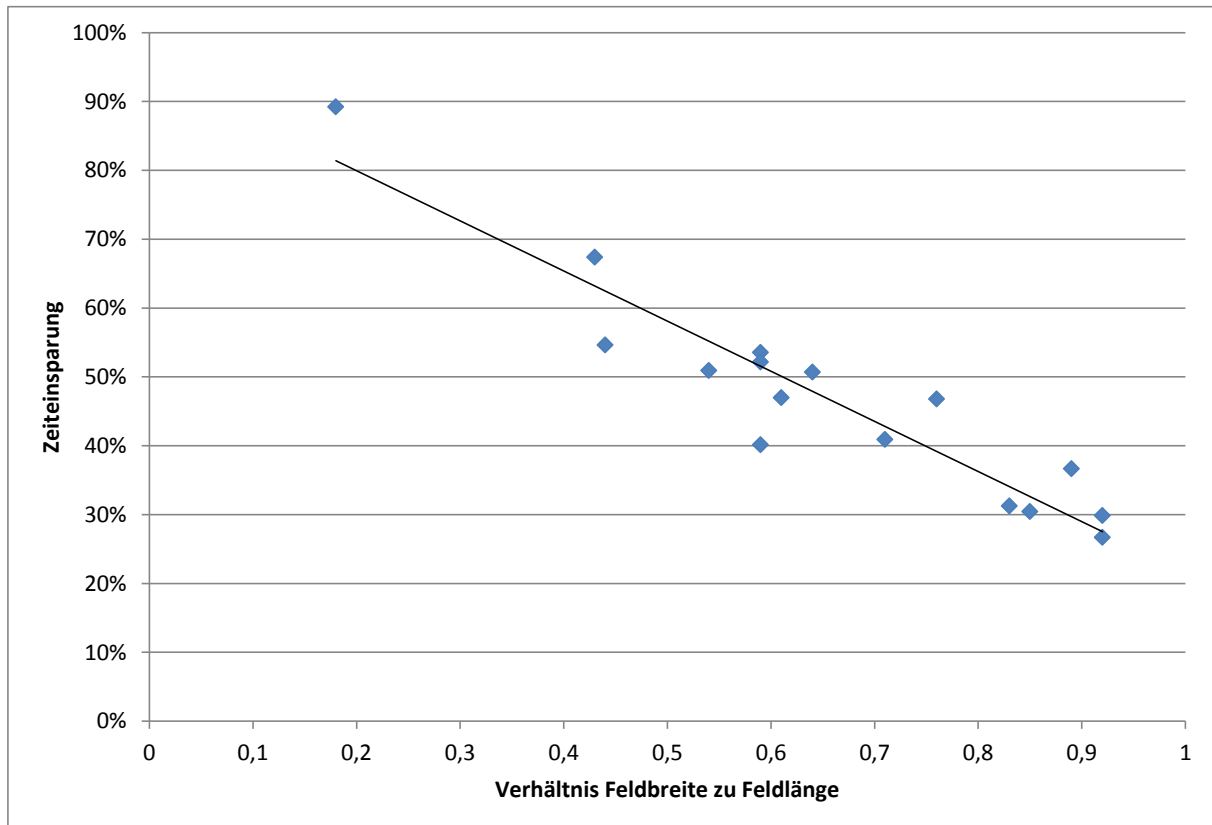


Abbildung 9: Maximale Reduzierung der Wendezeit T_w durch optimale Wahl der Hauptarbeitsrichtung in Abhängigkeit vom Verhältnis von Schlagbreite zu Schlaglänge

6 Zusammenfassung

Die Entwicklung GPS-basierter Lenksysteme ermöglicht, altbekannte Fragestellungen neu zu überdenken. Mit den vorliegenden Untersuchungen soll der Einfluss der Hauptbearbeitungsrichtung auf den Arbeitszeitbedarf geklärt werden. Dazu wurden in einem mitteldeutschen Landwirtschaftsbetrieb für 6 Gerätekombinationen (Stoppelbearbeitung, Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung, Pflanzenschutz) konkrete Wendezeiten gemessen und statistisch ausgewertet. Es konnte festgestellt werden, dass die Dauer der Wendungen maßgeblich von der Art der Traktor-Geräte-Kombination, der Art der Wendung und vom Winkel zwischen Fahrspur und Vorgewende abhängt. Je flacher der Bearbeitungstreifen auf das Vorgewende auftrifft desto länger dauert der Wendevorgang.

Es wurden 16 unterschiedliche Schläge des Betriebes untersucht. Für jeweils 360 verschiedene Bearbeitungsrichtungen wurden die einzelnen Fahrspuren, die Hauptzeiten T_1 und anschließend die notwendigen Wendezeiten T_{21} berechnet. Grundlage für die Auswertung war die Aufsummierung der o. g. Zeiten für jeden einzelnen Winkel sowie für die Arbeitsgänge innerhalb einer vollständigen Fruchtfolge.

Auf dem größten Schlag von 142 ha ergab sich in den vier Jahren eine Bearbeitungsdauer von insgesamt 11 Tagen und 18,4 Stunden. Der berechnete Zeitunterschied von 15:45 Stunden zwischen bester und ungünstigster Arbeitsrichtung fällt mit 5,6% relativ

gering aus. Die Unterschiede auf kleineren und mittleren Schlägen fallen verhältnismäßig höher aus. Auf den 16 Schlägen lagen die Differenzen zwischen den kürzesten und längsten Bearbeitungszeiten zwischen 2,75 Stunden und 18,0 Stunden. Beim Vergleich zwischen der optimalen zur jeweils ungünstigsten Hauptbearbeitungsrichtung auf dem Schlag reduziert sich abhängig von der Feldform die Summe der Wendezeiten T_w mindestens um 27% und maximal um 89%.

Der Vergleich zwischen den aktuell im Betrieb gewählten Hauptbearbeitungsrichtungen mit den Optima ergab in 6 von 16 Fällen sichtbare Vorteile durch Verringerung des Arbeitszeitbedarfes. Berücksichtigt man die Einschränkungen durch die Ernteverfahren, kommt eine Änderung der Hauptbearbeitungsrichtung nur in fünf Fällen in Betracht. Bei der Entscheidung zu einer Veränderung der Hauptarbeitsrichtung sind jedoch weitere Faktoren, wie z. B. die Geländegestaltung, zu berücksichtigen.

Literaturverzeichnis

- HAMEED I.A., BOCHTIS D.D., SØRENSEN C.G. (2011):** Driving angle and track sequence optimization for operational path planning using genetic algorithms. *Applied Engineering in Agriculture*. 27(6) S. 1077-1086
- HAMEED I.A., BOCHTIS D.D., SØRENSEN C.G., JENSEN A.L., LARSEN R. (2013):** Optimized driving direction based on a three-dimensional field representation. *Computers and Electronics in Agriculture*. Vol. 91, S. 145–153
- HELLER H. (2010):** Einfluss der Hauptarbeitsrichtung auf die Arbeitszeit im Feldbau am Beispiel eines mitteldeutschen Großbetriebs. Diplomarbeit Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
- OKSANEN T. (2007):** path planning algorithms for agricultural field machines. Dissertation, Helsinki University of Technology

Arbeitszeitbedarf in der bäuerlichen Gästebeherbergung

Arbeitswirtschaftliche Kalkulationsgrundlagen für den Agrotourismus

Karlheinz Rauter, Katja Heitkämper¹, Elisabeth Quendler², Matthias Schick¹

¹Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen

²Universität für Bodenkultur Wien, A-1190 Wien

katja.heitkaemper@agroscope.admin.ch

Zusammenfassung: Die bäuerliche Gästebeherbergung kann ein zusätzliches finanzielles Standbein für landwirtschaftliche Betriebe sein. Die Ausgaben für Arbeitskräfte zählen zu den kostenintensivsten Positionen in diesem Bereich. Deshalb ist es sinnvoll, den Arbeitszeitbedarf vorab zu berechnen, mit den verfügbaren Arbeitskapazitäten zu vergleichen und so die optimale Form der Gästebeherbergung zu finden (Frühstücks- oder Halbpension, Ausrichtung auf bestimmte Zielgruppen, Abhängigkeit von Jahreszeiten, etc.). Auf diese Weise können negative Überraschungen nach getätigten Investitionen, welche die Kosten und den Arbeitszeitaufwand betreffen, vermieden werden.

Momentan vorhandene Arbeitszeitbedarfswerte basieren auf Schätzungen und sind daher für eine Kalkulation valider Daten oft unzureichend. Dem soll mit den nun vorliegenden Ergebnissen entgegengetreten werden.

Mit Hilfe des EDV-Programms «ART-Arbeitsvoranschlag» der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART können künftig neben den landwirtschaftlichen Tätigkeiten zusätzlich Arbeitszeitkalkulationen für die bäuerliche Gästebeherbergung bereitgestellt werden. Dabei werden unter Einbezug von betriebsspezifischen Einflussparametern wie beispielsweise Wegstrecken, Häufigkeiten, Flächengrößen, Stückzahlen, etc. Berechnungen schnell und aussagekräftig durchgeführt. Dadurch lassen sich unter anderem Arbeitsspitzen erkennen, die durch einen optimal abgestimmten Arbeitskräfteeinsatz termingerecht und stressfrei bewältigt werden können. Im Zuge der Erhebungen wurden arbeitsablaufbezogene Optimierungspotenziale für die Praxis ermittelt.

Einleitung

Die landwirtschaftliche Produktion muss einerseits Lebensmittel in ausreichender Menge und auf entsprechendem Qualitätsniveau bereitstellen, andererseits soll durch die Erzeugung diverser landwirtschaftlicher Produkte auch ein zufriedenstellendes Wirtschaften ermöglicht werden. Neben der Herstellung tierischer und pflanzlicher Erzeugnisse bekommt die Paralandwirtschaft immer mehr Bedeutung. Der Schweizerische Bauernverband (SBV) definiert Paralandwirtschaft als «... eine wirtschaftliche Aktivität, die in engem Bezug zur Nutztierhaltung, zum Pflanzenbau oder zur Bewirtschaftung von landwirtschaftlicher Fläche steht. Daraus entstehen Dienstleistungen, die die Landwirtschaft, neben der Produktion von Agrargütern, anbietet.» Zu den paralandwirtschaft-

lichen Aktivitäten zählen unter anderem die Verarbeitung und Direktvermarktung von landwirtschaftlichen Produkten, diverse Lohnarbeiten wie Kommunal- oder Maschinenringdienstleistungen, der Agrotourismus, Maschinen- und Gebäudevermietung, soziale Dienstleistungen, Bildungsdienstleistungen, die Erzeugung von erneuerbaren Energien, etc.

Viele, vor allem kleinstrukturierte Betriebe, die nicht die nötige Technisierung und Finanzkraft aufweisen, können dem Druck des freien Marktes nicht standhalten und müssen ihren Hof aufgeben (**Tabelle 1**). Auf Grund der strukturellen Veränderungen innerhalb des Sektors Landwirtschaft empfiehlt es sich, neben der eigentlichen landwirtschaftlichen Tätigkeit zusätzliche Standbeine auf dem Betriebsstandort zu etablieren.

Tabelle 1: Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe in der Schweiz, Österreich und Deutschland (nach Gesamtanzahl, Anzahl kleinster und Anzahl grösster Betriebe)

Land	Betriebsgrößen	Anzahl landwirtsch. Betriebe		
		1999	2005	2010
Schweiz	Anzahl Betriebe gesamt	73 591	63 627	59 065
	0 bis 3 ha (kleinste)	10 067	6 624	6 657
	über 20 ha (grösste)	18 155	19 877	20 448
Österreich	Anzahl Betriebe gesamt	217 508	189 591	173 317
	0 bis 5 ha (kleinste)	54 947	39 955	35 047
	über 50 ha (grösste)	20 219	24 090	24 869
Deutschland	Anzahl Betriebe gesamt	471 960	396 581	299 134
	0 bis 5 ha (kleinste)	117 627	94 345	27 351
	über 100 ha (grösste)	24 358	30 297	33 618

Quellen: CH: Bundesamt für Statistik, 2012; A: Statistik Austria, 2013; D: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2012.

Eine erfolgversprechende Nebenerwerbstätigkeit bietet sich mit der Gästebeherbergung im bäuerlichen Betrieb an. «Auch in Regionen ohne derzeit auf den ersten Blick erkennbare herausragende natürliche und kulturelle Attraktionen kann durchaus mit Erfolg ein agrotouristisches Angebot entwickelt werden. Wichtig ist dabei die Orientierung an der Zielgruppe» (VOGT 2010).

Der «Arbeitszeitaufwand im bäuerlichen Haushalt» wurde 1993 in einer Studie untersucht. Als Ergebnis wurde ein Arbeitszeitaufwand von 48 Stunden pro Woche für Haushalt und Familie ausgewiesen (ROSSIER 1996). Die schweizerische landwirtschaftliche Beratungszentrale AGRIDEA stellt arbeitswirtschaftliche Richtzahlen für den Bauernhaushalt in diversen Tätigkeitsbereichen zur Verfügung (HELFENBERGER 2002). Auch das KTBL gibt in seinen Datensammlungen Arbeitszeitbedarfswerte an (KTBL 2006, 2008 und 2011).

Zielsetzung

Die Einnahmen aus dem Bereich der Gästebeherbergung auf dem Bauernhof sind stark an regionale Gegebenheiten sowie den Konkurrenzdruck mit anderen Betrieben gebunden. Deshalb kann nur über die Ausgabenseite ein finanzieller Spielraum zur Wirtschaftlichkeitsstärkung genutzt werden. Die Kosten für Arbeitskräfte machen einen wesentlichen Anteil an den Vollkosten der bäuerlichen Gästebeherbergung aus. Somit ist die Kenntnis über den Arbeitszeitbedarf von grosser Wichtigkeit, um fundierte Aussagen über die Planung und Wirtschaftlichkeit dieses zusätzlichen Standbeins zu geben.

Den Studien und Arbeitskreisauswertungen, die sich mit dieser Thematik befasst haben, liegen ausschliesslich Daten aus Erhebungen vor, die mit finalen (Schätz-) Methoden durchgeführt wurden. Auf Grund des Fehlens von kausal erhobenen Zeitbedarfsdaten kann keine exakte Aussage über die Arbeitszeit bei der Gästebeherbergung in unterschiedlichen Betrieben getroffen werden.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Erhebung von exakten arbeitswirtschaftlichen Kalkulationsdaten und die Bereitstellung von Planungsgrundlagen für die bäuerliche Gästebeherbergung.

Material und Methoden

Erhebungsmethoden

Im Rahmen einer Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien wurde eine umfangreiche Erhebung von Arbeitszeiten in einem Landwirtschaftsbetrieb mit Gästebeherbergung im österreichischen Kärnten durchgeführt (RAUTER 2012).

Zur Ermittlung des Arbeitszeitbedarfs für den Betriebszweig Gästebeherbergung wurden zunächst die in der Sommersaison 2011 mittels Arbeitstagebuch (finale Methode) erhobenen Arbeitszeiten für die einzelnen Tätigkeiten statistisch ausgewertet. Anschliessend wurde mit den Mittelwerten eine Regressionsrechnung durchgeführt, um den Arbeitszeitbedarf für verschiedene Gästezahlen zu ermitteln. Diese Erhebung diente als Grundlage für die Einzelzeitmessungen (kausale Methode) mit einem Pocket-PC der Firma Dell und Einflussgrössenerhebungen. Im Anschluss an die Aufbereitung der Zeitdaten mit der Software ORTIMzeit und der statistischen Auswertung der Daten wurden Planzeiten für jedes neu erhobene Arbeitselement erstellt. In einem Kalkulationsmodell wurden die Planzeiten mit den zugehörigen Einflussgrössen verknüpft.

Die erhobenen Planzeitdaten wurden zusätzlich in das arbeitswirtschaftliche Kalkulationsprogramm «ART-Arbeitsvoranschlag» integriert.

Der ART-Arbeitsvoranschlag

Der Arbeitsvoranschlag ist ein Planungsinstrument, mit dem u.a. Arbeitsabläufe analysiert, der Personalbestand sowie alternative Bewirtschaftungsformen geplant, Ursachen einer Überbelastung lokalisiert und Investitionsvorhaben überprüft werden können. Die Software enthält Kalkulationsdaten zu verschiedensten landwirtschaftlichen und künftig auch paralandwirtschaftlichen Produktionsverfahren eines Betriebs und kann von landwirtschaftlichen Beratungsorganisationen, Instituten, Schulen und Universitäten sowie von Landwirtinnen und Landwirten genutzt werden. Updates zu neuen Arbeits- und Produktionsverfahren werden in regelmässigen Abständen herausgegeben. Um die Funktionen kennenzulernen steht eine kostenlose Demoversion des Arbeitsvoranschlages zum Download im Internet zur Verfügung (www.arbeitsvoranschlag.ch).

Mit dem Arbeitsvoranschlag kann in weiterer Folge der Arbeitszeitbedarf global oder mit umfassenden Angaben zu den betriebsspezifischen Gegebenheiten detailliert berechnet werden. Als Ergebnis stellt das Programm den Jahresarbeitszeitbedarf insgesamt, zusammengefasst nach Produktionsverfahren oder aufgegliedert nach Arbeitsverfahren zur Verfügung. Der Arbeitszeitbedarf im Jahresverlauf kann grafisch dargestellt und mit dem Arbeitszeitangebot verglichen werden. Ausserdem ist eine Visualisierung der Ausführungszeiträume der einzelnen Arbeiten möglich.

Arbeitsabläufe in der Gästebewerbergung

Die Gästebewerbergung umfasst folgende Tätigkeiten:

- *Hauptmahlzeit zubereiten*: Suppe, Salatbuffet, Hauptspeise und Dessert zubereiten
- *Frühstück*: Tisch decken, Frühstücksbuffet auf-, abbauen und kontrollieren, Lebensmittel bereitstellen, Tisch reinigen, Abwasch
- *Hof- und Gartenpflege*: Rasen mähen, Hecken schneiden, Spielgeräte warten, Hof kehren, Blumen- und Gartenpflege
- *Arbeitsräume reinigen*: Abstellkammer, Buffetraum, Bügelraum, Gästehaus, Keller, Küche, Speisekammer, Speisesaal, Stube, Theke, Treppenhaus, Vorraum, Wäscheraum, Wäschetrockenraum, WC-Anlagen reinigen
- *Hauptmahlzeit (ohne Zubereitung)*: Menüplan erstellen, Tisch decken, Salatbuffet auf- und abbauen, Service, Tisch reinigen, Abwasch
- *Betriebsorganisation*: Abrechnung, Ab- und Anreise von Gästen, Bank- und Behördenwege, Einkauf, Finanzen verwalten, Prospekte erstellen, PR-Arbeit, Reparaturarbeiten, Zimmerplan
- *Gästezimmerreinigung*: Endreinigen, herrichten, zwischenreinigen, tägliche Zimmerreinigung
- *Wäschepflege*: Wäsche waschen, trocknen, bügeln und versorgen, nähen
- *Gästebetreuung*: Konversation

Die anfallenden Aufgaben werden in tägliche (Frühstück vor- und nachbereiten sowie auftragen, Hauptmahlzeit zubereiten, Tisch, Buffet, Geschirr etc. für Hauptmahlzeit vor-

und nachbereiten sowie auftragen, Gäste betreuen, tägliche Gästezimmerreinigung und Finanzen verwalten) und nicht tägliche Tätigkeiten (Menüplan erstellen, gründliche Gästezimmerreinigung, Reinigung der Arbeitsräume, Wäschepflege, Aussenpflege und Betriebsorganisation) eingeteilt.

Erhebungsbetrieb

Die Untersuchungen zum Arbeitszeitbedarf in der bäuerlichen Gästebeherbergung wurden 2011 und 2012 auf einem landwirtschaftlichen Betrieb mit 26 Gästebetten durchgeführt. Der Betrieb besteht aus einem Landwirtschaftsgebäude, einem Gasthaus für die Verpflegung sowie einem Gästehaus für die Unterbringung der Gäste.

Ergebnisse und Diskussion

Bei durchschnittlich zehn Gästen mit Halbpension und sieben Tagen Aufenthaltsdauer ergibt sich nach Auswertung des Arbeitstagebuchs (finale Methode) ein Gesamtarbeitszeitbedarf von 24 Arbeitskraftstunden (AKh) pro Tag. Werden hingegen 30 Gäste beherbergt, steigt der Zeitbedarf auf 41,6 AKh pro Tag. Der relative Anteil der täglichen Tätigkeiten nimmt mit zunehmender Gästeanzahl zu (RAUTER 2012).

Die Ergebnisse der Einzelzeitmessung (kausale Methode) nach Modellierung der Planzeiten sind in **Abbildung 1** dargestellt. Der Gesamtarbeitszeitbedarf variiert einerseits mit der Anzahl Gäste, andererseits hat der Umfang der zur Gästebeherbergung zählenden Tätigkeiten einen grossen Einfluss. Beispielsweise könnte der Tätigkeitsbereich „Hof- und Gartenpflege“ aus der Berechnung entfernt werden, was einen deutlichen Rückgang des Gesamtarbeitszeitbedarfs zur Folge hätte.

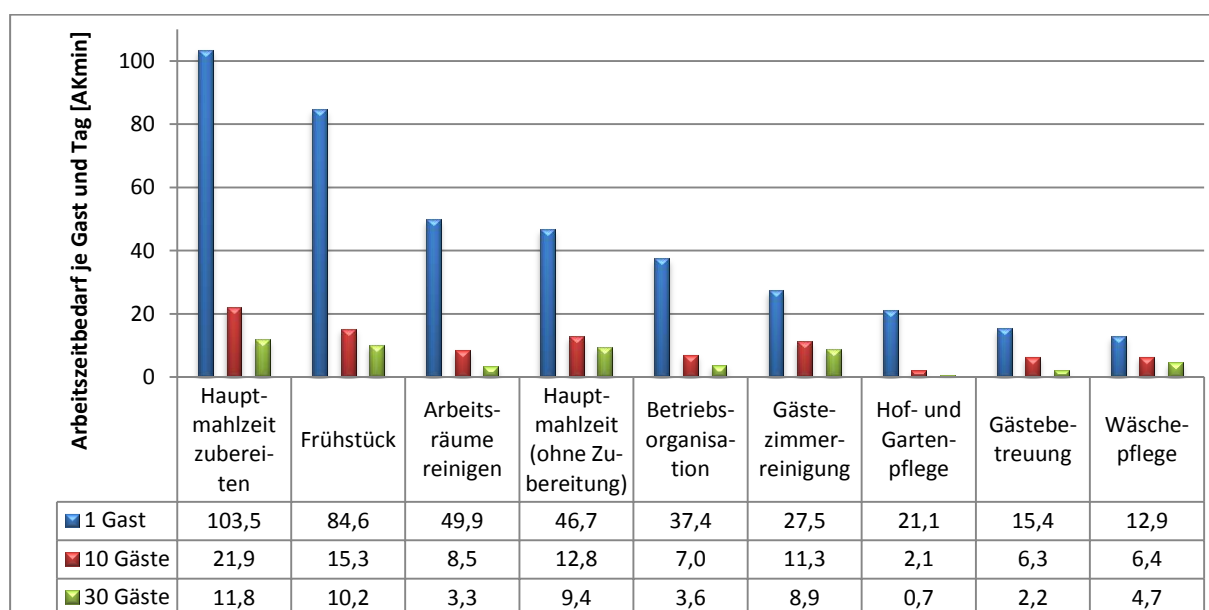


Abbildung 1: Arbeitszeitbedarf für Tätigkeiten der bäuerlichen Gästebeherbergung in Abhängigkeit von der Gästeanzahl

Modellbetrieb

Um den Arbeitszeitbedarf in der bäuerlichen Gästebeherbergung zu berechnen, wird eine Betriebsstruktur definiert, die sich an praxisüblichen Gegebenheiten orientiert (**Tabelle 2**).

Tabelle 2: Für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs werden praxisübliche Einflussgrößen vordefiniert

Betriebsdaten	
Anzahl Gäste pro Tag	10
Ø Aufenthaltsdauer	7 Tage
Belegte Zimmerkategorie	Doppelbettzimmer
Verpflegungsart	Halbpension (Frühstück und Abendessen)
Jahreszeit	Sommer
Saisondauer	22 Wochen

Eine Zusammenstellung des Arbeitszeitbedarfs für das gesamte Produktionsverfahren «Bäuerliche Gästebeherbergung» ist in **Tabelle 3** dargestellt.

Die Gästebeherbergung setzt sich aus bis zu 39 Arbeitsverfahren zusammen. Die Arbeitsverfahren werden neun Tätigkeitsfeldern zugeordnet. Zwei Drittel der anfallenden Arbeiten müssen täglich erledigt werden, in der Tabelle rot hinterlegt. Rund ein Drittel der Arbeiten kann zu einem ausgewählten Zeitpunkt durchgeführt werden, beispielsweise zu Saisonende, in der Tabelle blau hinterlegt.

Die Arbeitsverfahren «Frühstücksbuffet» und «Salatbuffet» beinhalten die Teilvorgänge «Aufbauen», «Kontrollieren» sowie «Abbauen und Reinigen».

Tabelle 3: Arbeitszeitbedarf gegliedert nach Arbeitsverfahren für die Beherbergung von zehn Gästen

Tätigkeit	Arbeitsverfahren	AKmin pro Tag bei 10 Gästen	Relativanteil an der Tätigkeit	Relativanteil am PV
Frühstück (Zubereitung & Bewirtung)	Tisch decken für Frühstück	9.0	5.9	0.98
	Frühstücksbuffet	47.3	30.9	5.17
	Lebensmittel bereitstellen	45.1	29.5	4.93
	Tisch nach Frühstück reinigen	15.2	9.9	1.66
	Abwasch nach Frühstück	36.3	23.8	3.97
Hauptmahlzeit (Zubereitung & Bewirtung)	Tisch decken für Essen	7.5	2.2	0.82
	Salatbuffet	15.3	4.4	1.67
	Suppe zubereiten	31.4	9.0	3.43
	Salat zubereiten	91.2	26.3	9.97
	Hauptspeise zubereiten	55.3	15.9	6.04
	Dessert zubereiten	41.1	11.8	4.49
	Service	42.0	12.1	4.59
	Tisch nach Essen reinigen	8.2	2.4	0.90
	Abwasch nach Essen	50.9	14.7	5.56
	Menüplan erstellen	4.3	1.2	0.47
Gästebetreuung	Konversation	62.7	100.0	6.85
Gästezimmer reinigen	Tägliche Gästezimmerreinigung	40.1	35.5	4.38
	Gästezimmer herrichten	67.4	59.7	7.37
	Gästezimmer abräumen	5.4	4.8	0.59
	Gästezimmer zwischenreinigen	0.0	0.0	0.00
Arbeitsräume reinigen	Grundreinigung Speisesaal	6.3	7.4	0.69
	Grundreinigung Buffetraum	1.6	1.9	0.17
	Grundreinigung Arbeitsräume	74.7	87.9	8.16
	Gästehausreinigung	2.4	2.8	0.26
Wäschepflege	Wäsche waschen	8.0	12.6	0.87
	Wäsche trocknen	21.8	34.3	2.38
	Wäsche bügeln und versorgen	33.7	53.0	3.68
	Nähen	0.1	0.1	0.01
Aussenpflege	Hof- und Gartenpflege	20.7	100.0	2.26
Betriebsorganisation	Zimmerplan	2.1	3.0	0.23
	Abrechnung	1.6	2.3	0.17
	Hausprospekte erstellen	1.5	2.1	0.16
	PR-Arbeit	2.4	3.4	0.26
	Anreise der Gäste	1.9	2.7	0.21
	Abreise der Gäste	1.2	1.7	0.13
	Einkauf	32.6	46.5	3.56
	Bank- und Behördenwege	12.5	17.8	1.37
	Reparaturarbeiten	6.6	9.5	0.72
	Finanzen verwalten	7.7	11.0	0.84
Summe TÄGLICHE TAETIGKEITEN		606.3	($\pm$ 10.1 AKh/d)	66.3
Summe NICHT TÄGLICHE TAETIGKEITEN		308.8	($\pm$ 5.2 AKh/d)	33.7
GESAMTSUMME		915.1	($\pm$ 15.3 AKh/d)	100.0

Mahlzeiten

Die Zubereitung und Bewirtung von Frühstück und viergängiger Hauptmahlzeit machen mehr als die Hälfte des Gesamtarbeitszeitbedarfs aus (**Abbildung 2**). Dieser hohe Zeitanteil würde beispielsweise bei der ausschliesslichen Vermietung von Ferienwohnungen ohne Verpflegung wegfallen. Für das Salatbuffet werden acht verschiedene Frischsalate gerüstet. Der tägliche Arbeitszeitbedarf für die Zubereitung der Salate beträgt 91 Arbeitskraftminuten (AKmin) bzw. durchschnittlich 11 AKmin pro Salat und hat damit den grössten Anteil am Gesamtverfahren.

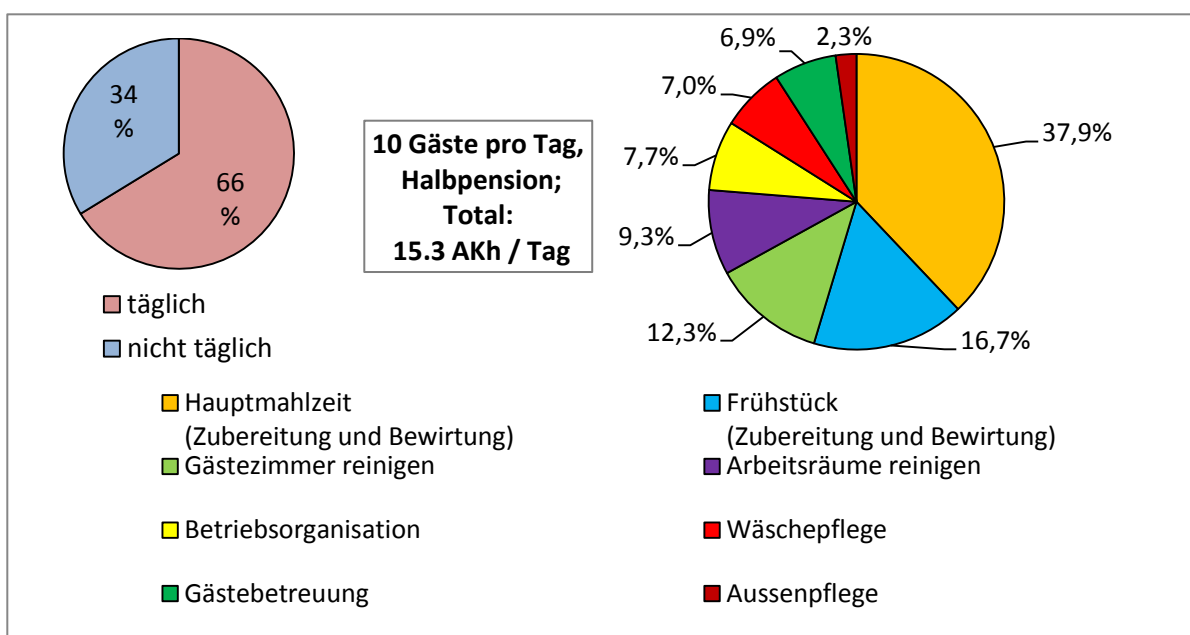


Abbildung 2: Rund zwei Drittel der Tätigkeiten werden täglich erledigt. Die Zubereitung und Bewirtung der Mahlzeiten beanspruchen mehr als die Hälfte des gesamten Arbeitszeitbedarfs

Frühstückspension versus Halbpension

Für die Unterbringung der Gäste mit Halbpension, d.h. Frühstück und Hauptmahlzeit, ist im Vergleich zur Frühstückspension mit einem rund dreifach höheren Arbeitszeitbedarf zu kalkulieren (**Abbildung 3**).

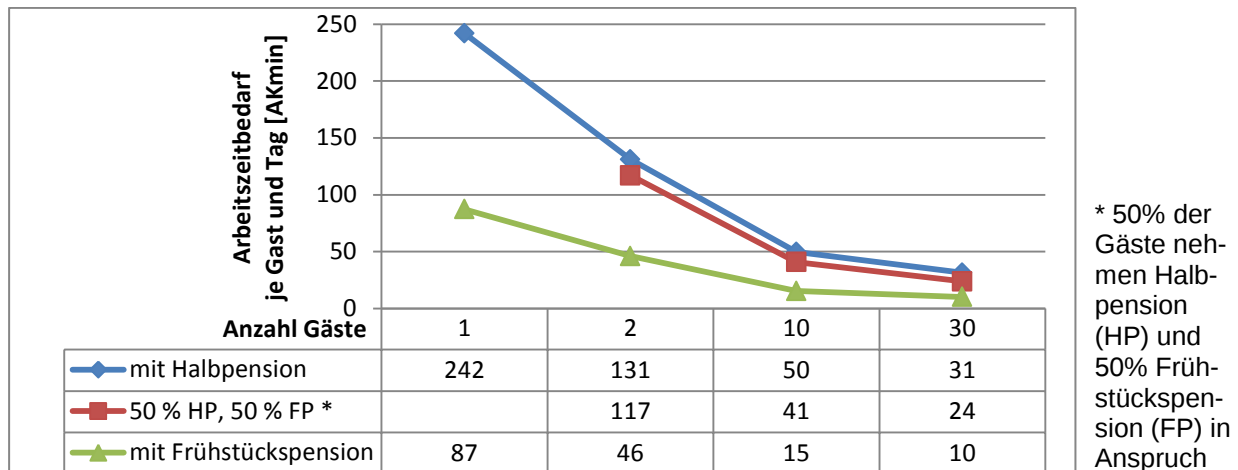


Abbildung 3: Der Arbeitszeitbedarf für die Zubereitung einer mehrgängigen Hauptmahlzeit ist hoch im Vergleich zu einem Frühstück. Bei Halbpension spielt es kaum eine Rolle, ob alle Gäste oder nur ein Teil diese Pensionsform buchen

Nach dem Frühstück wird das Geschirr vom Tisch abgetragen und Krümel von Tisch, Sitzflächen und Fussboden entfernt. Nach einer Hauptmahlzeit wie beispielsweise dem Abendessen wird lediglich gelüftet (Fenster öffnen) und die Tischdecke gewechselt. Das Abtragen von Geschirr bei einem Hauptmenü ist im Arbeitsverfahren «Service» enthalten. Der Zeitaufwand für das Frühstück liegt mit 153 AKmin deutlich über dem Zeitbedarf für das Bereitstellen und Abräumen einer Hauptmahlzeit mit 124 AKmin (ohne Zubereitung).

Zimmerkategorie

Der Arbeitszeitbedarf für die Unterbringung der Gäste in unterschiedlichen Zimmerkategorien ist in **Abbildung 4** dargestellt. Üblich sind die Kategorien Doppel-, Drei- und Vierbettzimmer. Der Zeitbedarf für die täglichen Reinigungsarbeiten eines Doppelzimmers beträgt 14 AKmin. Werden zwei Gäste in diesem Zimmer untergebracht, halbiert sich der Arbeitszeitbedarf pro Gast auf 7 AKmin. Für die Unterbringung von drei Gästen müssen zwei Doppelzimmer belegt werden, wodurch der Arbeitszeitbedarf pro Gast deutlich steigt (27 AKmin). Bei vier Gästen sinkt er wieder, wenn zwei Doppelzimmer belegt werden.

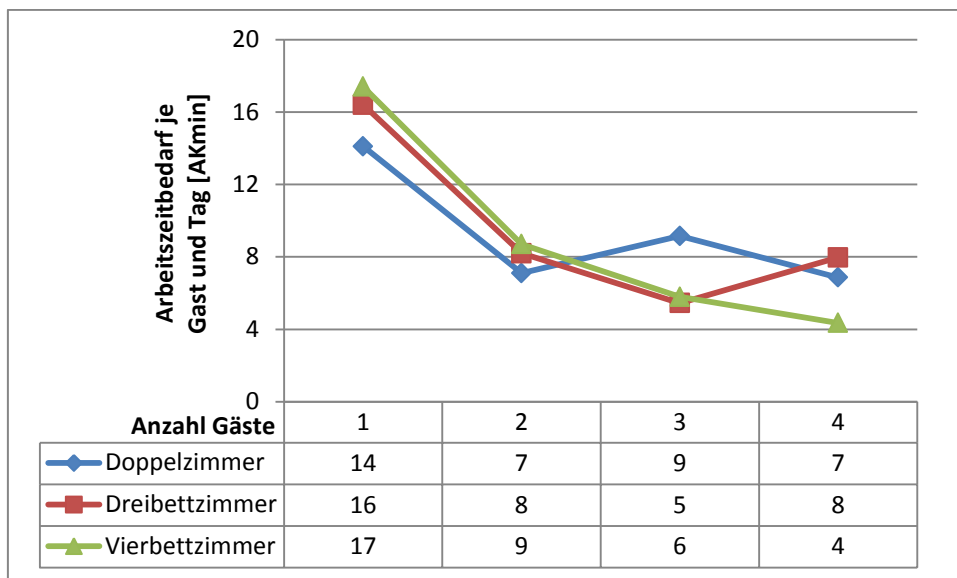


Abbildung 4: Der Zeitbedarf für die tägliche Zimmerreinigung im Doppelzimmer beträgt 14 AKmin pro Tag. Unter der Annahme, dass alle Gäste in derselben Zimmerkategorie untergebracht sind, nimmt der Zeitbedarf jeweils zu, wenn ein weiteres Zimmer belegt wird.

Aufenthaltsdauer

Die Aufenthaltsdauer der Gäste beeinflusst vor allem Betriebsorganisationstätigkeiten wie beispielsweise die An- und Abreise von Gästen, die Abrechnung des Zimmers, Bank- und Behördenwege, etc., aber auch die Reinigung der Gästezimmer und die anfallende Wäsche. Im Modellbetrieb wie in der Praxis wird bei einer Aufenthaltsdauer von zehn und mehr Tagen eine gründliche Zwischenreinigung etwa nach der Hälfte des Aufenthalts durchgeführt. Bei dieser Zwischenreinigung werden u.a. die Betten frisch bezogen und die Fenster geputzt. Der Arbeitszeitbedarf steigt demzufolge bei einer zehntägigen Aufenthaltsdauer wieder leicht an (**Abbildung 5**).

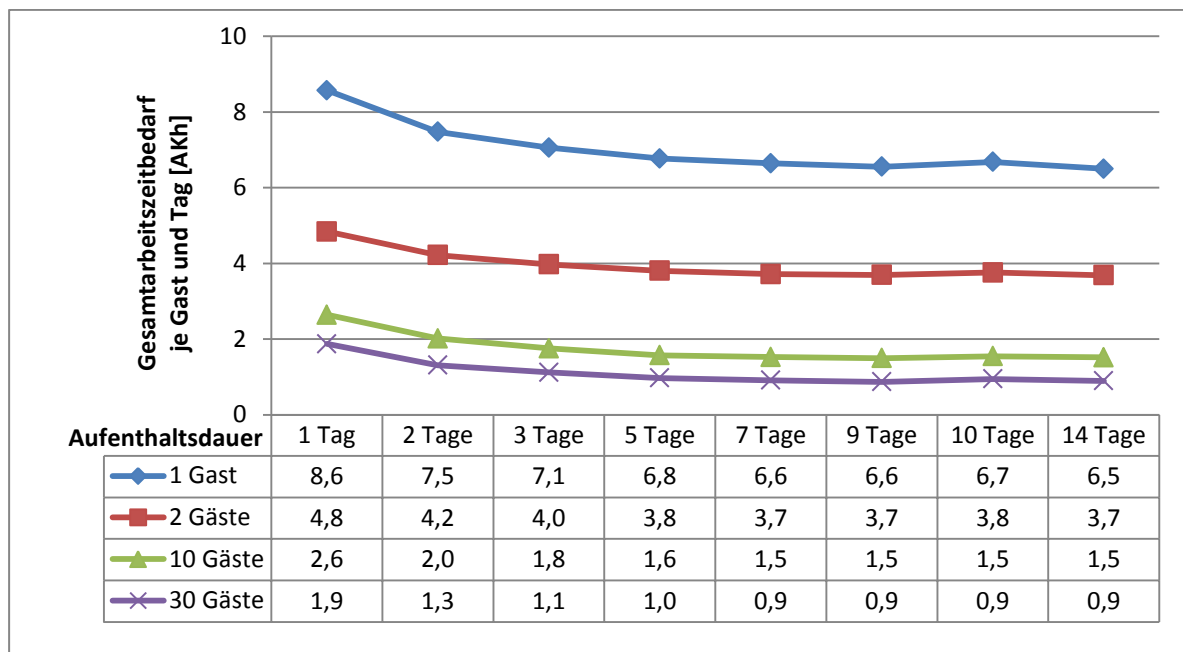


Abbildung 5: Ab einer Aufenthaltsdauer von fünf Tagen verringert sich der tägliche Zeitbedarf pro Gast kaum noch. Wird eine zusätzliche gründliche Zwischenreinigung der Zimmer durchgeführt, in der Regel bei Aufenthalten von zehn Tagen und länger, steigt der Zeitbedarf tendenziell.

Methodenvergleich

Das Ergebnis der Arbeitstagebuchauswertung von 24 AKh/Tag für die Beherbergung von zehn Gästen in Doppelzimmern weicht deutlich von dem nach der kausalen Methode erhobenen und modellierten Zeitbedarf von 15,3 AKh/Tag ab. Der Grund hierfür ist, dass einerseits die Erhebungsmethode «Arbeitstagebuch» Schätzwerte liefert, die unter anderem auch Stör- und Ruhezeiten beinhalten. Andererseits wurde der Arbeitszeitbedarf für die unterschiedlichen Gästezahlen durch Regressionsrechnungen ermittelt.

Tabelle 4: Grosse Zeitbedarfsunterschiede zwischen den einzelnen Studien

Studie	Pensionsform und Anzahl Gäste	AKmin pro Gast und Tag
AID ¹ (1987)	mit Frühstückspension bei 4 Gästen	26.0
	mit Frühstückspension bei 8 Gästen	23.0
KTBL ² (1994)	mit Frühstückspension	40.0
BMLFUW ³ (2003)	mit Frühstückspension bei 2 Gästen	44.6 bis 47.3
KTBL (2006)	mit Halbpension bei 8 Gästen	54.8
Eigene Untersuchungen (2013)	mit Frühstückspension bei 10 Gästen	50.4
	mit Halbpension bei 10 Gästen	91.5

1) Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

2) Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft

3) Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Vor allem bei der Zubereitung der Speisen weisen die Ergebnisse nach finaler und kausaler Methode eine hohe Differenz hinsichtlich der Arbeitszeit auf. Dies ist hauptsächlich auf die unterschiedlichen Datengrundlagen zurückzuführen (Arbeitstagebuch: Schätzwerte der Arbeitspersonen auf dem Untersuchungsbetrieb; Einzelzeitmessung: KTBL DATENSAMMLUNG «URLAUB AUF DEM LANDE» 2006). Ein Vergleich mit bereits vorhandener Literatur zeigt die Unterschiede zwischen den Studien auf (**Tabelle 4**).

Die grosse Spannweite zwischen den Ergebnissen begründet sich in unterschiedlichen Annahmen bei Einflussgrössen und Arbeitsverfahren. Diese Tabelle soll daher eine Übersicht geben, in welchem Rahmen sich der tägliche Arbeitszeitbedarf pro Gast für Tätigkeiten der bäuerlichen Gästebeherbergung bewegt.

Wie kann optimiert werden?

Folgende arbeitsorganisatorische Optimierungsmöglichkeiten, die im Zuge der Erhebungen ermittelt wurden, können bei der termingerechten Erledigung der Arbeiten helfen. Die angegebenen Zeiten beziehen sich, wie im Modellbetrieb angenommen, auf die Beherbergung von zehn Gästen:

- Beim Servieren der Speisen an den Gästetisch wird durch die Reduzierung der Gehwege eine effiziente Serviertechnik ermöglicht. Im Modellbetrieb beträgt die Strecke von der Küche zum Gästetisch 12 m. Gelingt es beispielsweise, diese Distanz auf 6 m zu verkürzen, verringert sich der Zeitbedarf für den Service um 4 AKmin pro Tag.
- Für die Zubereitung von sechs statt acht verschiedenen Frischsalaten verringert sich der Zeitbedarf für das Rüsten von 91 auf 74 AKmin, was einer Zeiteinsparung von 18,5 Prozent entspricht. Dabei ist bereits berücksichtigt, dass von den sechs Salaten entsprechend grössere Mengen zubereitet werden müssen.
- Beim Geschirrspülen ergeben sich Optimierungsmöglichkeiten, indem die Kapazität des Geschirrspülers bestmöglich ausgenutzt wird. Dadurch werden Spülvorgänge reduziert. Durch manuelles Vorspülen während eines Maschinenspülgangs wird das Spülergebnis verbessert und der Zeitbedarf für eventuelles Nachreinigen verringert.
- Beim Buffetaufbau für das Frühstück wird die Anzahl der Wege zwischen Küche und Frühstücksraum durch Verwenden eines Tablettts oder Servierwagens verringert.
- Das Anrichten der Wurst- und Käseplatten benötigt Zeit. Zeiteinsparungen werden durch eine sinnvolle Anordnung der Packungen und Platten auf der Arbeitsfläche erreicht.
- Bei einer Reduktion der Fensterreinigungen im ganzen Haus von zweimal auf einmal pro Monat verringert sich der mittlere tägliche Arbeitszeitbedarf um 8 AKmin.
- Bei der Hof- und Gartenpflege machen vor allem das Giessen und das Jäten den zeitlichen Hauptanteil aus. Beim Giessen, das alle zwei Tage von Hand durchgeführt wird, kann alternativ eine zeitgesteuerte Sprenkelanlage eingesetzt werden. Dadurch werden 27 AKmin pro Tag eingespart.

- Das Einkaufen bietet grosses Optimierungspotenzial. Auf eine gute Planung ist zu achten, um unnötige Wege wegen Kleinigkeiten zu vermeiden.
- Die Wegzeiten spielen grundsätzlich eine wichtige Rolle in Arbeitsabläufen, so auch bei der Reinigung und Vorbereitung der Gästezimmer vor der Belegung. Durch gute Arbeitsorganisation können Wegzeiten verringert werden.
- Eine gründliche Einweisung der Mitarbeitenden vor Arbeitsbeginn, bei Bedarf in schriftlicher Form (Arbeitsablaufplanung, Notfallhandbuch, etc.), verhindert mangelhaft ausgeführte Arbeiten, die wiederholt oder korrigiert werden müssen, und eliminiert unnötige Wegzeiten.

Schlussfolgerungen

Die Analyse des Arbeitszeitbedarfs in der bäuerlichen Gästebeherbergung zeigt, dass bei einem Gast mit Frühstückspension ein Gesamtarbeitszeitbedarf von mindestens 4,3 AKh pro Tag aufgewendet werden muss. Vor allem das Zubereiten der Speisen ist massgeblich für den hohen Gesamtarbeitszeitbedarf verantwortlich.

Auf dem Untersuchungsbetrieb werden in der Hauptsaison im Sommer im Durchschnitt zehn Gäste mit Halbpension untergebracht. Dies entspricht einem täglichen Arbeitszeitbedarf von rund 15 AKh. In den Zeiten, in denen keine Gäste beherbergt werden, fallen ausser einigen Betriebsorganisationstätigkeiten kaum Arbeiten in der Gästebeherbergung an. Die Stosszeiten sind, je nach Buchungslage, meist nur durch den Einsatz zusätzlicher Fremdarbeitskräfte (Praktikanten, Lehrlinge, Angestellte, etc.) zu bewältigen.

Bei der Planung des Betriebszweigs Gästebeherbergung sowie bei der Angebotserstellung sollte daher neben finanziellen Aspekten und räumlichen Gegebenheiten vorab geklärt werden, wie viele Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, um die optimale Verpflegungsform für den jeweiligen Betrieb zu finden.

Literatur

AUSWERTUNGS- UND INFORMATIONSDIENST FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (AID) E.V. (1987): Was Sie wissen sollten...wenn Sie Urlaubsgäste aufnehmen. AID-Schriftenreihe 1109, 22–24

BMLFUW (2003): Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Referat II 2b – Beratung, Wien. S. 264f

BUNDESAMT FÜR STATISTIK (2012):

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/07/03/blank/ind24.indicator.240201.2402.html>, Stand: 11.07.2012. Abgerufen am 28.2.2013

HELFENBERGER R. (2002): Arbeitsvoranschlag Bauernhaushalt. Richtzahlen und Anleitung für Analyse und Planung. 4. Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau, LBL

KTBL (1994): Urlaub auf dem Lande – Gäste auf dem Bauernhof. Wirtschaftlichkeitsberechnung. KTBL-Schriften. Arbeitspapier 194. 36

KTBL (2006): Urlaub auf dem Lande. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. 4. Auflage. Darmstadt. 2006

- KTBL (2008):** Hauswirtschaft. Daten für professionelle Dienstleistung. Investitionsbedarf, Arbeitszeit und Kosten. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Darmstadt. 2008
- KTBL (2011):** Direktvermarktung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. 4. Überarbeitete Auflage. Darmstadt. 2011
- RAUTER K. (2012):** Arbeitszeitbedarf der bäuerlichen Gästebeherbergung. Methodenvergleich in der Erhebung von Arbeitszeiten zur Identifikation von Optimierungspotenzialen am Betrieb. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien
- ROSSIER R. (1996):** Arbeitszeitaufwand im bäuerlichen Haushalt. Schriftenreihe Band 42. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon
- SCHWEIZERISCHER BAUERNVERBAND SBV (2013):** Argumente für die Schweizer Landwirtschaft. http://www.sbvusp.ch/fileadmin/user_upload/bauernverband/Taetigkeit/Argumente/09_Paralandwirtschaft.pdf. Abgerufen am 25.2.2013
- STATISTIK AUSTRIA (2013):**
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/betriebsstruktur/index.html, Stand: 13.02.2013. Abgerufen am 28.2.2013
- STATISTISCHES JAHRBUCH ÜBER ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2012):** Herausgeber: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- VOGT L. (2010):** Alp- und agrartouristische Wertschöpfungspotenziale. Wettbewerbsfaktoren, Erfolgsfaktoren und Herausforderungen. Ein strategischer Leitfaden. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf. S. 7 und 18

Ergonomische Checkliste für die Landwirtschaft – eine Veröffentlichung des International Labour Office (ILO)

Martina Jakob

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.

Zusammenfassung: Die ergonomische Checkliste beschreibt 100 Beispiele guter Arbeitspraxis und der Entwicklung ländlicher Räume. Eine Handlungsanleitung beschreibt ausführlich die richtige Anwendung des Leitfadens. Partizipation ist Kernbestandteil für einen erfolgreichen Einsatz. Alle 100 Beispiele sind auf je zwei Seiten beschränkt. Es handelt sich um kostengünstige Möglichkeiten zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen im ländlichen Umfeld.

1 Einleitung

Die Landwirtschaft zählt weltweit zu den am häufigsten von arbeitsbedingten Unfällen und Krankheiten betroffenen Sektoren. Aus diesem Grunde hat die ILO (International Labor Office) in Zusammenarbeit mit einer Gruppe von Experten der Internationalen Ergonomischen Vereinigung (IEA) einen Leitfaden erarbeitet, der eine Vielzahl von Hinweisen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsmitteln, zu Arbeitstechniken, zur Unfallverhütung sowie zur Gestaltung von Arbeit und Erholung gibt.

Die Grundlage für diesen Leitfaden bildet eine in Vietnam gestartete Kampagne zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen im Rahmen der Nachbarschaftsentwicklung (WISE), um dort im partizipatorischen Ansatz Kleinbauern Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit näher zu bringen. Der große Erfolg sowie die Übertragung dieses Ansatzes in andere arme Regionen dieser Welt resultierten in einer Neuauflage mit noch breiterem Anwendungsspektrum. Erstmals sind auch explizit die Industrieländer angesprochen.

2 Methodik

Der vorgestellte und in englischer Sprache verfasste Leitfaden beinhaltet 100 bebilderte sogenannte „Checkpoints“, einfache und mit nur geringen Kosten verbundene Beispiele zur Verbesserung der Arbeitsumgebung. Folgendes Vorgehen für die erfolgreiche Anwendung ausgewählter Beispiele wird vorgeschlagen:

Verschaffen Sie sich zunächst einen guten Überblick über den Arbeitsplatz bzw. den Betrieb. Befragen Sie den Betriebsleiter nach allen wichtigen Details zur Produktion, den Arbeits- und Pausenzeiten sowie nach bestehenden innerbetrieblichen Problemen.

Je nach Betriebsgröße wird dann ein Arbeitsumfeld ausgewählt, bei kleinen Betrieben kann aber auch der gesamte Betrieb begutachtet werden. Um einen Arbeitsplatz zu

verbessern genügt eine erste Auswahl von etwa 20-50 der 100 beschriebenen Checkpoints.

Lesen Sie die Checkliste durch und laufen Sie aufmerksam durch den Betrieb bzw. die ausgewählte Arbeitsumgebung. Die Checkliste beinhaltet alle 100 Checkpoints aus denen eine Auswahl zu treffen ist. Lesen Sie diese nach dem Rundgang durch und beantworten Sie für jeden Checkpoint, ob Handlungsbedarf besteht oder nicht.

Nach Beantwortung aller Positionen sehen Sie sich alle mit Handlungsbedarf markierten Punkte an und benennen Sie die Priorität.

Diskutieren Sie im Anschluss gemeinsam mit dem Betriebsleiter sowie ausgewählten Arbeitskräften sowohl ob Übereinstimmung in den Bereichen ohne Handlungsbedarf besteht als auch inwieweit die Bereiche, in denen Sie Handlungsbedarf für notwendig halten, auf Konsens stoßen. Wählen Sie gemeinsam als Gruppe 30-50 Checkpoints aus.

3 Ergebnisse

Die aufgeführten 100 Verbesserungsvorschläge sind thematisch gegliedert und umfassen folgende Bereiche:

- Lagerung und manuelle Lastenhandhabung
- Arbeitsplatz und Werkzeuge
- Maschinensicherheit
- Landwirtschaftliche Fahrzeuge
- Arbeitsumgebung
- Umgang mit Gefahrstoffen
- Umweltschutz
- Soziale Einrichtungen
- Kooperation in Familie und Gemeinschaft
- Arbeitsorganisation und Arbeitszeit

Das nachfolgende Beispiel, der Checkpoint 50 aus dem Kapitel *Arbeitsumgebung*, soll die Struktur der Vorschlagssammlung verdeutlichen.

Die in **Abbildung 1 und 2** dargestellte Checkpoint zeigt zum einen bildhafte Beispiele sinnvoller Belichtung, zum anderen werden die Gründe benannt, warum eine optimale Beleuchtung wichtig ist.

CHECKPOINT 50

Relocate lights, or provide task lights, to ensure that there is sufficient lighting for the type of work being done.

WHY

Sufficient lighting is required, especially for precision or inspection work. This is also true for handling of farm products. An easy way to get enough lighting is to relocate lights nearer your work, so as to have more light at the work surface.

Appropriately placed task lights greatly improve the quality and safety of work. A combination of general and local lights is also useful to meet the specific requirements of different tasks.

HOW

1. Provide sufficient lighting, considering the nature of the tasks. Check whether more light is needed to improve the quality or safety of work. This is particularly important for precision or inspection work, such as dealing with high-quality products.
2. Where appropriate, change the height or positions of lamps and the direction of light falling on objects. You can also try to change the positions of work tables to obtain better lighting.
3. Place local lights near and above precision or inspection work. Local lights with a proper shield should be in a position where they don't cause disturbing shadows or glare for the eyes of the worker.
4. Always ensure a good combination of general and local lights. This helps keep an appropriate contrast between the working position and the background.
5. Regularly maintain the lighting equipment. Clean lamps and windows regularly. Change worn-out bulbs and tubes.

WAYS TO PROMOTE COOPERATION

People usually know where they need more light for safer and more productive work. Discuss with co-workers and among family members where you can improve lighting, such as for work done indoors, and done in the evening or very early morning. There are many ways of improving lighting at low cost.

SOME MORE HINTS

- Combine the use of daylight and lamps; this is usually the most acceptable and cost-effective way to improve lighting.
- Where appropriate, use local lights that are easy to move and arrange in a desired position.
- Consider the age of the persons doing precision or inspection work. Older people need more light.

POINTS TO REMEMBER

Provide sufficient and good-quality lighting at minimum cost. Combine general and local lights where appropriate.

Abbildung 1: Textteil zum Checkpoint 50



Figure 50a. Relocate lights to obtain sufficient lighting for precision or inspection work.

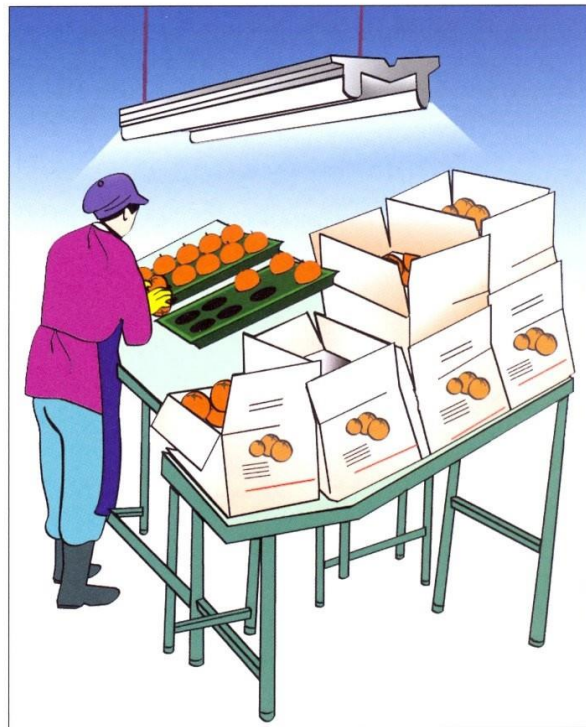


Figure 50b. Make sure that the lights are bright enough without causing shadows or glare.

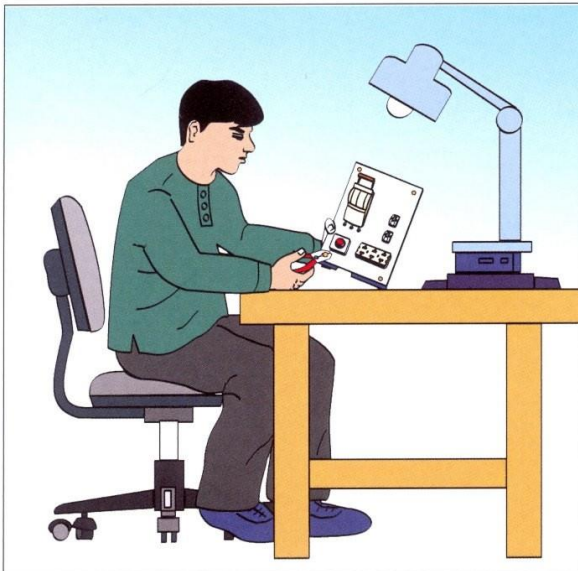


Figure 50c. Provide a task light for precision work. You can check the appropriate position for the light by considering the type of work done.

Abbildung 2: Bildseite des Checkpoint 50

Alle Checkpoints werden auf zwei Seiten beschränkt mit einer Text- und einer Bildseite. Zwei wichtige Erfolgsfaktoren, die Verbesserung an lokale bzw. betriebliche Strukturen anzupassen sowie den partizipatorischen Ansatz zu verfolgen, durchziehen das gesamte Buch.

4 Fazit

Obwohl die Durchsicht der Checkpoints zu dem Ergebnis führen kann, dass die Vorschläge doch selbstverständlich seien, kann die Auseinandersetzung mit dem breiten Spektrum der sogenannten Betriebsblindheit entgegen wirken.

Der partizipatorisch Ansatz ist wesentlicher Bestandteil der erfolgreichen Implementierung von Änderungen technischer oder organisatorischer Art. Nicht nur die Akzeptanz der Maßnahmen erhöht sich durch die Einbeziehung der Betroffenen, sondern vielfach haben die Betroffenen die besten Verbesserungsvorschläge. Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer an Entscheidungen teilhaben zu lassen ist nicht selbstverständlich, ist aber anerkannt als Motivationsfaktor und erhöht die Arbeitszufriedenheit.

Die Umsetzung der Maßnahmen sollte terminlich festgesetzt werden. Für die Umsetzung muss ein Verantwortlicher oder auch eine Gruppe Verantwortlicher benannt werden. Die notwendigen Materialien müssen zur Verfügung stehen. Eine Wertschätzung für die an der Umsetzung beteiligten Personen sollte erfolgen. Die Gesamtheit der umzusetzenden Maßnahmen sollte in einem Plan mit Prioritäten festgesetzt werden. Dabei ist in kurzfristige und langfristige Maßnahmen zu unterscheiden.

„Erkläre es mir und ich werde es vergessen. Zeige es mir und ich werde mich erinnern. Lasse mich daran teilhaben und ich werde es verstehen.“ So lautet eine Weisheit des chinesischen Philosophen Konfuzius aus dem fünften Jahrhundert vor Christus und die zusammengefasste Botschaft des Leitfadens ließe sich wohl ebenfalls kaum besser formulieren.

Aerosoleinsatz als Maßnahme zur Emissionsminderung in Tierhaltungsanlagen zum Schutz der Tierbetreuer

Aerosol use as a measure to reduce emissions in livestock systems for the protection of animal handler

Peter Muckenhuber^{1,3}, Maximilian Schuh², Josef Boxberger³, Gerhard Moitzi³

¹ Peter Muckenhuber Consulting, Richard-Wagner-Straße 5, A-4020 Linz,
E-Mail: office@muckenhuber.info

² Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

³ Universität für Bodenkultur, Institut für Landtechnik, Peter-Jordan-Straße 82,
A-1190 Wien

Zusammenfassung: Die Untersuchung beschreibt die konzeptionelle Neuentwicklung einer Verteiltechnik für Aerosole in der Mastschweinehaltung, mit dem Zweck die Emissionen (u. a. gasförmige Emissionen, Keime und Gerüche) zum Schutze der Tierbetreuer und Tiere zu reduzieren. Dies wurde in einem Mastschweinebetrieb getestet. Dabei wurde festgestellt, dass sich das entwickelte Verfahren als emissionsmindernde Maßnahme für relevante Stallklimafaktoren (u. a. gasförmige Emissionen, Keime und Gerüche) eignet. Abschließend folgt ein Ausblick auf weiterführende Arbeiten.

Deskriptoren: Emissionsminderung, Bio-Aerosole, Staub, gasförmige Emissionen, Keime, Geruch, Tierhaltung, Aerosoleinsatz, Gesundheit und Sicherheit, Wohlbefinden, BVT (Beste Verfügbare Technik)

Summary: *The study describes the conceptual development of a new distribution technology for aerosols in the pig fattening, with the purpose to reduce emissions (including gaseous emissions, germs and odours) to protect the animal handlers and animals. This was tested in a pig finishing unit. It was found that the developed method is suitable as an emission reduction measure for relevant stable climate factors (including gaseous emissions, germs and odours). Finally, an outlook on further work is included.*

Keywords: *emission reduction, bio-aerosols, dust, gaseous emissions, germs, odour, livestock, aerosol technology, health and safety, well-being, BAT (best available techniques)*

1 Einleitung

Die Landwirtschaft ist generell von einem fortschreitenden Strukturwandel mit der Tendenz zu größeren Produktionseinheiten gekennzeichnet. Die Konzentration der Tierhaltungsanlagen führt neben gesellschaftlichen Problemen auch vermehrt zu Problemen

mit Emissionen und den daraus resultierenden Immissionen an diesen Standorten. Um dem potenziellen Problem der Immissionsbelastung aus Tierhaltungsanlagen zu begegnen, finden in vielen Ländern bereits Minderungsmaßnahmen gemäß BVT (beste verfügbare Technik) Anwendung. Darunter fallen sämtliche technische Maßnahmen wie der Einsatz von chemischen Abluftwäschern oder Biofiltern. Die genannten Beispiele sind „end-of-the-pipe-Technologien“.

Die technologische Bewertung der genannten Minderungsmaßnahmen für Emissionen ist entsprechend untersucht und auch anerkannt. Dennoch sprechen einige Argumente gegen den Einsatz der „end-of-the-pipe-Technologien“. Erstens sind dies die hohen Investitions- und Betriebskosten je Tierplatz. Zweites und wesentliches Argument ist, dass die „end-of-the-pipe-Technologien“ nur eine Außenwirkung erreichen und somit nur auf die Immissionen der Tierhaltungsanlagen Einfluss haben. Wenn über Emissionsminderungsmaßnahmen diskutiert wird, dann darf das Stallklima bzw. die Stallluft nicht unberücksichtigt bleiben. Denn für jeden Tierhalter gilt der Grundsatz, dass das Stallklima sowohl das Tier als auch den Menschen beeinflusst. Spätestens bei der Frage, wer insgesamt mehr Stunden im Stall verbringen wird – Mensch oder Tier – wird klar, welche Relevanz mögliche Minderungsmaßnahmen der Emissionen am Entstehungsort haben und dass dadurch zusätzlich auch die Immissionen positiv beeinflusst werden können.

Die Luft in Schweineställen setzt sich aus der Außenluft, die über das Lüftungssystem in den Stall gelangt, und aus Stoffen zusammen, die im Stall gebildet werden. Als Luftverunreinigungen werden diejenigen Komponenten der Stallluft bezeichnet, die üblicherweise nicht in der Luft von Ställen vorkommen oder in erhöhter oder stark erhöhter Konzentration regelmäßig oder zeitweilig auftreten. Zu diesen Stoffen zählen eine Vielzahl von Gasen, wie z. B. Ammoniak, Schwefelwasserstoff, erhöhte Konzentrationen an Kohlendioxid und über 100 weitere Spurengase, von denen viele auch Geruchsstoffe sind, und Partikeln, die unbelebt (Staub) oder belebt (z. B. Bakterien, Viren, Schimmelpilze) sein können. Hauptquellen sind die Tiere selbst, ihre Ausscheidungen, das Futter und (sofern vorhanden) die Einstreu. All diese Stoffe werden mit dem Luftstrom im Stall verteilt.

Gesundheitliche Folgen durch die im Stall vorkommenden belebten und unbelebten Partikel können bei Menschen und bei Tieren zu Schleimhautirritationen der Konjunktiven und der oberen Atemwege sowie zur Beeinträchtigung der Reinigungsfunktion des Flimmerepithels bis hin zu chronisch obstruktiven Pulmonalerkrankungen und allergischer Alveolitis führen. Eine eindeutige Abschätzung der Rolle der einzelnen Komponenten (u. a. Mikroorganismen, unbelebte Staubpartikel, Gase) für die Entwicklung von Atemwegserkrankungen bei Mensch und Tier ist allerdings kaum möglich. Solange keine spezifischen Krankheitserreger in dem für eine Infektion nötigen Umfang in der Luft vorliegen, kommt es allenfalls zu unspezifischen Atemwegsbelastungen. In der Regel treten manifeste respiratorische Erkrankungen erst durch das Zusammenspiel verschiedener Faktoren, wie die Anwesenheit pathogener Mikroorganismen, eine allge-

mein hohe Keimbelastung durch ubiquitär vorkommende Mikroorganismen, hohe Ammoniak- und Staubkonzentrationen sowie ungünstige Temperaturbedingungen im Stall auf.

Überlegungen zur Verhinderung langfristiger gesundheitlicher Beeinträchtigung soll das nachfolgende Beispiel zeigen: Eine durchschnittliche Stallarbeitszeit von zwei Stunden je Tag bedeutet, während eines gesamten Berufslebens (rd. 40 Jahre) ca. 30.000 Stunden im Stall zu verbringen. Ein Mastschwein kommt im Durchschnitt auf ca. 2.900 Stunden (ca. 120 Tage), zwar ohne Unterbrechung, aber mehr Stunden wird das Mastschwein im Durchschnitt nicht erreichen. Dieser Vergleich zeigt sehr deutlich, welche gesundheitliche Relevanz die Atmosphäre im Stall für den Tierbetreuer hat.

Letztendlich führen Atemwegserkrankungen zu einer temporären Gesundheitsbeeinträchtigung bzw. im schlimmsten Fall zu einer dauerhaften Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit, die wiederum keine weitere Berufsausübung in Bereichen mit erhöhten Emissionen aus Tierhaltungsanlagen mehr erlaubt. Für Betroffene in der landwirtschaftlichen Tierproduktion hat dies existenzielle Auswirkungen.

2 Ziel

In der durchgeführten Untersuchung wurde eine neu entwickelte Technik samt einer neu formulierten Wirkstofflösung mit der Zielsetzung erarbeitet und getestet, ob diese Technologie einer emissionsmindernden Maßnahme am Entstehungsort gerecht wird. Grundlagen dafür bieten unter anderem die veröffentlichte Richtlinie VDI 3894 Blatt 1 (2011-09) bzw. die IPPC-Richtlinie „The Intensive Rearing of Poultry and Pigs“ (2nd Draft 2013-08) zur Findung der besten verfügbaren Technik (BVT).

Dabei wurden Faktoren des Stallklimas wie Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, gasförmige Emissionen, Keime, sowie Geruch untersucht.

3 Material und Methode

Am Beginn wurden die relevanten Anlagenteile (Sprühtechnologie, Steuerungs- und Regeltechnik sowie Zumischtechnik) als technisches Konzept neu ausgearbeitet und danach im Versuchsbetrieb installiert. Hauptkriterium war, ein Aerosol mit einer mittleren Tröpfchengröße von ca. 20 µm zu erzeugen, ohne dabei das Betriebsmanagement des Versuchsbetriebes durch Mehraufwand oder Sicherheitsrisiken zu belasten. Zusätzlich wurde ein Wirkstoffkonzentrat im Schweinemaststall verteilt.



Abbildung 1: Sprühanlage (Prototyp) im Einsatz

Im Hauptversuch wurden 240 Mastschweine in drei baugleichen Stallabteilen zu je 80 Tieren verglichen. Dabei wurden drei Gruppen gebildet: zwei unterschiedliche Versuchsgruppen und eine Kontrollgruppe. Während des Versuches wurde laufend der Gesundheitsstatus der Tiere überprüft, technische Messungen durchgeführt und Aufzeichnungen zu ökonomischen Parametern wie beispielsweise tägliche Körpermassenzunahme vorgenommen.

Die Sprühanlage lief täglich von 8 bis 18 Uhr. In der Versuchsgruppe „Aerosol“ wurde in 15-minütigen Zyklen kurzzeitig die Wirkstofflösung verteilt. In der Versuchsgruppe „Kühlung“ wurde mit Wasser nach Bedarf laufend die Stalltemperatur reguliert.

4 Ergebnisse und Diskussion

Durch den Einsatz der neuen Technologie zur Emissionsminderung wurden auszugsweise die nachfolgenden Ergebnisse festgestellt. Die klimatischen Bedingungen im Stall wurden entsprechend verbessert. Zum einen konnte eine deutlich zu trockene Luft entsprechend mit Wasser angereichert werden. Somit wird eine dauerhafte Reizung der Schleimhäute mit bekannten Auswirkungen vermieden. Daneben konnte durch das Ausbringen des Aerosols eine Absenkung der Temperatur im Versuchsabteil „Kühlung“ um drei Kelvin festgestellt werden. Speziell in der Phase der Endmast von Schweinen wird durch nicht ideale klimatische Bedingungen der Kreislauf der Tiere hohen Belastungen ausgesetzt. Auch beim Mensch wirkt sich dieser klimatische Zustand entsprechend negativ auf das Wohlbefinden aus. Durch das ausgebrachte Aerosol trat ein Wohlfühleffekt ein, der durch eine Absenkung der Körperoberflächentemperatur der Tiere nachgewiesen werden konnte.

Die Ergebnisse für die gasförmigen Emissionen stellen sich wie folgt dar. Je nach vorherrschendem Belastungsniveau, stellt die Reduktion der gasförmigen Emissionen, hier im Speziellen Ammoniak eine wesentliche Verbesserung des Wohlbefindens sowie der

Arbeitsbedingungen in Tierhaltungsanlagen dar. Ammoniak konnte im Versuchsabteil gegenüber der Kontrollgruppe um bis zu 40% reduziert werden.

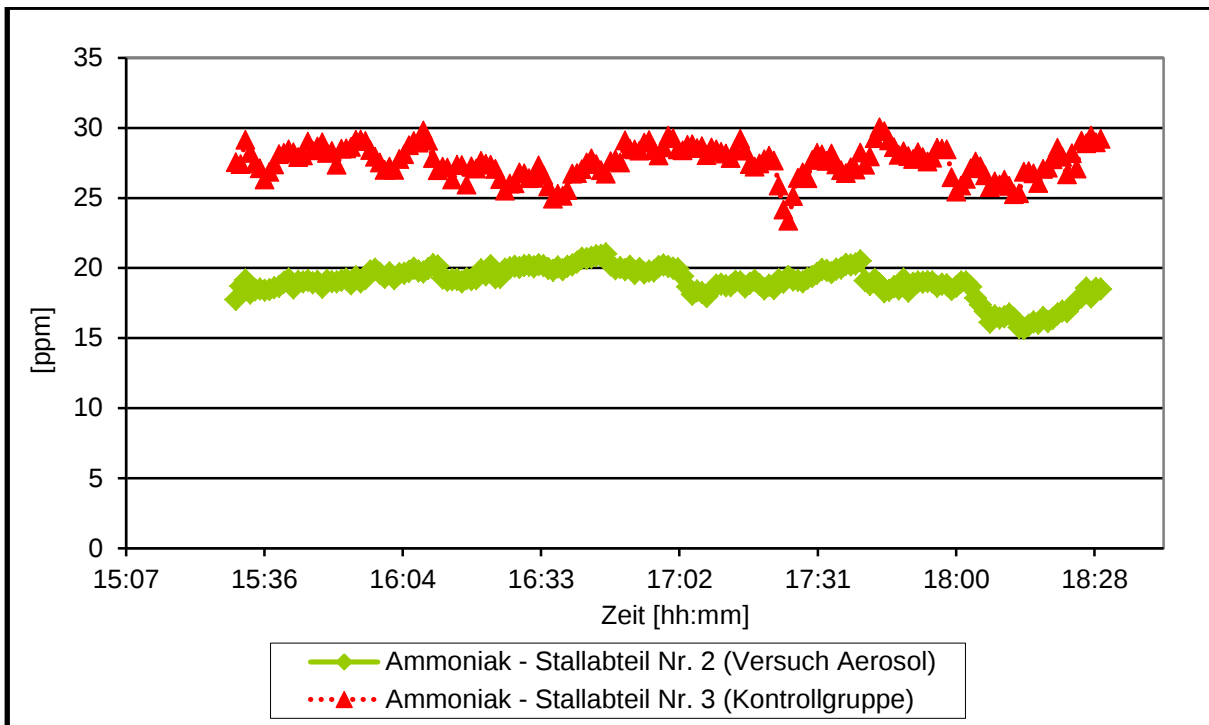


Abbildung 2: Reduktion gasförmiger Emissionen (Ammoniak)

In Schweinestallungen stellen die Ammoniakbelastungen ein wesentliches Problem dar, da die Schleimhäute und Atemwege der Tiere sowie des Betreuungspersonals gereizt werden. Daneben ist auch die Außenwirkung der Ammoniakemissionen zu berücksichtigen, weil bestehende gesetzliche Grundlagen und Umweltschutzauflagen einzuhalten sind. Die derzeit geltenden MAK-Werte (Österreich) für Ammoniak sind ein Tagesmittelwert (acht Stunden) von 14 mg/m³ bzw. 20 ppm und ein Kurzzeitwert von 35 mg/m³ bzw. 50 ppm.

Neben den gasförmigen Emissionen wurde auch eine Reduktion der luftgetragenen Keime nachgewiesen. Bei einer Einwirkzeit von 30 Minuten und gleichzeitig stillgelegter Lüftungsanlage wurde eine entsprechende keimhemmende Wirkung festgestellt. Durch den Einsatz einer vordefinierten Wirkstofflösung wird ermöglicht, dass bestimmte unerwünschte Mikroorganismen reduziert werden.

Tabelle 1: Keimreduktion (in Koloniebildende Einheiten je Kubikmeter Stallluft)

	Messung 1 (vor dem Ausbringen des Aerosols)	Messung 2 (30 Minuten nach dem Sprühen)
Gesamtkeimanzahl aerob	154.000	59.800
Gesamtkeimanzahl anaerob	77.200	16.500
Aerobe Sporenbilder (Bacillus)	400	0
Streptokokken	21.600	21.200
Microkokken	84.800	26.800
Schimmelpilze	4.800	700
Hefen	7.900	2.300
Staphylokokken	24.500	4.070

Speziell in der Intensivtierhaltung von Schweinen ist die Reduktion von pathogenen Mikroorganismen notwendig, um den Infektionsdruck für die Tiere zu vermindern und damit deren Immunstatus zu erhöhen. Des Weiteren ermöglicht die Reduktion der pathogenen Mikroorganismen eine verminderte Ausscheidung von Krankheitserregern und in weiterer Folge mildere Verläufe von Infektionskrankheiten. Letztlich mündet die Gesamtheit der Maßnahmen in einem geringeren Arzneimiteleinsatz sowie in einer Tierhaltung mit erhöhtem Gesundheitsstatus. Dass neben den Tieren auch die Tierbetreuer davon profitieren, ist ein weiterer wesentlicher Vorteil des Aerosoleinsatzes zur Emissionsminderung am Entstehungsort. Auch die potenzielle Gefahr der Keimübertragung innerhalb von Tierhaltungsanlagen wird reduziert. Die keimhemmende Wirkung hat somit nicht nur für die Emissionsquelle eine Relevanz, sondern auch für das Immissionsgebiet, da die emittierte Luft mit einer geringeren Konzentration an Keimen belastet ist.

Neben den Reduktionen der gasförmigen Emissionen und der Keimbelastung war durch das Verteilen der Wirkstofflösung als Aerosol eine deutliche Staubbindungskapazität erkennbar. Dazu wurden jedoch keine Messungen durchgeführt. Da jedoch Staub im Allgemeinen für die Belastungen am Arbeitsplatz von Relevanz ist, wird dieses subjektive Ergebnis angeführt. In der Literatur wird das Ausbringen von Aerosolen mit Zusatzstoffen mit beträchtlichen Staubreduktionspotenzialen bestätigt. Somit stellt die Reduktion von luftgetragenen Partikel, in der Größe von einatembaren bis alveolengängigen Partikel, einen wesentlichen Beitrag zur Aufrechterhaltung der Gesundheit der Tierbetreuer dar.

Als letztes relevantes Untersuchungsergebnis konnte durch das Verteilen der Wirkstofflösung als Aerosol die Geruchsstoffkonzentration reduziert bzw. die Geruchsbewertung verbessert werden. Die Ergebnisse zur geruchlichen Verbesserung beruhen auf mehreren Faktoren. Einerseits wird durch den Einsatz eines ätherischen Öles in der Wirkstofflösung eine geruchliche Beeinflussung in der Stallluft vorgenommen, andererseits wird durch das Ausbringen des Aerosols im Allgemeinen der Anteil der geruchstragenden

Fracht (u. a. Staubpartikel) reduziert. Dies ist die Erklärung, weshalb durch den Aerosoleinsatz eine Erhöhung oder Senkung der Geruchsstoffkonzentration erreicht wurde, dabei ist der jeweilige Verdünnungsgrad der Wirkstofflösung zu berücksichtigen.

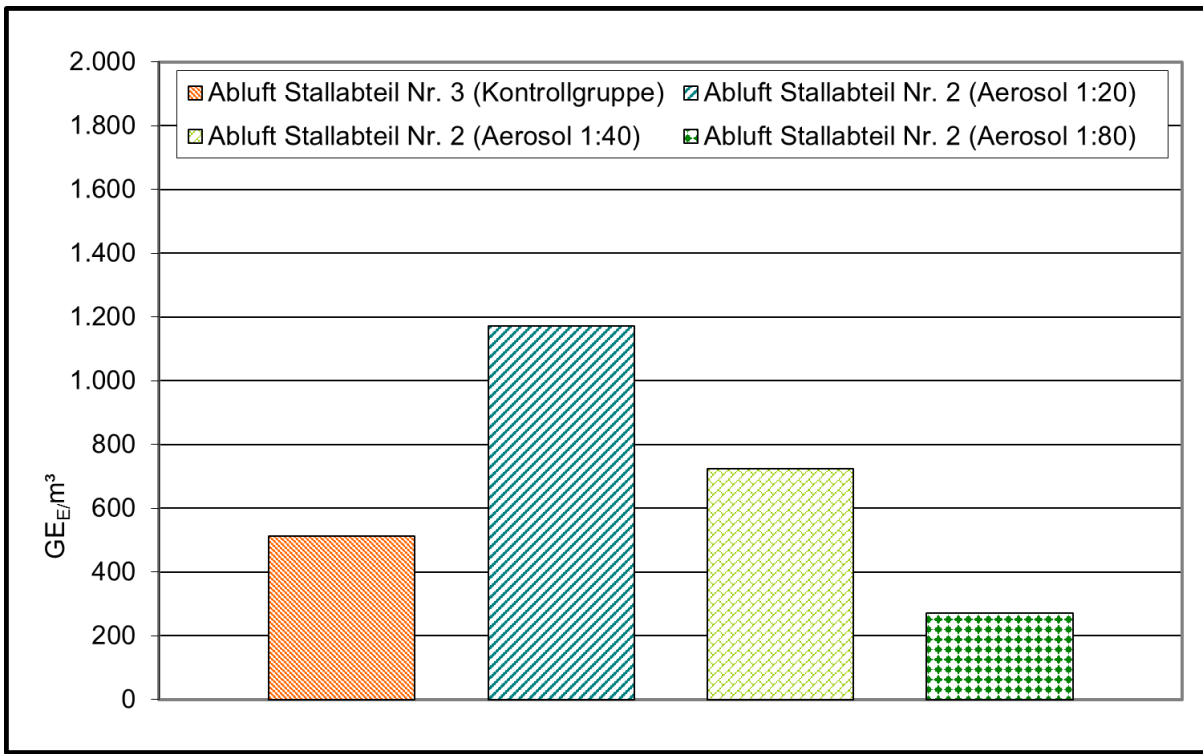


Abbildung 3: Geruchsstoffkonzentrationen bei unterschiedlichen Verdünnungsgraden des Wirkstoffkonzentrats als Aerosol

Das zweite Ergebnis ist die geruchliche Bewertung der Stallluft. Die hedonischen Ergebnisse zeigen, dass die mit dem Aerosol behandelte Luft ein angenehmeres Geruchsempfinden bestätigt bzw. früher den Neutralpunkt erreicht. Letztlich ist dieses Ergebnis so zu interpretieren, dass durch den Aerosoleinsatz die ergonomischen Bedingungen am Arbeitsplatz verbessert wurden bzw. das Wohlbefinden der Tierbetreuer steigt, da die geruchliche Belastung, als Geruchsstoffkonzentration oder Geruchsempfinden gesehen, sinkt.

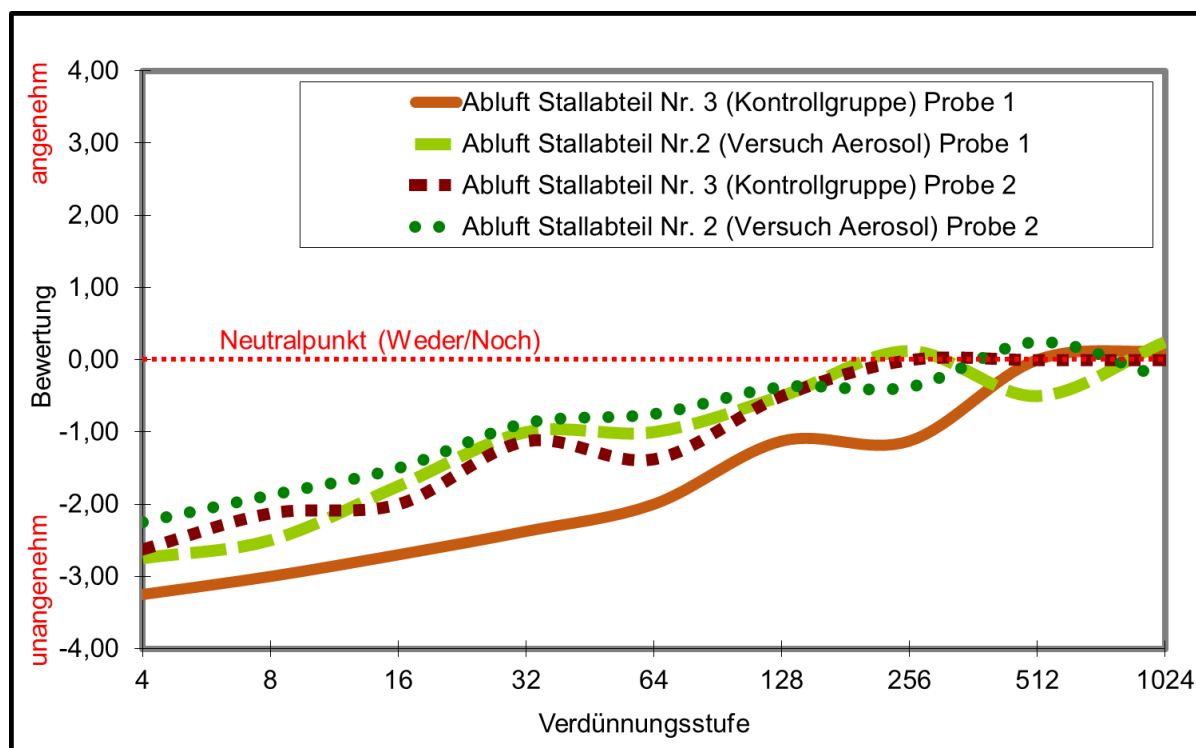


Abbildung 4: Auswertung des Geruchsempfindens (Hedonik)

Zusammenfassend ist das neue Verfahren zur Ausbringung von Aerosolen als positiver Beitrag zur Verbesserung des Stallklimas zu sehen. Die einzelnen Ergebnisse haben zu partiellen Verbesserungen, jedoch zu keiner vollständigen Eliminierung der Emissionen (gas- und partikelförmig, Geruch und Keime) geführt. Durch das Zusammenwirken der einzelnen verbesserten Stallklimafaktoren ist eine Erhöhung des Gesundheitsschutzes sowie des Wohlbefindens der Tierbetreuer gegeben. Die Untersuchung hat gezeigt, dass das getestete Verfahren wirksam ist. Für den weiteren Einsatz dieser Technologie als emissionsmindernde Maßnahme am Entstehungsort werden zusätzliche Optimierungsarbeiten empfohlen.

5 Weiterführende Arbeiten

Aufbauend auf den Ergebnissen der obigen Untersuchung sind weiterführende Arbeiten auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes der Tierbetreuer notwendig und sinnvoll. Ausgehend von der zentralen Überlegung emissionsmindernde Maßnahmen am Entstehungsort zu etablieren, werden die Zielsetzungen nachfolgend detaillierter formuliert.

Konkret bedeutet dies, dass weitere Untersuchungsprojekte geplant werden. Der Fokus liegt grundsätzlich auf den Auswirkungen für die Tierbetreuer, wobei auch jene Auswirkungen, die für die Tiere relevant sind, berücksichtigt werden. Der Ansatz die Gesamtheit der Stallklimafaktoren zu berücksichtigen, stellt die Startbasis für die weiteren Arbeiten dar. Das allgemeine Ziel, die relevanten Emissionen in Tierhaltungsanlagen zu

reduzieren, soll als übergeordnete Projektzielsetzung fungieren. Hierbei rückt der Untersuchungskomplex Bio-Aerosole (u.a. Keime, Staub, gasförmige Emissionen) in den Mittelpunkt des Interesses und stellt somit die zukünftigen Bewertungskriterien von emissionsmindernden Maßnahmen am Entstehungsort dar. Die Fragestellungen für die geplanten Versuche wird unter anderem beinhalten, wie sich die Belastung durch Bio-Aerosole in den Ställen durch den Einsatz von Aerosolen beeinflussen lässt. In der nachfolgenden Auflistung der zurechenbaren Inhaltsstoffe der Bio-Aerosole wird verständlich, weshalb der zukünftige ganzheitliche Lösungsansatz als Reduktion der vorhandenen Bio-Aerosol-Belastung in der Stallluft angedacht wird.

Zahlenmäßig im Vordergrund stehen die Gase, die sich aus wenigen gut messbaren Gasen und einer Vielzahl von Spurengasen zusammensetzen. Der Staub im Stall besteht überwiegend aus organischen Bestandteilen und liegt in der Luft als Schwebstaub vor, der als einatembarer Staub (Gesamtstaub oder auch PM_{10}) oder als alveolengängiger Staub (lungengängiger Feinstaub oder auch $PM_{2,5}$) bezeichnet wird. An Staubpartikel gebunden (überwiegend) oder frei kommt eine große Anzahl verschiedener Bakterien (Enterobacteriaceae, Staphylokokken), Schimmelpilze und Viren in der Stallluft vor, die auch Infektionserreger sein können. Bei Auftreten viraler Erkrankungen sind Viren in erheblicher Zahl auch in der Stallluft vorhanden. Wegen ihrer komplexen Zusammensetzung und ihrer potenziell vielfältigen Wirkungen werden die partikelförmigen Stallluftverunreinigungen in ihrer Gesamtheit auch als Bio-Aerosole bezeichnet.

Das neue Verfahren zur Ausbringung von Aerosolen wird dabei in einer weiteren Versuchsreihe, aufbauend auf den Ergebnissen des Prototyps, in verschiedenen Variationen (z. B. unterschiedliche Wirkstofflösungen oder in baulich unterschiedlich gestalteten Tierhaltungssystemen) untersucht. Dabei werden bereits bekannte wie auch noch nicht gemessene Einflussfaktoren (z. B. Messung der Staubbelastung nach Partikelgröße und -mengen) aufgezeichnet und bewertet. Wie aus diesen Überlegungen ersichtlich wird, sind diese Variationen der Versuchsanstellungen eine Vervielfachung des Untersuchungsaufwandes. Dieser ist wiederum für den statistisch abgesicherten Erkenntnisgewinn unabdingbar.

Schließlich soll mit den geplanten Untersuchungen und deren Ergebnissen eine allgemeingültige Aussage über die Wirkung des Verfahrens, Aerosole zum Zwecke der Emissionsminderung am Entstehungsort auszubringen, ermöglicht werden. Ziel und Interesse der zukünftigen Forschungstätigkeit ist, dass eine ganzheitliche Optimierung des Stallklimas erreicht wird. Eine mögliche Folge daraus ist die technische und ergonomische Verbesserung der Arbeitsplatzbedingungen für die Tierbetreuer. Daneben bedeutet dies für die Tiere in den Stallungen wie auch für das Tierbetreuungspersonal eine mögliche Zunahme des Wohlbefindens bzw. einen potenziell erhöhten Status der Gesundheit.

Literaturverzeichnis

- IPPC (2013-08):** Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission reference document on Best Available Techniques for the Intensive Rearing of Poultry and Pigs, 2nd Draft, August 2013, Brussels
- MUCKENHUBER P. (2012):** Entwicklung einer Verteiltechnik zum Einsatz von Aerosolen zur Verbesserung des Stallklimas in Mastschweineställen, Universität für Bodenkultur Wien Diss.
- VDI-RICHTLINIE (2011-09):** Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen - Halteverfahren und Emissionen - Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde; Deutsche Fassung VDI-Richtlinie 3894 - Blatt 1, Beuth Verlag, Berlin, September 2011

Strategien zur Mitarbeitergesundheitsförderung in landwirtschaftlichen Milcherzeugungsbetrieben

Maxi Thinius

Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaft-Gärtnerische Fakultät, Invalidenstraße 42, 10115 Berlin

1 Einleitung

Eine Vielzahl von weltweiten Studien der vergangenen 20 Jahre (PINZKE 2002, TUURE & ALASUUTARI 2009, KAUKE *et al.* 2010, JAKOB 2011, THINIUS 2012, KOLSTRUP 2012, DOUPHRATE 2013) haben gezeigt, dass mindestens 65% aller befragten Melker unter Beschwerden im Bereich des Muskel-Skelett-Systems leiden. Besonders Frauen sind davon betroffen, denn sie zeigen nicht nur häufiger, sondern bezogen auf einzelne Körperregionen auch mehr Beschwerden pro Person als Männer (THINIUS 2012). Diese Tatsache ist höchst alarmierend und steht im Widerspruch zu der fortschreitenden Technisierung der Landwirtschaft. Technische Hilfsmittel wie Servicearme oder Hubböden sind vorhanden, aber nicht in jedem Melkstand vertreten. Derartige Hilfsmittel können die Arbeit erleichtern, ändern jedoch nicht viel daran, dass Melker nach wie vor den Großteil ihrer Zeit in sogenannten Zwangshaltungen arbeiten und zudem hoch repetitive Bewegungen ausführen. Im Idealfall sind bis zu 67% der Kühe auf idealer Arbeitshöhe (JAKOB 2011), die übrigen Tiere erfordern das Anheben der Arme, weites Reichen nach vorn oder starkes Vorbeugen des Oberkörpers.

Tabelle 1: Ergebnisse unterschiedlicher Studien aus aller Welt zum Auftreten von Beschwerden im Bereich des Muskel-Skelett-Systems

Studie, Land	Männer	Frauen
PINZKE 2002 Schweden	83 %	90%
TUURE & ALASUUTARI 2009 Finnland	65%	
KAUKE <i>et al.</i> 2010 Schweiz	68,7%	
JAKOB 2011 Deutschland	87%	
THINIUS 2012 Deutschland	71%	94%
KOLSTRUP 2012 Landwirte Angestellte	80% 63%	88% 89%
DOUPHRATE <i>et al.</i> 2013	76%	

Trotz gezielter Untersuchungen zu den Ursachen der hohen Beschwerderaten bei Melkern ist es bislang nicht möglich, Einzelfaktoren zu identifizieren.

Ziel der Studie war es, sich einen Überblick darüber zu verschaffen, was Melker aus eigener Initiative bereits für ihre Gesundheit tun, was sie dafür tun würden und welche Arbeitserleichterungen am Arbeitsplatz sie sich wünschen. Bei den Betriebsleitern wurde erfragt, inwieweit ein Bewusstsein vorhanden ist, dass bei Melkern überdurchschnittlich viele Beschwerden im Muskel- Skelett- System auftreten, ob Maßnahmen ergriffen wurden oder geplant sind und ob sie es prinzipiell für möglich halten, gesundheitsfördernde Maßnahmen im Betrieb zu integrieren. Zusätzlich wurden Physiotherapeuten interviewt, um Impulse zu erhalten, was Arbeitgeber und Arbeitnehmer tun könnten, um die Gesundheit zu verbessern und zu erhalten.

2 Material und Methoden

Im Rahmen der Studie wurden bis dato vier Physiotherapeutinnen, fünf Betriebsleiter (alle männlich) und fünfzehn Melker (fünf Männer, zehn Frauen) befragt. Für die Interviews mit den Physiotherapeutinnen wurde die Methode des leitfadengesteuerten Interviews gewählt, während die Melker und Betriebsleiter einen festen Fragenkatalog beantwortet haben. Da keine der Therapeutinnen Erfahrung mit der Arbeit eines Melkers im modernen Gruppenmelkstand besaß, wurde ihnen vor Gesprächsbeginn ein Video zum Melken im Fischgrätenmelkstand und ein Video aus einem Melkkarussell gezeigt. Zusätzlich wurden Sie über den Umfang der Beschwerden bei männlichen und weiblichen Melkern informiert.

Die Interviews waren unentgeltlich und fanden auf den Betrieben während der Arbeitszeit statt. Ein Großteil der Melker wurde hierfür kurzfristig vom Melken freigestellt, andere wurden während des Melkens befragt. Je nach Terminplan der Betriebsleiter, fanden deren Interviews am Anfang oder am Ende des Betriebsbesuches statt.

3 Ergebnisse

3.1 Befragung der Physiotherapeutinnen

Da die befragten Therapeutinnen keinerlei Erfahrung mit den Tätigkeiten im Beruf Melker hatten, wurden eher allgemeine Hinweise und Impulse gegeben. Ein Vergleich war aufgrund der gewählten Interviewform nur schlecht oder kaum möglich, zumal sich im Gesprächsverlauf meist noch weitere Fragen ergaben.

Die erste Frage war, ob man eine Dehnung oder eine Kräftigung der Muskulatur bevorzugen sollte. Während eine Physiotherapeutin darauf verwies, dass eine Dehnung eher für festes und eine Kräftigung eher für weiches Bindegewebe in Frage käme, vertraten zwei Physiotherapeutinnen die Ansicht, dass eine Kräftigung für die breite Masse das Beste wäre, da eine angemessene Empfehlung abhängig vom Befund ist.

Die vierte Therapeutin empfahl eine Kräftigung nur bei schwachem Bindegewebe und wenig Muskeln, da die Kräftigung schon von der Arbeit selbst kommt. Sie befürwortet ein kurzes Dehnen vor dem Melken und eine Lockerung, insbesondere der Schulterpartie, nach der Melkarbeit. Insgesamt waren alle Physiotherapeutinnen der Ansicht, dass eine Lockerung und dadurch entstehende andersartige Bewegungsmuster vor, während und nach der Arbeit den Melkern helfen würden.

Basierend auf den vorgelegten Beschwerdebildern bei Männern und Frauen wurde gefragt, welche Bereiche besonders trainiert werden müssten.

Als Ausgleichssportarten wurden vielfältige Vorschläge genannt, die gemeinsam und in der Gruppe, alleine zuhause oder auch im Kurs ausgeübt werden können. Es wurden besonders Sportarten angegeben, die die Haltung verbessern und die tiefliegende Muskulatur, die beim Melken kaum beansprucht wird, fördern. Als Geräte wurden der Crosstrainer und das Ruderergometer vorgeschlagen, als Sportarten Nordic Walking, Schwimmen, Pilates, Aerobic, Gymnastik, Tanzen, Radfahren und auch Übungen für den Rücken, die Bauchmuskulatur und Rotationsübungen. Bei einer Arbeitsschutzkonferenz der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau und der IG Bau zum Thema Rückengesundheit wurden kleine, einfache Übungen mit dem FlexiBar®, dem AeroStep® und dem Theraband® demonstriert. Eine Physiotherapeutin berief sich darauf, dass die Bewegung Spaß machen sollte, damit der Melker auch dabei bleibt, und oftmals auch alltägliche Dinge wie Radfahren oder tanzen ausreichen, und sah von einer spezifischen Empfehlung ab.

Die Physiotherapeutinnen sollten weiterhin die Frage beantworten, wie oft und lange man aktiv sein sollte, um einen merklichen Effekt zu erzielen. Drei der vier Therapeutinnen empfahlen ein tägliches "Training", wobei zwei Personen 10 - 15 min gezielte Übungen vorschlugen und die dritte sich an die Empfehlung der WHO hielt, die 30 min Bewegung täglich vorgibt, wozu auch alltägliche Dinge wie Treppensteigen, putzen oder Spaziergehen zählen. Die vierte Therapeutin gab mindestens zweimal wöchentlich an und wies darauf hin, lieber kürzer und öfter als selten und lange zu trainieren. Die Antworten auf die Frage, ab wann ein Effekt spürbar sei, waren hingegen recht unterschiedlich und bewegten sich in einem Zeitrahmen von sechs Monaten bis zu zwei Jahren. Zwei Physiotherapeutinnen wollten sich auf keinen Zeitraum festlegen mit der Begründung, dass das Ergebnis sowohl vom Alter als auch von der Psyche abhängt. Die psychische Komponente ist insofern wichtig als dass von der trainierenden Person bemerkt werden muss, dass die Bewegung eine Verbesserung erzielt.

Neben vielseitigen Ratschlägen, was die Melker selbst und ohne sportliche Betätigung tun können, wurden die Physiotherapeutinnen zum Abschluss nach Ihnen bekannten und erfolgreichen (!) Konzepten aus anderen Branchen befragt. Keine der vier befragten Personen konnte diese Frage beantworten.

3.2 Befragung der Melker

Bisher wurden 15 Melker befragt, darunter fünf Männer und zehn Frauen. Die Frauen waren im Durchschnitt 50 Jahre alt, die Männer 42 Jahre. Jeder Melker verfügt über mindestens 8 Berufsjahre in der Milchproduktion, mehr als die Hälfte der befragten Personen arbeitet bereits 15 Jahre oder länger als Melker. Acht Personen (zwei Männer, sechs Frauen) geben an, Beschwerden bei der Melkarbeit zu haben, darunter sind sechs Personen, die Schmerzen im Schulter- Nacken- Bereich und im Rücken haben. Alle Personen verrichten außer dem Melken noch andere Arbeiten wie das Tränken der Kälber sowie Einstreu- oder Reinigungsarbeiten.

Die Hälfte der Frauen ist mindestens einmal in der Woche sportlich aktiv und bevorzugt dabei das Radfahren sowohl zur Arbeit als auch in der Freizeit, um private Dinge zu erledigen. Andere ausgeübte Sportarten sind Reiten, Nordic Walking, Tanzen und Aquajogging. Bei den Männern sind zwei von fünf aktiv und fahren ebenfalls Fahrrad oder spielen Tischtennis. Sechs der Melker sind oder waren anderweitig für ihre Gesundheit aktiv, indem sie sich Massagen/ Spritzen/ Kuren verschreiben lassen, regelmäßig zum Orthopäden gehen, zuhause selbstständig Übungen machen oder an Sportkursen teilnehmen. Fast die Hälfte der Melker würde gerne etwas für die Gesundheit tun, sieht aber ein großes Zeitproblem, da aufgrund der Schichtpläne oder anderen Verpflichtungen wie Haushalt, Garten, eigene Tiere, pflegebedürftige Eltern oder ehrenamtliches Engagement, keine Zeit für Sport oder Kurse zur Verfügung steht. Hinzu kommt, dass aufgrund unregelmäßiger Arbeitszeiten das regelmäßige Teilnehmen an Gesundheitsangeboten wie Rehasport oder Rückenschule nicht möglich ist.

Sechs Melker sind der Ansicht, dass es nichts bringen würde, wenn sie etwas für ihre Gesundheit täten. Einige begründen ihre Aussage damit, dass sie zu alt sind und man früher hätte damit anfangen müssen, da „der Körper nun kaputt ist“.

Drei von fünf Betrieben, auf denen die befragten Melker arbeiten, verfügen über einen Hubboden und/ oder Servicearme. Die Mitarbeiter des Betriebes mit dem Hubboden arbeiteten vorher in einem Melkkarussell ohne Hubboden und waren zum Zeitpunkt des Interviews sechs Monate lang in einem neuen Außenmelkerkarussell mit zwei individuell einstellbaren Hubböden tätig. Alle befragten Mitarbeiter äußerten sich positiv über das neue Hilfsmittel und gaben an, seit der Einführung keine Schmerzen mehr im Schulter-Nacken-Bereich zu haben.

Fast alle Melker sind zufrieden mit ihrem Arbeitsplatz, jedoch hatten die meisten Melker kaum oder gar kein Mitspracherecht bei technischen Neuinvestitionen oder beim Aussortieren von Kühen, die für das Melken aufgrund von Euterfehlstellungen oder Schwermelkbarkeit weniger geeignet sind.

3.3 Befragung der Betriebsleiter

Die Betriebsleiter beantworteten zum einen allgemeine Fragen zum Betrieb und zum anderen Fragen zum Thema Gesundheit im Betrieb. Vier der fünf Betriebsleiter waren sich der gesundheitlichen Probleme unter Melkern bewusst und haben dementsprechend bereits Maßnahmen ergriffen. Die meisten Aktionen betrafen den Melkstand, insbesondere das Anpassen der Arbeitshöhe, z. Bsp. durch einen Hubboden, und das darin vorhandene Klima, welches mit neuen Fenstern oder Fußbodenheizungen zugunsten der Melker optimiert wurde. Ein Betrieb lässt seine Melker zusätzlich jährlich von einem Betriebsarzt untersuchen, ein weiterer Betrieb denkt gerade darüber nach, den Mitarbeiter Gutscheine für die Physiotherapie oder den Besuch einer Therme auszugeben. Einer der Betriebsleiter verwies auf eine erfolglose Rückenschule bei den Bürokräften des Betriebs und stellte sowohl die Beteiligung der Melker als auch den nachhaltigen Effekt, der bereits im Büro ausblieb, in Frage. Alle Betriebsleiter sehen die Pflicht der Gesundheitsförderung sowohl beim Arbeitgeber als auch beim Arbeitnehmer und wären grundsätzlich offen für diesbezügliche Angebote. Dabei verwiesen sie jedoch darauf, dass solche Anliegen der Geschäftsführung vorgetragen werden müssen, die Angebote kostenlos und in der Freizeit stattfinden müssten und auch ein Interesse seitens der Melker vorhanden sein muss. Einige der Betriebsleiter hatten auch eigene Ideen, was man tun könnte, um die Gesundheit der Mitarbeiter zu fördern. Darunter fielen zum Beispiel der Einbau eines Multilactors®, Maßnahmen zur Raucherentwöhnung, Gutscheine für Physiotherapie und Thermenbesuche und das Hinzuziehen von Experten zur Verbesserung der Bedingungen im Melkstand.

Die Frage, welche Zugeständnisse der Betrieb machen würde, wurde hingegen mit Vorsicht und Skepsis behandelt. Während zwei Betriebsleiter angaben, dass sie die Themen lediglich bei der Geschäftsführung ansprechen können, die sich dann um Finanzierung und Durchsetzung kümmern muss, war einer der Meinung, dass die Melker das nicht annehmen würden und ein weiterer hielt es generell für unrealistisch, da die Arbeitszeiten zu unterschiedlich sind, und zweifelte ebenfalls an der Akzeptanz. Ein Betrieb war offen für Weiterbildungsmaßnahmen, sofern sie außerhalb der Arbeitszeit stattfinden. Der steuerliche Freibetrag für die betriebliche Gesundheitsförderung war keiner der befragten Personen bekannt.

4 Diskussion und Fazit

Die Befragung der Melker und Physiotherapeutinnen hat deutlich gezeigt, dass es keine Universallösung gibt. Sie hat vielmehr gezeigt, wie viele Faktoren zu beachten sind, um eine Verbesserung der Gesundheit zu erzielen. Allerdings zeigte die Untersuchung auch, dass Melker oftmals anderen Problemen als der eigenen Gesundheit mehr Beachtung schenken. Fakt ist, dass Arbeitnehmer, die sich wohlfühlen, einbezogen werden und öfter mal ein Lob erfahren, leidensfähiger sind als solche, die permanent mit Problemen am Arbeitsplatz zu kämpfen haben. Dies bestätigte der Fehlzeiten-

Report der AOK, dessen Ergebnisse auf Daten von über 10 Mio. AOK- Kunden basiert, der aber auch zeigte, dass 2010 24,2% der Krankheitstage auf Muskel- und Skeletterkrankungen fielen (BADURA *et al.* 2011).

Im Bereich der Milchproduktion kamen auf den besuchten Betrieben folgende alltägliche Schwierigkeiten vor: mangelnde betriebsinterne Kommunikation, schlecht organisierte bzw. oft nicht eingehaltene Schichtpläne, zu kalte/ zugige Melkstände, kein Mitspracherecht bei Problemkühen oder technischen Anschaffungen, Probleme mit der Melktechnik bzw. dem Bau des Melkstandes, Schwierigkeiten mit dem Biorhythmus, etc. Solche Probleme verursachen Stress im Alltag, der sich auf die Psyche und somit auf die Gesundheit niederschlagen kann. Außerdem fühlen sich viele Melker nicht ernst genommen und bemängelten die Kommunikation mit den Vorgesetzten, die von ihnen geäußerten Anregungen und Ideen nicht in die Tat umsetzen.

Ein weiteres großes Problem scheinen Zeitmangel und Unlust zu sein. Fast die Hälfte der Melker würde sich gerne sportlich betätigen, hat aber aufgrund des Schichtsystems keine Zeit und/oder keine Lust, da sie nach der Arbeit zu müde sind. Angebote im Betrieb würde der Großteil der Melker aber in Anspruch nehmen.

Die Gespräche mit den Betriebsleitern zeigten, dass die Betriebe grundsätzlich offen für Möglichkeiten der Gesundheitsförderung sind, die Bereitschaft zu Zugeständnissen seitens des Betriebes jedoch eher gering ist. Etwaige Angebote sollten möglichst kostenlos und außerhalb der Arbeitszeit sein. Einige zweifelten daran, dass die Melker Konzepte überhaupt annehmen und danach erfolgreich umsetzen würden. Die Ideen zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen waren in erster Linie technischer Natur, vor Investitionen in den Arbeitnehmer selbst scheute man sich meist.

Im Rahmen der Befragungen wurde erneut deutlich wie vielschichtig das Problem ist und an wie vielen Faktoren angesetzt werden kann. Am Ende der Arbeit soll ein Maßnahmenkatalog entstehen, der auf dem T-O-P- Prinzip basiert, welches aus dem Arbeitsschutz bekannt ist. Die drei Buchstaben stehen hierbei für **T**echnische, **O**rganisatorische und **P**ersonenbezogene Maßnahmen und sollen dazu beitragen, Gefahrenpunkte zu eliminieren und Schutzmaßnahmen aufzustellen. Das Prinzip soll explizit auf den Arbeitsplatz Melkstand und die Berufsgruppe der Melker angewandt werden und aufzeigen, welche Möglichkeiten es für Arbeitgeber und -nehmer gibt, bessere Arbeitsbedingungen zu schaffen und die Arbeitsfähigkeit bis zum Rentenalter zu gewährleisten.

Literaturverzeichnis

BADURA *et al.* (2011): Fehlzeiten- Report 2011, Schwerpunktthema: Führung und Gesundheit, Berlin 2011; 450 Seiten; broschiert, 49,95€; ISBN 978-3-642-21654-1

DOUPHRATE D., *et al.* (2013): Prevalence of Work- Related Musculoskeletal Symptoms Among US Large-Herd Dairy Parlor Workers. DOI 10.1002/ajim.22286. Published online in Wiley Online Library

- KOLSTRUP C.L. (2012):** Work-related musculoskeletal discomfort of dairy farmers and employed workers. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 2012, 7:23. doi:10.1186/1745-6673-7-23
- JAKOB M. (2011):** Correlation between upper extremity musculoskeletal disorders of milking parlour operatives and the specific work place design. 17. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium. 14./15. März 2011 (Freising- Weihenstephan), Hrsg. HEINZ BERNHARDT, ALEXANDER HÖLDRICH
- PINZKE S. (2003):** Changes in working conditions and health among dairy farmers in southern Sweden – a 14-year-follow-up. *Ann Agric Environ Med* 10: 185-195, 2003 Regionales Portal Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz für Kleinbetriebe im Lande Bremen. Maßnahmen festlegen. URL: <http://www.arbeitsschutz-kmu.de/5.htm#a2> [Stand: 14.01.2014]
- THINIUS M. (2012):** Ergonomische Bewertung der Arbeit im Gruppenmelkstand sowie Erhebung der Beschwerdeprävalenz des Melkpersonals in ausgewählten deutschen Milchviehbetrieben. Bachelorarbeit. Humboldt- Universität zu Berlin, 2012
- TUURE V.-M., ALASUUTARI S. (2009):** Reducing work load in shoulder-neck region in parlor milking. BAB Heft 66, ISSN 0947-7314

Lebens- und Arbeitsqualität auf österreichischen Milchviehbetrieben

Agnes Strauss¹, Elisabeth Quendler¹, Werner Zollitsch²

¹ Institut für Landtechnik und ² Institut für Nutztierwissenschaften, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien
E-mail: agnes.strauss@boku.ac.at

Zusammenfassung: Die Nachhaltigkeit österreichischer Milchviehbetriebe wurde bisher überwiegend über ökologische und ökonomische Aspekte beurteilt. Die Wahrnehmung der Lebens- und Arbeitssituation von LandwirtInnen, ein wichtiger Teilaspekt der sozialen Nachhaltigkeit, beeinflusst wesentlich die Bewirtschaftung und Fortführung der Betriebe. Auf 31 österreichischen Milchviehbetrieben wurden 61 InterviewpartnerInnen mit einem halbstandardisierten Fragebogen zur Wahrnehmung ausgewählter Aspekte ihrer Lebens- und Arbeitssituation befragt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die familiäre Situation einen ähnlich starken Einfluss auf die Lebens- und Arbeitsqualität der BetriebsleiterInnen hat wie regionale und produktionstechnische Gegebenheiten. Arbeitsüberlastung, Generationenkonflikte, Krankheit und die wirtschaftliche Situation wurden als stärkste Stressoren identifiziert. Eine hohe Arbeitszufriedenheit stand in enger Beziehung damit, ausreichend Zeit für sich und die Familie, gute innerfamiliäre Beziehungen und eine optimierte Arbeitsorganisation auf den Betrieben zu haben.

Deskriptoren: Soziale Nachhaltigkeit, Lebensqualität, Arbeitsqualität, Arbeitszufriedenheit, Milchproduktion

Summary: *The assessment of sustainability is a basic and crucial step in the process of developing sustainable production systems. Integrated assessments refer to the economic, environmental and social dimension of sustainability. However, the inclusion of social aspects in the sustainability assessment for small scale farms is least developed.*

*The aim of this study was to describe some core elements of the social sustainability of family-owned dairy farms at the farm level. For this purpose, the focus of the study was on aspects related to **quality of life and work** such as perceived job satisfaction, wealth of time and work management issues.*

Thirty-one Austrian dairy farms were selected, representing six different production systems predefined for evaluation. Data were collected by means of a structured interview with the two main actors on the farm, using a questionnaire.

The results showed that the family-specific conditions (e.g. communication and relationship between generations, work organisation and management skills) had a strong influence on the quality of life and work. The differences within the criteria and indicators were greater between the farms than between the production systems.

Work overload, generation conflicts and the economic pressure were perceived as the main stressors, which affected work satisfaction and work-life-balance. Farms which performed well in the selected criteria showed a moderate to high level of mechanization of dairy production and a comparatively low number of working hours per family-worker.

There is no clear and recognized definition of social sustainability, but this study showed that aspects such as intra-familial relationships play a major role. For sustainability assessments, the inclusion of suitable social indicators is essential and helps to understand the complex connections (inside and outside the farm) of family-owned dairy farms.

Keywords: *social sustainability, quality of life, work quality, job satisfaction, dairy production*

1 Einleitung

Die Anzahl der Milchviehbetriebe in Österreich ist rückläufig, doch bei den verbleibenden Betrieben ist eine Intensivierung der Produktion zu beobachten. Die österreichischen Milchviehbetriebe werden laufend größer, die Tieranzahl und Milchquotenausstattung je Betrieb steigen. Im Jahr 1995 verfügte der durchschnittliche Milcherzeuger über eine Milchquote von rund 33 Tonnen, im Jahr 2012 waren es bereits knapp 77 Tonnen (BMLFUW 2013). Mit wachsenden Herdengrößen steigen die Arbeitsbelastung sowie die Anforderungen an das Management für die überwiegend als Familienbetriebe organisierten Milcherzeuger. Die Auseinandersetzung mit dem Strukturwandel zeigt, dass die Arbeitsverhältnisse und die Gestaltung der sozialen Lebensbedingungen sowie die daraus resultierende Unzufriedenheit oder Zufriedenheit mit dem Arbeitsumfeld eine wichtige Basis für die Stabilität und Entwicklungsfähigkeit von Betrieben darstellt (ZAPF et al. 2009).

Die Nachhaltigkeit österreichischer Milchviehbetriebe wurde bisher hauptsächlich anhand ökologischer und ökonomischer Kriterien beurteilt. Die Einbeziehung sozialer Indikatoren ist wenig fortgeschritten und bisherige Instrumente zur Bewertung der sozialen Nachhaltigkeit auf Betriebsebene orientieren sich verstärkt an größeren Betriebsstrukturen mit Fremdarbeitskräften, die in Österreich nur selten anzutreffen sind. Eine Erfassung und Beschreibung der subjektiv wahrgenommenen Lebensbedingungen und deren Einfluss auf die tatsächlichen Lebensumstände fehlt in den Berichten zur Lage der Land- und Forstwirtschaft in Österreich (QUENDLER 2011).

Mit dieser Untersuchung wurde das Ziel verfolgt, die Lebens- und Arbeitssituation der LandwirtInnen auf milchviehhaltenden Familienbetrieben anhand ausgewählter Indikatoren bestmöglich zu beschreiben.

2 Datenerhebung und –auswertung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Integrative Bewertung von Merkmalen der ökologischen, ökonomischen und sozial-ethischen Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Produktionssysteme am Beispiel von Milchproduktionssystemen“ (Nr. 100783, finanziert durch das BMLFUW) wurden im Februar und März 2012 31 Milchviehbetriebe besucht. Die Betriebe stammten aus sechs verschiedenen, für Österreich charakteristischen Milchproduktionssystemen, die sich aufgrund der Lage, der Bewirtschaftungsart und der Spezialisierung voneinander unterschieden. Die Eckdaten der Produktionssysteme (PS) sind in **Tabelle 1** ersichtlich. Die sechs definierten PS entsprechen den verbreiteten und auch zukünftig relevanten Milchviehbetrieben in Österreich.

Tabelle 1: Eckdaten der Untersuchungsbetriebe nach Produktionssystemen (Mittelwerte; n=61)

Bezeichnung	Einheit	Alpin (AL, n=5)	Hügel-Weide (HW, n=5)	Hügel-Acker (HA, n=5)	Berg-Intensiv (BI, n=5)	Gunstlage- Gemischt (GG, n=5)	Gunstlage-Spe- zialisiert (GS, n=6)
LF ¹	Ha	19	33	32	28	39	52
Grünland	%	99	98	64	97	51	55
Erschwernis ²	Punkte	279	134	118	131	0	9
Familiengröße	Zahl	5,6	5,8	6	6	5,6	5
Arbeitskräfte ³	AK	2,5	2,0	2,7	1,9	2,3	2,4
Milchkühe	St.	9	20	30	26	27	49
Milchleistung je Kuh (produzierte Milch)	kg ECM ⁴	6.471	6.355	7.533	8.247	8.058	8.403
Marktfähige Milch	t ECM	58	127	228	214	202	390

¹ Landwirtschaftlich genutzte Fläche,

² Je höher die Punktezahl, desto höher die natürliche Erschwernis

³ Ständige, familieneigene AK, eine AK entspricht 2.160 Arbeitskraftstunden,

⁴ ECM: energiekorrigierte Milch

Ein **halbstandardisierter Fragebogen** diente als Grundlage für strukturierte Gespräche mit 28 Frauen und 33 Männern (n = 61), die als wichtige AkteurInnen in die Betriebsbewirtschaftung involviert waren.

Die gewählten **quantitativen und qualitativen Indikatoren** erfassten die arbeitswirtschaftliche Ist-Situation auf den Betrieben sowie Aspekte zur subjektiv wahrgenommenen Lebensqualität. Die Auswahl der Indikatoren wurde in Anlehnung an Konzepte zur Erfassung der Lebens- und Arbeitsqualität der Bevölkerung (BMLFUW 2010, QUENDLER 2011) und unter Berücksichtigung bestehender Konzepte zur Erhebung der sozialen Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe vorgenommen (RADLINSKY *et al.* 2000,

BREITSCHUH *et al.* 2008). Bei der Auswahl der Indikatoren musste berücksichtigt werden, dass die Daten in einem Interview während eines einmaligen Betriebsbesuches zu erheben waren.

Die ausgewählten Indikatoren sind den Kriterien Arbeitszufriedenheit, Arbeitszeitaufwand und -produktivität, Arbeitsorganisation sowie Gesundheit und Arbeitsbelastung zuzuordnen. Sie wurden tätigkeits-, betriebszweig-, personen- oder betriebsbezogen erhoben. In Bezug auf die Lebensqualität wurden die LandwirtInnen nach dem subjektiven körperlichen Allgemeinbefinden, der psychischen Belastung und zur Belastung der Arbeits- und Lebenssituation durch mögliche Stressoren befragt. Es wurden auch Angaben zu positiven und negativen Aspekten der Arbeit am Milchviehbetrieb eingeholt und innerhalb des Kriteriums „Erholung und Freizeit“ Auswertungen zur Einschätzung der zeitlichen Ressourcen und zum Urlaub durchgeführt.

In **Tabelle 2** sind die übergeordneten Kriterien und die ausgewählten Indikatoren dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht über die ausgewählten Kriterien und Indikatoren

Kriterien	Indikatoren
Arbeitszufriedenheit	- Innerbetriebliche Arbeitszufriedenheit - Überbetriebliche Arbeitszufriedenheit
Stressoren der Arbeits- und Lebenssituation	- Arbeitsbedingte, - Lebenssituationsbedingte und - Wirtschafts- und Politikbedingte Stressoren
Wahrnehmung positiver und negativer Aspekte der Arbeit	- Freude bereitende Aspekte der Arbeit am Betrieb - Unangenehme Aspekte der Arbeit am Betrieb
Arbeitszeitaufwand und -produktivität	- Arbeitskräfteausstattung - Arbeitszeitaufwand Betriebszweig Milchproduktion - Arbeitskraftstunden pro Arbeitskraft - Kühe pro Arbeitskraft - Arbeitsinput (AKh/Kuh und Jahr) - Arbeitsproduktivität (kg ECM/AKh)
Arbeitsorganisation	- Einschätzung der Arbeitsorganisation - Arbeitsschwerpunkte und Aufgabengebiete von - Männern und Frauen - Einsatz von Fremdarbeitskräften - Zwischen- und überbetriebliche Zusammenarbeit - Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssituation
Gesundheit und Arbeitsbelastung	- Körperliches Allgemeinbefinden - Psychische Belastung - Körperliche Arbeitsbelastung - Mechanisierungsgrad
Erholung und Freizeit	- Einschätzungen zu zeitlichen Ressourcen („Zeitwohlstand“) - Urlaub (Wochen pro Jahr) - Belastung durch „Gebundenheit“ am Betrieb
Künftige Betriebsentwicklung	- Zukunftspläne - Hofnachfolge

Neben freien Text- und Schätzantworten innerhalb des Fragebogens wurden subjektive Einschätzungen der LandwirtInnen über abgestufte Bewertungsmöglichkeiten (Likert-Skalen) erhoben. Die verbale Verankerung der Antwortkategorien innerhalb der Likert-Skalen variierte zwischen den unterschiedlichen Fragestellungen.

Die Ermittlung des betrieblichen Arbeitszeitaufwandes in der Innenwirtschaft erfolgte durch die Befragung der LandwirtInnen (finale Methode). Die LandwirtInnen nahmen die Einschätzungen zur benötigten Arbeitszeit für die täglichen und nicht täglichen (unregelmäßigen) Tätigkeiten in den Arbeitsbereichen Milchkühe, Jungvieh und Kälber, mit Berücksichtigung der eingesetzten Arbeitskräfte, vor. Für den Bereich der Außenwirtschaft wurde der Arbeitszeitbedarf mit Hilfe des ART-AV Arbeitsvoranschlag & Modellkalkulationssystems[©] der Agroscope Reckenholz-Tänikon kalkuliert. In der Darstellung der Ergebnisse wird vereinfachend für beide Ermittlungsmethoden, den Arbeitszeitbedarf als auch -aufwand, die Arbeitskraftstunde (AKh) als entsprechende Einheit gewählt.

Zur Ermittlung wesentlicher Unterschiede zwischen den sechs Produktionssystemen wurde die einfaktorielle Varianzanalyse herangezogen. Bei der Durchführung von Mittelwertvergleichen wurde auf post-hoc-Mehrfachvergleiche zurückgegriffen (Tukey-Test, Bonferroni-Test). Zusammenhänge zwischen einzelnen Indikatoren wurden mittels des Pearson'schen Korrelationskoeffizienten überprüft und über Regressionen und das Bestimmtheitsmaß (R^2) wurden die Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Indikatoren quantifiziert. Das Signifikanzniveau wurde generell mit $P \leq 0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse und Diskussion

Bei den befragten LandwirtInnen wurde eine grundsätzlich positive und optimistische Haltung gegenüber ihrem Beruf und der Arbeit am Milchviehbetrieb wahrgenommen. Sie sahen sich als wichtige AkteurInnen (Pflege der Kulturlandschaft, Produktion von Nahrungsmitteln) in ihrer Region. Der überwiegende Teil der LandwirtInnen empfand die Arbeit in der Landwirtschaft als erfüllend und gab an, dass diese positiv zur Lebensqualität beiträgt. Fast ein Viertel der Befragten (15/61; 24,6%) meinten jedoch, dass die momentanen betrieblichen Gegebenheiten ihre Lebensqualität langfristig negativ beeinflussen würden.

Arbeitszufriedenheit und wahrgenommene Arbeits- und Lebenssituation

Die **Arbeitszufriedenheit** der LandwirtInnen wurde über eine Auswahl zu bewertender Items, unterschieden in inner- und überbetriebliche Arbeitssituation, ermittelt. Der durchschnittliche Grad der Arbeitszufriedenheit über alle 23 Items belief sich auf 1,99 ($\pm 0,29$)¹ und zeigt, dass die LandwirtInnen mit der Arbeitssituation generell „zufrieden“ waren. Die mittlere Arbeitszufriedenheit zwischen den Produktionssystemen war nicht

¹ Mittelwert ($\pm$ SD)

signifikant verschieden. Es konnte kein direkter Zusammenhang zwischen Betriebsgröße (Kuhanzahl, ha landwirtschaftlicher Nutzfläche) und Arbeitszufriedenheit belegt werden. In **Abbildung 1** sind die sechzehn Items, über die die innerbetriebliche Arbeitszufriedenheit der LandwirtInnen ermittelt wurde, abgebildet.

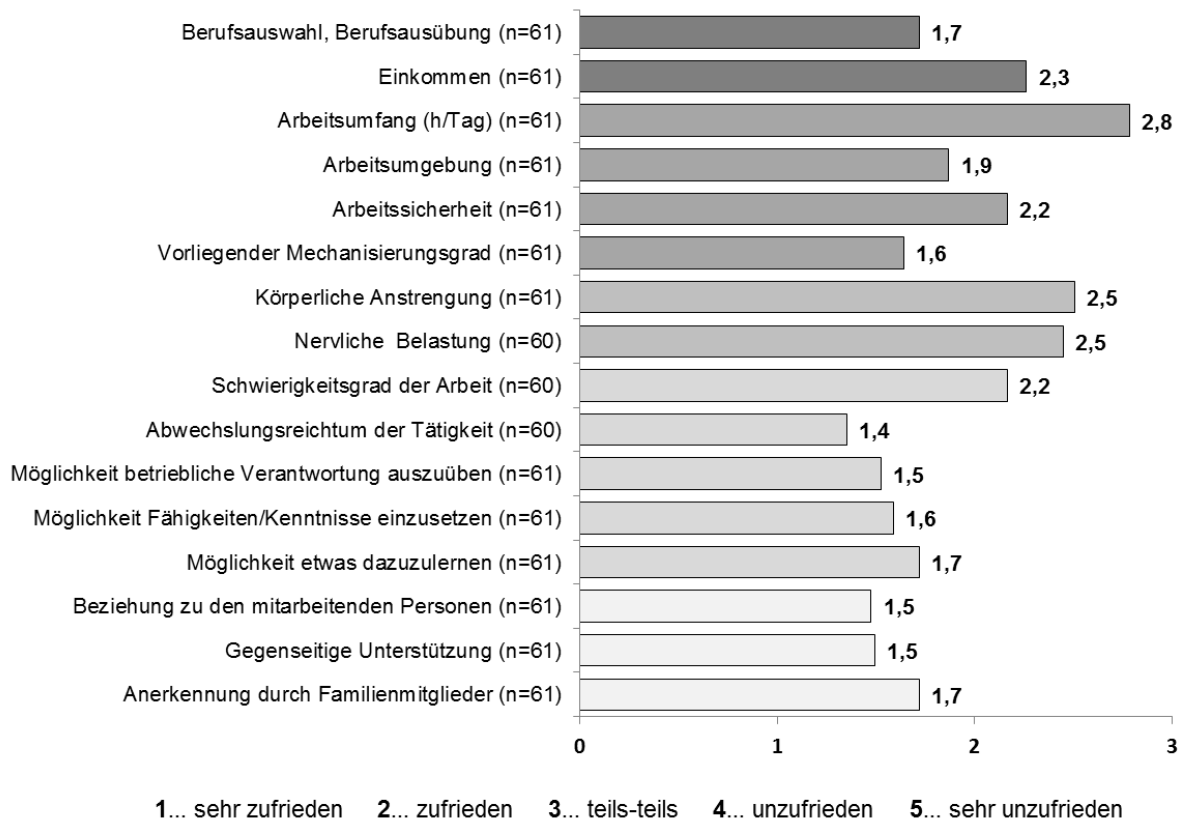


Abbildung 1: Items zur Arbeitszufriedenheit der LandwirtInnen, innerbetriebliche Situation

Die Arbeitszufriedenheit wurde nachteilig vom hohen Arbeitsumfang, psychischer Belastung, starker körperlicher Anstrengung, unzureichender Arbeitssicherheit (innerbetriebliche Situation) und durch die geringe Zufriedenheit mit den momentanen agrarpolitischen Rahmenbedingungen (überbetriebliche Situation) beeinflusst.

In Zusammenhang mit der betrieblichen Arbeit wurde von den befragten Landwirtinnen die **Arbeitsüberlastung** (hohe Anzahl Arbeitsstunden/Tag) am häufigsten als stärkster Stressor bezeichnet, gefolgt von Stress durch ungünstige Arbeitsbedingungen (Wetter, Technik) und Zeitdruck. Für die Landwirte galt **Zeitdruck** als größter arbeitsbedingter Stressor, gefolgt von Arbeitsüberlastung, Arbeitsbedingungen und Bürokratie. Als stärkste Stressoren der Lebenssituation am Hof nannten sowohl die Männer als auch die Frauen **Generationenkonflikte**, gefolgt von **Erkrankungen**. Die generelle **wirtschaftliche Situation** im Land und in der Region (Produktionskosten, Produktpreise) wurde sowohl von den Landwirten als auch von den Landwirtinnen am häufigsten als stärkster überbetrieblicher Stressor bezeichnet.

Die Aspekte, die den LandwirtInnen Freude an der Arbeit im Milchviehbetrieb bereiten, bezogen sich überwiegend auf die Tierhaltung; es wurden ein gesunder Tierbestand, problemlose Geburten und die täglichen Arbeiten mit den Rindern besonders geschätzt. Die Tätigkeiten in der Außenwirtschaft (Futterernte im Grünland, das Arbeiten in der Natur, Almwirtschaft) wurden als abwechslungsreiche und Freude bereitende Arbeitsbereiche angeführt. Die wirtschaftlichen Erfolge und das Gefühl gute Arbeit zu leisten und dafür entsprechend entlohnt zu werden, waren ein Grund für Freude und machten stolz. Unangenehme, negative und belastende Aspekte wurden von den LandwirtInnen mit Tätigkeiten verbunden, die körperlich anstrengend sind (Reinigungsarbeiten, Klauenpflege) sowie psychisch belasten (Gebundenheit, Stress bei Erntespitzen, kranke Tiere).

Arbeitszeitaufwand und Arbeitsproduktivität

Der gesamtbetriebliche **wöchentliche Arbeitszeitaufwand** wurde von den LandwirtInnen geschätzt, da auf den Betrieben kaum Arbeitszeitaufzeichnungen vorhanden waren. Bei den Landwirten belief sich die mittlere wöchentliche Arbeitszeit auf 75 Stunden (Min: 52,0; Max: 102,5; MW: 74,8 ($\pm 10,91$)), wobei sie fast 90% ihrer gesamten Arbeitszeit dem landwirtschaftlichen Betrieb zuordneten. Bei den Landwirtinnen lag der mittlere wöchentliche Arbeitszeitaufwand, mit 77 AKh (Min: 58,0; Max: 100,0; MW: 76,9 ($\pm 9,99$)), höher als bei den Männern. Von dieser Arbeitszeit entfielen zirka 45% auf den landwirtschaftlichen Betrieb (explizit landwirtschaftliche Tätigkeiten).

In **Tabelle 3** sind die Ergebnisse zu ausgewählten arbeitswirtschaftlichen Indikatoren im Mittel nach Produktionssystemen (PS) dargestellt. Der mittlere Arbeitszeitaufwand für den Betriebszweig Milchproduktion war zwischen den PS nicht signifikant verschieden. Durch die höhere Anzahl an Arbeitskräften in den PS „Alpin“ und „Hügel-Acker“ wiesen diese Betriebe im Mittel die niedrigsten AKh pro Arbeitskraft auf. Die durchschnittliche Anzahl an AKh pro Arbeitskraft war jedoch zwischen den PS nicht signifikant verschieden.

Tabelle 3: Ergebnisse arbeitswirtschaftlicher Indikatoren im Mittel nach Produktionssystemen (n=61)

Bezeichnung	Einheit	Alpin (AL, n=5)	Hügel-Weide (HW, n=5)	Hügel-Acker (HA, n=5)	Berg-Intensiv (BI, n=5)	Gunstlage- Gemischt (GG, n=5)	Gunstlage- Spezialisiert (GS, n=6)
Arbeitszeitaufwand Betriebszweig Milchproduktion (Innen- und Außenwirtschaft)	AKh/Jahr	3912 ^a	3402 ^a	4410 ^a	3590 ^a	4073 ^a	4730 ^a
Arbeitskraftstunden pro Arbeitskraft (Betriebszweig Milchproduktion)	AKh/AK	1557 ^a	1760 ^a	1635 ^a	1924 ^a	1791 ^a	2054 ^a
Milchkühe pro Arbeitskraft	Kühe/AK	4 ^a	11 ^a	11 ^a	15 ^b	11 ^a	20 ^b
Arbeitsinput (Arbeitszeitaufwand nach Herdengröße)	AKh/Kuh/Jahr	485 ^a	171 ^b	144 ^b	152 ^b	191 ^b	111 ^b
Arbeitsproduktivität	kg ECM/AKh	15 ^a	38 ^{ab}	52 ^{bc}	62 ^{bc}	50 ^{abc}	82 ^c

Bei den arbeitswirtschaftlichen Kriterien, die einen direkten Zusammenhang mit der Betriebsgröße und den Produktionsbedingungen hatten, zeigten sich große Unterschiede zwischen Betrieben der alpinen Lage und Betrieben in den Gunstlagen. Die Arbeitsproduktivität lag bei durchschnittlich 15 kg ECM pro AKh im PS „Alpin“ und 82 kg ECM pro AKh im PS „Gunstlage-Spezialisiert“. Der mittlere Arbeitszeitaufwand der alpinen Betriebe belief sich auf 485 AKh pro Kuh und Jahr (mittlerer Kuhbestand: 9), während jener für Betriebe in „Gunstlage-Spezialisiert“ (mittlerer Kuhbestand: 49) nur 111 AKh pro Kuh und Jahr ausmachte.

Arbeitsorganisation

Die momentane Qualität der Arbeitsorganisation im Milchviehbereich (Strukturierung der Arbeit, Zeiteinteilung, Aufgabenverteilung, Zeitaufwand, ...) wurde im Mittel von den Befragten als „gut“ bewertet. Zwischen den Produktionssystemen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Mit einem Gruppenmittelwert von 2,3 schnitten die Betriebe aus dem PS „Alpin“ am schlechtesten, die Betriebe aus dem PS „Hügel-Acker“, im Mittel mit 1,8, am besten ab. Betriebe mit einer höheren Arbeitszufriedenheit schätzen auch die Arbeitsorganisation in der Milchviehhaltung besser ein ($R^2=0,38$; $P < 0,001$).

Bei der Verteilung der Aufgabenschwerpunkte auf den Betrieben wurde überwiegend eine traditionelle Rollenverteilung festgestellt. Produktionssystemspezifische Tendenzen lagen kaum vor. Bei den alpinen Betrieben war die Mitarbeit der Frauen in der Außenwirtschaft, aufgrund der vielen manuellen Tätigkeiten, bedingt durch natürliche Bewirtschaftungserschwerernisse, eine zwingende Notwendigkeit. Von Frauen im PS „Gunstlage-Spezialisiert“, das günstigere Produktionsbedingungen und einen höheren Mechanisierungsgrad aufwies, wurden Tätigkeiten in der Außenwirtschaft nicht als Arbeitsschwerpunkte angegeben.

Betriebe des PS „Gunstlage-Spezialisiert“ belegten das höchste, die alpinen Betriebe das geringste Ausmaß an zwischen- und überbetrieblicher Zusammenarbeit. Der Wunsch nach zusätzlichen Arbeitskräften wurde im PS „Gunstlage-Spezialisiert“ seltener geäußert, eine Tendenz, die in einer häufigeren zwischen- und überbetrieblichen Zusammenarbeit begründet sein könnte.

Gesundheit und Arbeitsbelastung

Die Wahrnehmung des **körperlichen Allgemeinbefindens** der LandwirtInnen fiel positiv aus. Die Mehrheit (32/61; 52,5%) schätzte ihr körperliches Allgemeinbefinden als „fit“ und weitere 17 Personen (17/61; 27,9%) als „teils-teils“ ein. Neben 10 Personen (10/61; 16,4%), die sich als „top fit“ einstufen, gab es jeweils eine Person (je 1,6%), die ihr körperliches Allgemeinbefinden als „eher schlecht“ bis „sehr schlecht“ bezeichnete.

Bei den Angaben zur **psychischen Belastung** ergab sich ein differenzierteres Bild: Zwar stuften neun Personen (9/61; 14,8%) die psychische Belastung als „sehr gering“ und 17 Personen (17/61; 27,9%) als „gering“ ein. Neun Personen (9/61; 14,8%) bezeichneten die psychische Belastung jedoch als „hoch“, eine Person (1,6%) sogar als „sehr hoch“. Weitere 25 Personen (25/61; 41%) schätzten ihre psychische Belastung als „normal“ ein. Die Einschätzung zur psychischen Belastung korrelierte signifikant mit der Arbeitszufriedenheit; LandwirtInnen, die ihre innerbetriebliche Arbeitszufriedenheit höher einschätzten, gaben auch eine geringere psychische Belastung an ($R^2=0,20$; $P < 0,05$).

Eine höhere **körperliche Arbeitsbelastung** wurde tendenziell in den alpinen Betrieben und im PS „Hügel-Weide“ festgestellt, jedoch waren die Unterschiede zu den anderen PS nicht signifikant. Mit steigendem Mechanisierungsniveau wurde die körperliche Arbeitsbelastung signifikant geringer eingeschätzt ($R^2=0,16$; $P < 0,05$).

Erholung und Freizeit

Um Auskunft über die subjektive Einschätzung zur Verfügbarkeit der zeitlichen Ressourcen (Zeitwohlstand) zu bekommen, wurden die LandwirtInnen mit sechs Aussagen, welche der **Abbildung 2** zu entnehmen sind, konfrontiert.

Ich habe genügend Zeit für...

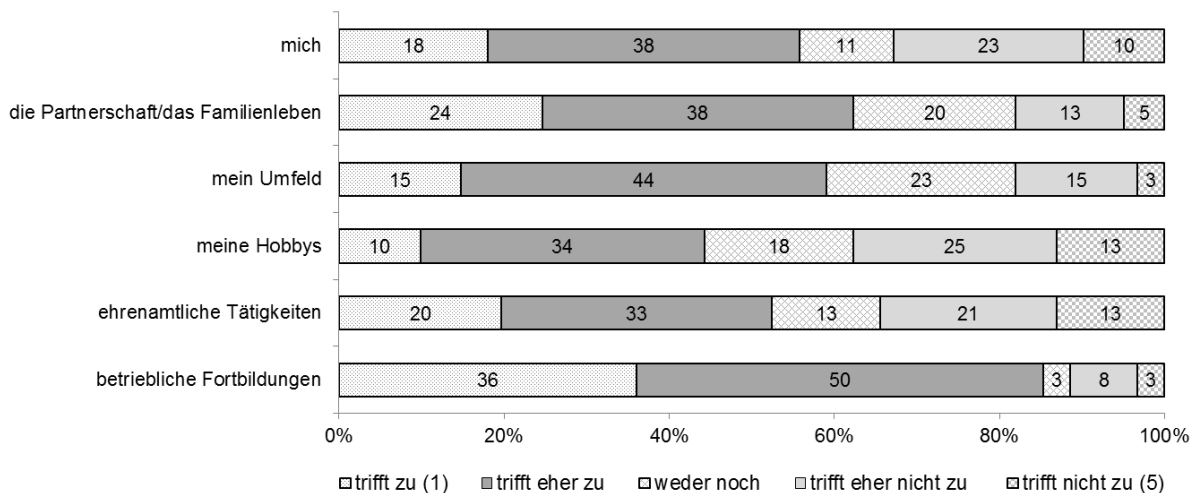


Abbildung 2: Häufigkeit der Nennungen zu den sechs Items aus dem Bereich Zeitwohlstand in Prozent (n=61)

Für den überwiegenden Teil der LandwirtInnen war für betriebliche Fortbildung genügend Zeit vorhanden (1,9), wobei von den InterviewpartnerInnen oft angemerkt wurde, dass in diesem Bereich ganz konkret Prioritäten gesetzt werden. Zeit fehlte den LandwirtInnen überwiegend für die Ausübung der eigenen Hobbys (3,0), für ehrenamtliche Tätigkeiten (2,8) und für sich selbst (2,7). Der mittlere Zeitwohlstand zwischen den PS war nicht signifikant verschieden, innerhalb der PS können jedoch größere Unterschiede festgestellt werden. Die Betriebe aus dem PS „Alpin“ schnitten numerisch am besten (Mittelwert 1,96), die Betriebe aus dem PS „Hügel-Weide“ am schlechtesten (Mittelwert 2,82) ab.

Auf mehr als der Hälfte der Betriebe machten die LandwirtInnen weniger als eine Woche **Urlaub** pro Jahr (19/31; 61,3%). Für diese Familien waren nur Tages- bzw. Wochenendausflüge möglich. Über die PS hinweg zeigte sich ein ähnliches Bild. Auf ein bis maximal zwei Betriebe pro Produktionssystem machten die BetriebsleiterInnen eine Woche im Jahr Urlaub, bei den Betrieben im PS „Gunstlage-Gemischt“ waren es generell nur einzelne Urlaubstage (< 1 Woche). Als Gründe wurden mehrheitlich der hohe Aufwand für die Organisation und Einschulung einer Vertretung, insbesondere bei sehr technisierten und automatisierten Betrieben, genannt. Des Weiteren galt die familiäre Situation (kleine Kinder, Betreuung Altenteiler) als Hinderungsgrund. Eine wichtige Voraussetzung für die Möglichkeit der BetriebsleiterInnen auf Urlaub zu fahren, lag in guten innerfamiliären (Generationen-) Beziehungen, die als Basis für eine gemeinsame Arbeits- und Freizeitorganisation beschrieben wurden. BREITSCHUH *et al.* (2008) sehen im Urlaub einerseits einen wichtigen Aspekt in der Schaffung persönlicher Freiräume und andererseits einen Beitrag zur Erhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Urlaub wird als Teil der Lebensqualität gesehen und stellt auch ein Element des vorsorgenden Arbeitsschutzes dar.

4 Synthese ausgewählter Indikatoren der Arbeits- und Lebensqualität

Für eine vergleichende Darstellung ausgewählter Ergebnisse zwischen den PS wurden in den folgenden Spinnennetzgrafiken jeweils sechs Indikatoren dargestellt (**Abbildung 4**). In den Grafiken ist der durchschnittliche Zielerreichungsgrad des jeweiligen Indikators für die einzelnen PS abgebildet. Der mögliche Zielerreichungsgrad liegt dabei zwischen 0% (Ergebnis des am ungünstigsten bewerteten Betriebes) und 100% (Ergebnis des am günstigsten bewerteten Betriebes). **Je weiter außen in der Grafik (also je näher an 100%), desto besser schnitt das jeweilige PS in diesem Indikator ab.** Aufgrund der besseren Übersichtlichkeit wurden jeweils drei PS pro Spinnennetz abgebildet.

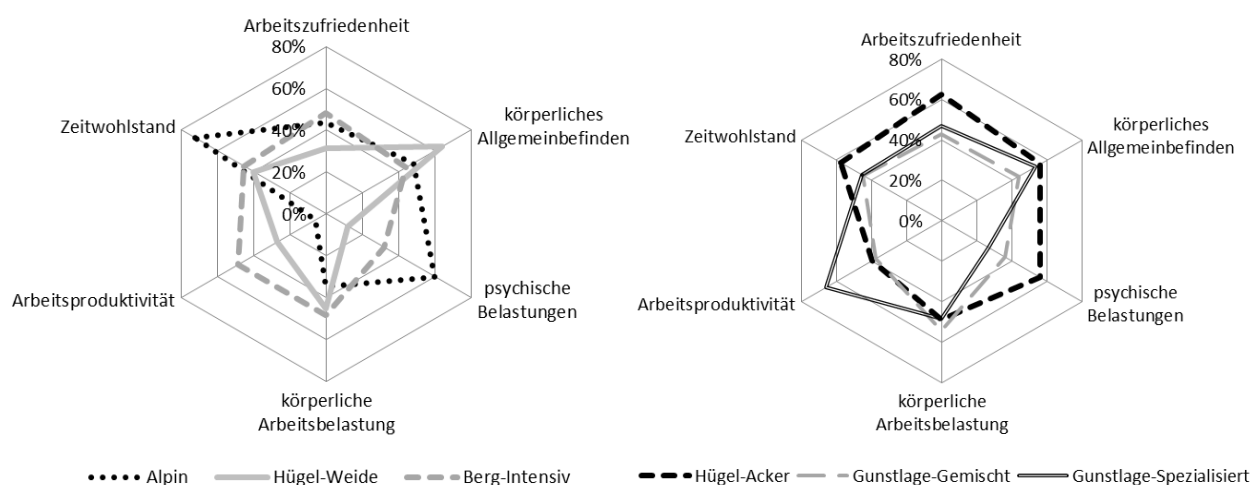


Abbildung 4: Vergleichende Darstellung ausgewählter Indikatoren nach Produktionssystemen

Auffallend ist das gute Abschneiden der alpinen Betriebe im persönlichen Empfinden zur ausreichenden Verfügbarkeit der zeitlichen Ressourcen (hoher Zeitwohlstand). Die aufgewendeten Arbeitskraftstunden für den Betriebszweig Milchproduktion waren in Relation zur Betriebsgröße extrem hoch, verteilten sich aber im Vergleich der PS auf eine höhere Anzahl familieneigener Arbeitskräfte. Dies reduzierte die Arbeitsbelastung durch die täglich zu leistenden Arbeitskraftstunden für die einzelnen Familienmitglieder. Die Betriebe aus dem PS „Gunstlage-Spezialisiert“ wiesen, aufgrund der Betriebsgröße und Spezialisierung, die höchste Arbeitsproduktivität auf, lagen aber bei den anderen Indikatoren vergleichsweise nur im Mittelfeld. Die psychische Belastung wurde nur von den Betrieben aus dem PS „Hügel-Weide“ höher eingeschätzt. Die „Hügel-Acker“ Betriebe schätzten ihre Arbeitszufriedenheit, im Vergleich zu den Betrieben der anderen PS, am höchsten ein. Die psychische Belastung wurde im Mittel als „gering“ bezeichnet. Sie lagen nur knapp hinter den alpinen Betrieben. Diese Betriebe wiesen eine angepasste Verfahrenstechnik mit hohem Mechanisierungsgrad sowie den höchsten Anteil an ständigen familieneigenen Arbeitskräften auf. Die Arbeitskraftstunden pro Arbeitskraft waren vergleichsweise gering und auch die subjektive Einschätzung zur Verfügbarkeit der zeitlichen Ressourcen fiel sehr positiv aus. Die Einschätzung zur körperli-

chen Arbeitsbelastung lag im Mittelfeld (kaum bis mäßig). In der Arbeitsproduktivität schnitten die PS „Gunstlage-Spezialisiert“ und „Berg-Intensiv“ besser ab.

5 Schlussfolgerungen

Arbeitsproduktivität (kg ECM pro AKh) und Arbeitsinput (AKh pro Kuh und Jahr) entsprechen klassischen sozioökonomischen Indikatoren. Sie stehen in einem schlüssigen Zusammenhang mit der Betriebsgröße (Tierbestand) sowie den jeweiligen Produktionsbedingungen und der eingesetzten Verfahrenstechnik. Dieser Zusammenhang ließ sich bei den anderen Indikatoren der Lebens- und Arbeitsqualität nicht direkt aufzeigen. Die Unterschiede zwischen den Einschätzungen zu den Indikatoren der Arbeitszufriedenheit, Arbeitsorganisation, Gesundheit sowie Erholung und Freizeit waren zwischen den einzelnen Betrieben größer als zwischen den definierten PS. Dies lässt darauf schließen, dass die individuellen Betriebseinflüsse, die familiäre Situation sowie die Möglichkeiten und Fähigkeiten der BetriebsleiterInnen einen entscheidenden Einfluss auf diese Bereiche haben.

Betriebe, die bei den ausgewählten Aspekten zur Arbeits- und Lebensqualität überwiegend gut abschnitten und somit in der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit positiv zu bewerten sind, zeichneten sich durch einen mittleren bis hohen Mechanisierungsgrad in der Innenwirtschaft aus. Neben einer angepassten Verfahrenstechnik und Mechanisierung spielte die familiäre Komponente (gute Zusammenarbeit der Generationen, innerfamiliäre Arbeitsorganisation) eine große Rolle. Diese Ergebnisse unterstreichen die Wichtigkeit der Einbeziehung sozialer Indikatoren in Nachhaltigkeitsbewertungssysteme. In der Bewertung von landwirtschaftlichen Familienbetrieben wird es zukünftig nötig sein, subjektive Beurteilungen und Einschätzungen interpretationssicherer sowie besser bewertbar und vergleichbar zu machen.

Die aktive Gestaltung und Organisation des Lebens- und Arbeitsumfeldes am Betrieb ist eine Voraussetzung für die Schaffung eines attraktiven und sozial nachhaltigen Arbeitsplatzes, insbesondere für zukünftige Generationen. Auf den besuchten Betrieben lagen kaum Zeitaufzeichnungen über die täglichen und nicht täglichen Arbeiten vor, welche die Basis für eine gute Arbeitsorganisation, effizientes Zeitmanagement und für das Erkennen von Optimierungspotenzialen in Arbeitsabläufen sind (SCHICK 2011). Betrieblicher Optimierungsbedarf liegt im Mechanisieren bis Automatisieren körperlich belastender Tätigkeiten und in der ergonomischen Ausgestaltung von Arbeitsplätzen, insbesondere im Bereich der Melkarbeit, vor. Durch stärkere überbetriebliche Zusammenarbeit können einzelbetriebliche Arbeitsbelastung, insbesondere zu Arbeitsspitzen, und Investitionskosten nachhaltig minimiert werden. Die Schulung der Fähigkeiten in den Bereichen Kommunikation und Konfliktmanagement sowie die Unterstützung und Begleitung durch (außenstehende) Dritte (z.B. Coaching) können hierbei eine wichtige Hilfestellung bieten (HERMANN 2005).

Der steigenden psychischen Belastung, wie sie auch in Schweizer Agrarerhebungen (BLW 2010) beschrieben wird, stehen selten genügend Zeit für Erholung und soziale sowie private Aktivitäten gegenüber. Freizeit, Erholung und Urlaub sollten deshalb gezielt eingeplant und bewusst wahrgenommen werden. Österreichische Bildungs- und Beratungsinitiativen wie „Lebensqualität Bauernhof“ (Ländliches Fortbildungsinstitut) weisen bereits auf die Wichtigkeit dieser Lebensbereiche hin.

Literaturverzeichnis

- BLW (SCHWEIZER BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (2010):** Agrarbericht 2010 des Bundesamtes für Landwirtschaft. Bern
- BMLFUW (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT) (2010):** Wohlbefinden der österreichischen Bevölkerung. Wien
- BMLFUW (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT) (2013):** Grüner Bericht 2013 - Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. 54. Auflage, Wien
- BREITSCHUH G., ECKERT H., MATTHES I., STRÜMPFEL J. (2008):** Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft (KSNL). KTBL-Schrift 466, KTBL, Darmstadt
- HERMANN B. (2005):** Was können Beraterinnen und Berater in der Unterstützung von Kooperationen leisten? In: Kooperationen gründen und erfolgreich führen. KTBL-Schrift 433, Darmstadt: KTBL
- RADLINSKY A., THELER C., LEHMANN B. (2000):** Soziale Nachhaltigkeit in der Schweizer Landwirtschaft. Agrarforschung 7(8), S. 342 – 347
- SCHICK M. (2011):** Role of human labour in relation to efficiency and effectiveness, with particular regard to small-scale farms. XXXIV CIOSTA CIGR V Conference 2011. BOKU (Ed.), Vienna
- QUENDLER E. (2011):** Integrativer Ansatz für nachhaltiges, gutes Leben – ein Konzept. Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Agrarpolitischer Arbeitsbehelf Nr. 38, Wien
- ZAPF R., SCHULTHEISS U., OPPERMAN R., VAN DEN WEGHE H., DÖHLER H., DOLUSCHITZ R. (2009):** Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe – Eine vergleichende Beurteilung von Betriebsbewertungssystemen. KTBL-Schrift 473, KTBL, Darmstadt

Melktechnik auf österreichischen Fleckviehbetrieben

Verena Pold, Elisabeth Quendler, Martina Jakob

*Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik
Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien*

Zusammenfassung Die Anzahl an milchviehhaltenden Betrieben ist in Österreich, forciert durch den Strukturwandel rückläufig, parallel liegt eine Zunahme der Anzahl an gehaltenen Milchkühen pro Betrieb vor. Die modernen Melkstände spielen mit dem Rückgang der Anbindehaltung eine zunehmend wichtigere Rolle. Die technische Ausstattung dieser, der Zufriedenheitsgrad, die Gründe für die Kaufentscheidung und Wahl des Melkstandtyps bei Neuanschaffung sind bis dato nicht bekannt.

Die Evaluierung zur Melkstandtechnik wurde auf zehn österreichischen Fleckviehbetrieben mit 20 melkenden Personen durchgeführt, wobei von den Melkern elf weiblich und neun männlich waren. Zur Befragung dieser wurde ein halbstandardisierter Fragebogen verwendet. Es wurden die technische Ausstattung, die Motive vor dem Kauf und die Beurteilung der vorhandenen Melktechnik sowie die Wahl der Melktechnik bei einer Neuanschaffung erfragt. Die Daten wurden deskriptiv und analytisch ausgewertet.

Der Fischgräten-Melkstand war mit 50% (5/10) der dominierende Melkstandtyp, gefolgt von Tandem-Melkstand, welcher auf 40% (4/10) der Betriebe zum Einsatz kam. Nur auf einem Betrieb war ein Side by Side-Melkstand vorhanden. Betriebe mit unter 30 Kühen hatten durchschnittlich eine signifikant geringere Anzahl an Melkzeugen, als Betriebe mit über 30 Kühen. Die Mehrheit der untersuchten Betriebe hatte einen Warteraum, eine Milchmengenmessung und eine Anrüstautomatik, wobei die Tendenz vermehrter technischer Zusatzausstattung bei einer größeren Kuhanzahl vorlag. Eine Nachtreibe-hilfe, eine automatische Zwischendesinfektion, eine Dippautomatik und eine Nachselektion waren auf keinem Betrieb vorhanden. Bei einer Neuanschaffung der Melktechnik würden der Tandem-Melkstand (30%, 6/20), der Side by Side-Melkstand (30%, 6/20), der Fischgräten-Melkstand (25%, 5/20) und das Automatische Melksystem (15%, 3/20) bevorzugt gewählt werden.

Die Mehrheit kann sich eine Neueinrichtung der Melktechnik frühestens in acht Jahren vorstellen. Bei einem Neukauf werden als zusätzliche technische Ausrüstung eine Tiererkennung, eine Milchmengenmessung, eine Anrüst- und eine Abrüstautomatik sowie ein Melkplatzcomputer gewählt.

Für den Kauf der vorhandenen Melktechnik war Kundendienst und Service das wichtigste Entscheidungskriterium. Die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung wurde von drei Viertel der MelkerInnen als wichtige Entscheidungsgröße der Kaufentscheidung angesehen. Die MelkerInnen beurteilten zu 60% die Zufriedenheit der Melktechnik mit gut bis sehr gut. Zwei Drittel empfanden den Euterzugang, die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung und das Melkzeug in ihrem Melkstand als gut bis sehr gut.

Die Verbreitung der Melkstandtypen und deren technische Zusatzausstattung in Österreich und der Schweiz aufgrund der Agrarstruktur sehr ähnlich. In Schweden und Deutschland sind Gruppenmelkstände beliebter, bedingt durch die höhere Kuhanzahl auf den Betrieben.

Problemstellung

Der landwirtschaftliche Produktionssektor ist durch eine zunehmende Rationalisierung geprägt. Im Jahr 1999 waren in Österreich 77.616 Betriebe mit Milchkuhhaltung vorhanden (STATISTIK AUSTRIA 2001), diese Anzahl reduzierte sich auf 47.765 Betriebe bis zum Jahr 2010 (STATISTIK AUSTRIA 2013). In Österreich gehören 76,1% des gesamten lebenden Rinderbestandes der Rasse Fleckvieh an (KALCHER *et al.* 2013). Die Betriebsgröße und damit einhergehend die Kuhanzahl pro Betrieb erhöhte sich im letzten Jahrzehnt deutlich (STATISTIK AUSTRIA 2012). Die durchschnittliche Kuhanzahl pro Betrieb stieg von 22,0 im Jahr 2000 auf 28,9 im Jahr 2012 an (KALCHER *et al.* 2013). Das Vergrößern des Tierbestandes trägt zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität in der österreichischen Milchviehhaltung bei. Mit dem Rückgang der Anbindehaltung und Einführung der Laufställe im Milchviehbereich veränderte sich die dazugehörige Melktechnik von Eimer- und Rohrmelkanlagen zu modernen Melkständen. Zusatzausstattungen im Melkstand bedingen eine Arbeitserleichterung (HOEHNE-HÜCKSTÄDT & KAUKE 2009). Die technische Ausstattung der Melkstände in Österreich sowie die Motive zur Kaufentscheidung der vorhandenen Melktechnik sind kaum bekannt. Die Beurteilung der erworbenen Melktechnik und die Wahl der Melktechnik bei Neuanschaffung wurden bis dato auf österreichischen Milchviehbetrieben nicht näher beleuchtet.

Material und Methoden

Die Befragung der MelkerInnen zur Melktechnik wurde auf insgesamt 10 niederösterreichischen Betrieben durchgeführt, wobei 4 konventionell und 6 biologisch bewirtschaftet wurden. Die Betriebsführer der Untersuchungsbetriebe führten ihre Landwirtschaft im Haupterwerb, wobei der am Betrieb dominierende Betriebszweig die Milchviehhaltung (9 Betriebe) war. Die durchschnittliche land- und forstwirtschaftliche Nutzfläche lag bei 48 Hektar. Im Mittel wurden 28 Stück Milchkühe auf allen zehn Betrieben gehalten, wobei die konventionell bewirtschaftenden Betriebe einen Durchschnitt von 38 Stück und die biologisch geführten Betriebe von 21 Stück Milchkühe hatten. Das Milchkontingent (in Kilogramm) lag im Durchschnitt aller Betriebe bei 178.350 kg. Die durchschnittliche Milchleistung (in kg Milch pro Kuh und Jahr) der zehn Betriebe belief sich auf 7.321 kg. Auf allen untersuchten Betrieben waren mindestens zwei Personen vollbeschäftigt tätig, diese zählten immer zu familieneigenen Arbeitskräften. An der Befragung beteiligten sich 20 Personen, wobei 11 Befragte weiblich und 9 männlich waren. Die MelkerInnen waren im Mittel 45 Jahre alt.

Die Datenerhebung wurde im März 2013 mit einem halbstandardisierten Fragebogen durchgeführt. Diese Methode wurde in Anlehnung an SAVARY *et al.* (2010) ausgewählt. Es wurden die technische Ausstattung des Melkstandes, die Gründe für die Kaufentscheidung der vorhandenen Melktechnik, die Beurteilung der Arbeitsqualität der Melktechnik und die Wahl der Melktechnik bei einer Neuanschaffung abgefragt.

Die deskriptive Datenauswertung erfolgte mit einem Tabellenkalkulationsprogramm (Microsoft Excel 2007) und die analytische mit SAS Enterprise Guide 4.2. Die Ergebnisse der Befragung wurden als Mittelwert der zwei MelkerInnen pro Betrieb (n=10) oder nach den 20 MelkerInnen dargestellt.

Ergebnisse

Die Melktechnik auf den Untersuchungsbetrieben wurde über den vorhandenen Melkstandtyp und dessen Zusatzausstattung und subjektiver Beurteilung und die Präferenzen in der künftigen Kaufentscheidung evaluiert.

Vorhandene Melktechnik

Auf der Hälfte (50%, 5/10) der untersuchten Betriebe war ein Fischgräten-Melkstand (FG) vorhanden, wobei die Anzahl der Melkplätze von 4 bis 8 variierte. Jeweils zwei Betriebe hatten einen 2-er Tandem (TD) (20%, 2/10) und einen 3-er Tandem (20%, 2/10). Der Melkstandtyp Side by Side (SbS) war nur einmal vorhanden (10%, 1/10), dieser besaß 5 Melkplätze. Die Anzahl der Melkplätze korrelierte mit der Anzahl der Melkzeuge signifikant (<0.002 ; h.s., $r=0.91$). Die gehaltene Anzahl an Milchkühen ($<30/>30$) hatte einen signifikanten Einfluss auf die Zahl der Melkzeuge im Melkstand (<0.0333 ; $R^2=0.49$, $r=0.70$). Die Betriebe mit unter 30 Kühen (6/10) waren durchschnittlich ($\bar{x}$ 3.2, MIN=2, MAX=5) mit einer geringeren Anzahl an Melkzeugen als Betriebe mit über 30 Milchkühen ($\bar{x}$ 6.3, MIN=3, MAX=8) ausgestattet.

Der dominierende Hersteller der Melkstände war Westfalia (9 Betriebe), gefolgt von Alfa-Laval (1 Betrieb). Das Alter der Gebäude für die Melktätigkeit lag im Mittel bei 21,0 Jahren (MIN=10, MAX=49) und das Alter des Melkstandes bei 16,1 Jahren (MIN=2, MAX=27).

Technische Zusatzausstattung

Ein Warteraum war überwiegend (66%, 4/6) auf BIO-Betrieben und auf Betrieben mit einer Kuhanzahl unter dreißig eingerichtet (66%, 4/6). Eine Tiererkennung wurde vorwiegend auf Betrieben mit einer Milchkuhanzahl über dreißig eingesetzt (50%, 2/4). Eine Milchmengenmessung wurde häufiger auf Betrieben mit über 30 Kühen genutzt (75%, 3/4). Tendenziell häufiger hatten Betriebe mit über dreißig Stück Milchkühe eine

Anrüstautomatik im Melkstand (75%, 3/4) und die Hälfte dieser verwendete eine Abnahmeautomatik (50%, 2/4).

Die Wichtigkeit des Vorhandenseins von vorhandener technischer Ausstattung im Melkstand wurde von den MelkerInnen mit „nicht wichtig“, „teilweise wichtig“, „wichtig“ oder „weiß nicht“ bewertet. Auf allen Betrieben, die mindestens eine zusätzliche Ausstattung im Melkstand hatten (6/10), wurde deren Vorhandensein von Melker 1 und Melker 2 (12/20) als „wichtig“ beurteilt. Es wurde daraus der Schluss gezogen, dass das Vorhandensein einer Zusatzausstattung immer positiv bewertet wird und keiner der MelkerInnen diese im Melkstand missen möchte.

Neuanschaffung

Ein Viertel (25%, 5/20) der MelkerInnen gaben an, dass sie bei einem Neukauf der Melktechnik den Fischgräten-Melkstand wählen würden. Für den Tandem-Melkstand würden sich 30% (6/20) der melkenden Personen entscheiden. Weitere 30% (6/20) würden bei einer Neuanschaffung den Melkstandtyp Side by Side vorziehen. Die vollautomatisierte Melktechnik (AMS), einen Melkroboter, würden 3 von 20 MelkerInnen (15%) als zukünftige Melktechnik bevorzugt anschaffen. Die Angabe zur Anzahl der Melkzeuge war von der Bewirtschaftungsart abhängig. MelkerInnen auf biologischen Betrieben (11/17) gaben an, dass sie sich im Mittel 5,0 (MIN=3, MAX=8) Melkzeuge wünschen und waren somit deutlich unter der bevorzugten Anzahl von 7,3 Melkzeugen (MIN=6, MAX=8), welche der durchschnittliche Wunsch der sechs konventionellen (6/17) MelkerInnen war ($0.0195 < 0.05$; s.).

Zur Wahl des Herstellers der neuen Melktechnik gaben 60% (12/20) „weiss nicht“ an. Sieben der 20 MelkerInnen (35%) nannten den Hersteller Westfalia und nur eine Person (5%) favorisierte die Melktechnik von Alfa Laval. Nur 10% (2/20) der MelkerInnen könnten sich einen Neukauf der Melktechnik in 3 bis 5 Jahren vorstellen. Weitere 10% (2/20) wollen diesen Kauf in 5 bis 8 Jahren tätigen. Die Mehrheit der MelkerInnen (80%, 16/20) wählte als Zeitangabe zur Neuanschaffung der Melktechnik die Kategorie „später“ aus.

Die Zusatzausstattung, die die MelkerInnen in ihrem neuen Melkstand wählen würden, ist der **Tabelle 1** zu entnehmen.

Tabelle 1: Vorhandene Zusatzausstattung der Betriebe (n=10) und gewünschte Zusatzausstattung (ohne Melkroboternennungen) bei einer Neuanschaffung der Melktechnik der MelkerInnen (n=17)

Zusatzausstattungsart:	Vorhandene* (10/10)	Gewünschte ** (17/20)
Wartezimmer	60% (6/10)	58,8% (10/17)
Nachtreibhilfe	-	17,6% (3/17)
Tiererkennung	20% (2/10)	64,7% (11/17)
Milchmengenmessung	40% (4/10)	70,6% (12/17)
Anrüstautomatik	60% (6/10)	76,4% (13/17)
Abnahmeautomatik	20% (2/10)	70,6% (12/17)
Automatische Zwischendesinfektion	-	23,5% (4/17)
Melkplatzcomputer	10% (1/10)	41,7% (7/17)
Dippautomatik	-	11,8% (2/17)
Nachselektion	-	5,88% (1/17)

*nach Betrieben

**nach MelkerInnen, ausgenommen jene, die Melkroboter wünschten

Bei einer Neuanschaffung der Melktechnik waren als zusätzliche technische Ausrüstung vor allem eine Tiererkennung, eine Milchmengenmessung, eine Anrüst- und eine Ab- rüstautomatik und ein Melkplatzcomputer besonders beliebt.

Kaufentscheidung

Die Gründe für die Kaufentscheidung der vorhandenen Melktechnik sind in der **Abbildung 1** ersichtlich, dazu wurden die gegebenen Antworten (in %) der 20 MelkerInnen nach abgefragten Kriterien angeführt.

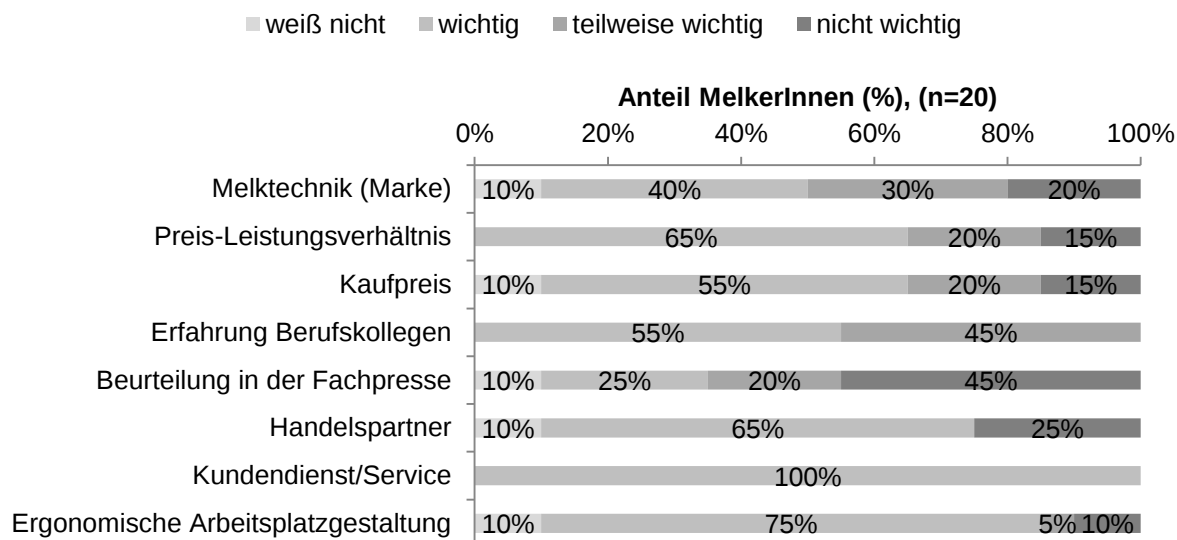


Abbildung 1: Bedeutung der Kriterien zur Kaufentscheidung der vorhandenen Melktechnik (n=20)

Kundendienst und Service wurde als das wichtigste Kriterium bei der Kaufentscheidung der vorhandenen Melktechnik ermittelt. Für drei Viertel der MelkerInnen war die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung ein wichtiges Entscheidungskriterium vor dem Kauf der Melktechnik. Das Preis-Leistungsverhältnis und die Handelspartner galten für die Mehrheit als wichtig bei der Wahl der Melktechnik. Die Marke und die Beurteilung der Melktechnik in der Fachpresse spielte eine untergeordnete Rolle bei der Auswahl.

Beurteilung vorhandener Melktechnik

Die Beurteilung der vorhandenen Melktechnik erfolgte durch die in der nachstehenden Abbildung dargestellten Parameter. Es werden die gegebenen Antworten (%) der 20 MelkerInnen visualisiert.

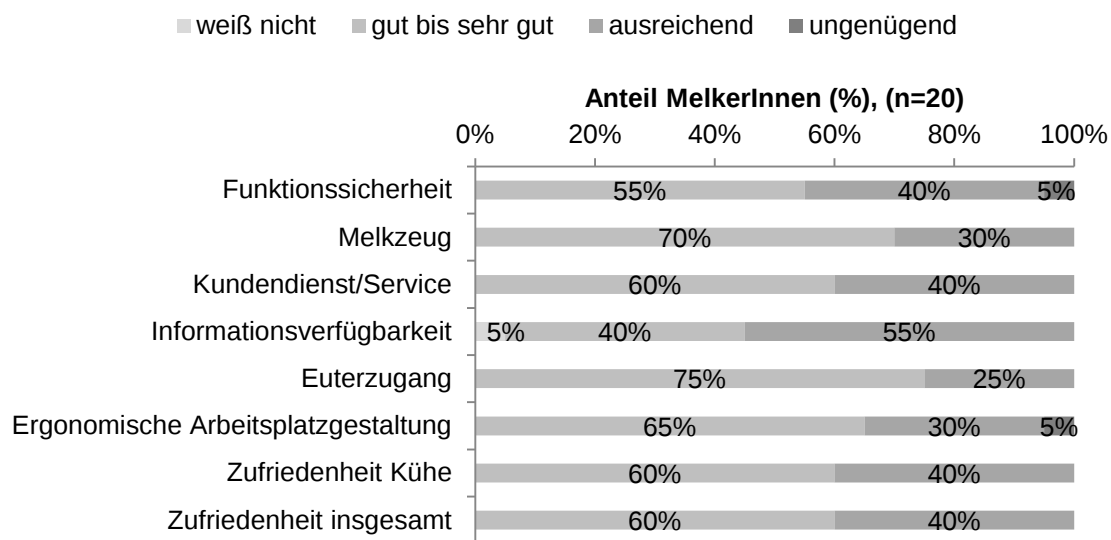


Abbildung 2: Kriterien der Beurteilung vorhandener Melktechnik (n=20) (in % der MelkerInnen)

Drei Viertel der MelkerInnen schätzte den Euterzugang im Melkstand als „gut bis sehr gut“ ein. Das Arbeitshilfsmittel Melkzeug wurde von der Mehrheit als „gut bis sehr gut“ eingeschätzt. Zwei Drittel der melkenden Personen empfanden ihren Melkstand im Bezug auf die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung als „gut bis sehr gut“. Die Informationsverfügbarkeit der vorhandenen Melktechnik wurde von mehr als der Hälfte des Melkpersonals mit „ausreichend“ bewertet. Generell war der Grad der Zufriedenheit insgesamt mit der vorhandenen Melktechnik hoch, es beurteilten 60% der MelkerInnen diese mit „gut bis sehr gut“.

Diskussion

SAVARY *et al.* (2010) befragten 1056 Betriebe in der Schweiz mit Fragebogen in Anlehnung an FÜBECKER & KOWALEWSKI (2006) zu ihrer Melktechnik.

Von der Betriebsstruktur und vorhandener Melktechnik waren sich die untersuchten österreichischen und die schweizerischen Milchviehbetriebe sehr ähnlich. Der Tandem-Melkstand und der Fischgräten-Melkstand wurden in beiden Ländern häufig vorgefunden. Es zeigte sich, dass die Schweizer Tandem- und Auto-Tandem-Melkstände mehr Melkzeuge pro Melkstand besitzen als die österreichischen. Der (Auto)-Tandem-Melkstand ist für kleinere Herdengrößen geeignet (3 Melkzeuge - Melken von bis zu 25 Milchkühen) und daher trotz hoher Investitionskosten und langer Arbeitswege sehr beliebt (ÖKL, 2012). Das durchschnittliche Melkstandalter in der Schweiz lag bei zehn Jahren und war im Mittel sechs Jahre jünger als die österreichische Melktechnik. In Deutschland kommt der Auto-Tandem-Melkstand in der Kategorie der Einzelmelkstände am häufigsten vor, in der Kategorie Gruppenmelkstände ist der Fischgrätenmelkstand am weitesten verbreitet. Der Side by Side-Melkstand und das Melkkarussell sind auch sehr beliebt (BOCKISCH & ORDOLFF 2006), bedingt durch eine größere Milchkuhanzahl pro Betrieb.

Das Vorhandensein der technischen Zusatzausstattungen in Schweizer Melkständen verhielt sich ähnlich wie in den österreichischen, lediglich war eine Anrüstautomatik in österreichischen Melkständen öfter vorhanden. Nachtreibehilfe, automatische Zwischendesinfektion, Dippautomatik und Nachselektion wurden in beiden Ländern kaum bis gar nicht verwendet. Ein Warteraum und eine Milchmengenmessungen waren hingegen oft vorhanden. Österreichische Betriebe mit einer Kuhanzahl über 30 Kühe hatten tendenziell mehr technische Zusatzausstattungen eingerichtet. Durch die steigende Kuhanzahl pro Betrieb in Österreich wird die technische Zusatzausstattung zunehmend mehr adaptiert. Mit einer Anrüst- und Abahmeautomatik werden vor allem Arbeitszeit für Arbeitswege, Anrüsten und Melkzeugabnahme eingespart (ÖKL 2012).

Nach KOLSTRUP (2008) sind die dominierenden Melkstandtypen in Schweden der Side by Side-Melkstand und das Melkkarussell, bedingt durch eine hohe durchschnittliche Kuhanzahl, die bei 51 Stück pro Betrieb im Jahr 2007 lag. Die Melkstände sind technisch auf dem höchsten Stand und die häufigsten Zusatzausstattungen sind der Melkplatzcomputer und eine Abahmeautomatik.

Die Mehrheit der befragten schweizerischen und österreichischen melkenden Personen kann sich eine Investition in eine neue Melktechnik erst frühestens in acht Jahren vorstellen. Nach FÜBBECKER & KOWALEWSKI (2006), zit. nach SAVARY *et al.* (2010) verhielten sich die deutschen Melker investitionsfreudiger. SAVARY *et al.* (2010) führte dies auf stetiges Wachstum und größere Betriebsgrößen in Deutschland zurück, deswegen werden in Deutschland auch zunehmend mehr Gruppenmelkstände eingesetzt. In Österreich sowie in der Schweiz werden die Einzelmelkstände aufgrund der kleineren Betriebsgrößen auch in Zukunft eine dominierende Rolle spielen, jedoch tendierten die Befragten von Gruppenmelkständen, wie Fischgräten-Melkstand und Side by Side-Melkstand, zu durchschnittlich mehr Melkzeugen als diese bisher vorhanden waren. Ein Automatisches Melksystem können sich die MelkerInnen beider Länder als zukünftige Melktechnik vorstellen. Als technische Zusatzausstattungen waren sowohl in Österreich

als auch in der Schweiz ein Melkplatzcomputer, eine Tiererkennung, eine Milchmengenmessung und eine Abnahmeautomatik sehr beliebt.

Bei den Gründen zur Kaufentscheidung der Melktechnik wurden ähnliche Ergebnisse erzielt. Kundendienst und Service wurden von den österreichischen und schweizerischen MelkerInnen als wichtigster Entscheidungsgrund bezeichnet. Der Arbeitsplatzkomfort wurde in beiden Untersuchungen als zweitwichtigstes Kriterium der Kaufentscheidung genannt. Unterschiedliche Ergebnisse zeigten sich dadurch, dass von den österreichischen MelkerInnen die Marke der Melktechnik weniger wichtig, als von den schweizerischen Befragten beurteilt wurde. Die Beurteilung in der Fachpresse war für die MelkerInnen beider Länder von geringer Bedeutung bei der Auswahl der vorhandenen Melktechnik.

Das österreichische Melkpersonal beurteilte den Euterzugang in ihrem Melkstand und die Schweizer Melker den Kundendienst und die Funktionssicherheit am besten. Nach LISTE (2009), zit. nach SAVARY *et al.* (2010), ergab sich eine hohe Zufriedenheit mit dem Kundendienst und Service der Melktechnik in Deutschland. Die Zufriedenheit insgesamt wurde sowohl in der Schweiz als auch in Österreich hoch eingeschätzt.

Literaturverzeichnis

- BOKISCH F.-J., ORDOLFF D. (2006):** Wie sehen die Trends bei Melkstandsystemen und Melktechnik aus? Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, Sonderheft 299, 60
- GROHSEBNER C. (2013):** Vierteljährliche Auswertung aus der Rinderdatenbank zum Stichtag 1.Dezember.2012. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Abteilung II/5. 1-3
- HOEHNE-HÜCKSTÄDT U., KAUK M. (2009):** Arbeitsbelastung beim Melken. ART-Schriftreihe 9, 60
- KALCHER L., FÜRST C., MAYERHOFER M. (2013):** Die österreichische Rinderzucht 2012. Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter, Wien, Jahresbericht Ausgabe 2013. 140-141
- KOLSTRUP C. (2008):** Work Environment and Health among Swedish Livestock Workers. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 14-15
- ÖKL- ARBEITSKREIS LANDWIRTSCHAFTSBAU (2012):** Melkstandanlagen bauen. ÖKL-Merkblatt, 3. Auflage, 51, 6-13
- SAVARY P., KORTH F., KAUK M. (2010):** Melkstandtechnik auf Schweizer Milchviehbetrieben. ART-Bericht 730, 1-7
- STATISTIK AUSTRIA (2001):** Agrarstrukturerhebung 1999. Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien, Schnellbericht 1.17, 29
- STATISTIK AUSTRIA (2012):** Agrarstrukturerhebung 2010: 20% weniger land- und forstwirtschaftliche Betriebe als 1999; Trend zu größeren Betrieben hält an. Bundesanstalt Statistik Österreich, Wien, Pressemitteilung: 10.265-118/12
- STATISTIK AUSTRIA (2013):** Agrarstrukturerhebung 2010- Gesamtergebnisse. Bundesanstalt Statistik Österreich, Verlag Österreich GmbH, Wien, 260

Entwicklung eines Tools zur Durchführung einer arbeitswirtschaftlichen IST-Analyse in Milchviehbetrieben

Juliana Mačuhová, Bernhard Haidn

*Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung,
Prof.-Dürrwaechter Platz 2, 85586 Poing
Phone: +49/8999141334, Fax: +49/8999141303
E-mail: juliana.macuhova@lfl.bayern.de*

Zusammenfassung: Die Arbeitswirtschaft ist ein immer schon besonders wichtiges Thema in der Milchviehhaltung. Das Ziel dieser Studie war die Entwicklung geeigneter Methoden zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwands über Schätzung, um damit die Landwirte bei der arbeitswirtschaftlichen Ist-Analyse ihres Betriebes im Bereich der Innenwirtschaft zu unterstützen. Es wurden verschiedene Module mit unterschiedlich aufwendigen Ansätzen der Datenermittlung (Erhebung und Berechnung des Gesamtarbeitszeitaufwands, sowie auch des Arbeitszeitaufwands einzelner Arbeitsvorgänge) in Excel erstellt. Die entwickelten Module wurden an 10 Praxisbetrieben getestet. In 5 der untersuchten Betriebe wurde zusätzlich der Arbeitszeitaufwand über Arbeitstagebücher ermittelt. Außerdem konnten die für die Betriebszweigabrechnung ermittelten Daten des Vorjahrs in den Vergleich einbezogen werden. Basierend auf den Erfahrungen mit diesen Modulen wird derzeit an der Erstellung zweier Tools (einfaches und Kombi-Tool) gearbeitet. Bei dem einfachen Tool wird die Ermittlung des gesamten Arbeitszeitaufwands nur über eine Schätzung durchgeführt. Das Kombi-Tool kombiniert die Schätzung mit der Aufzeichnung über Arbeitstagebücher. Weiterhin wird auch an einem Erfassungsmodul für die Rahmenbedingungen auf den Betrieben (wie z. B. Informationen über Arbeitskräfte, Haltungsverfahren, Technische Ausstattung) gearbeitet, um den Landwirten einen horizontalen Betriebsvergleich bei ähnlichen betrieblichen Voraussetzungen zu ermöglichen.

1 Einleitung

Die Optimierung der Kosten ist eine wichtige Aufgabe, die der Landwirt stetig zu lösen hat, um konkurrenzfähig zu bleiben. Einer der höchsten Kostenposten im Milchviehbetrieb sind die Personalkosten. Wie die Betriebszweigabrechnungen (BZA) der bayerischen Milchviehbetriebe zeigen, wurde in den letzten Jahren mit bis zu 27% ein wesentlicher Anteil der Produktionskosten durch die Arbeitserledigungskosten für Personal bestimmt (DORFNER & HOFFMAN 2009-2013). Bei der Optimierung der Arbeitsorganisation und -durchführung geht es jedoch nicht nur um eine Reduzierung der Kosten, sondern auch um eine Senkung der Arbeitsbelastung und darum, Freiräume für das private Leben zu erzielen. Bei stetig steigenden Herdengrößen kommen die Betriebe bei gleichbleibendem oder sogar abnehmendem Arbeitskräftebesatz häufig an die Grenze, das vorhandene Arbeitspensum bewältigen zu können.

Es ist jedoch nicht nur der hohe wirtschaftliche Druck, sondern auch gesetzliche Vorgaben, Verbrauchererwartungen, Ansprüche an die Produktqualität (Produktionsbedingungen, Tierwohl), Technikentwicklungen sowie auch neue Erkenntnisse, die zu tiefgreifenden Veränderungen auf den Betrieben führen können. Eine exakte Einschätzung der Auswirkungen bestimmter Änderungen (z. B. höhere Bestandsgröße, Einführung einer neuen Technik, Umbaumaßnahmen) auf die Arbeitsbelastung und Arbeitsdurchführung im Betrieb ist für Landwirte schwierig, da die verfügbaren Informationsquellen (Faustzahlen, Durchschnittswerte bzw. Angaben der Firmen) hierfür nur bedingt geeignet sind. Zur Optimierung der Arbeitsabläufe unter vorhandenen Bedingungen (Technik, Baulösungen), sowie Abschätzung des Arbeitszeitbedarfs bei Neu- bzw. Umbau in Milchviehbetrieben bzw. Anschaffung einer neuen Technik können Arbeitszeitanalysen entscheidend weiterhelfen.

Meist wird die Bestimmung des Arbeitszeitaufwands in den Betrieben (wie auch bei der BZA in Bayern) über eine Schätzung durchgeführt. Die Qualität der Schätzung wird jedoch häufig in Frage gestellt. Um aber eine möglichst genaue betriebswirtschaftliche, sowie auch arbeitswirtschaftliche Analyse des Betriebs durchführen zu können und die gewonnenen arbeitswirtschaftlichen Daten für einen Vergleich mit anderen Betrieben nutzen zu können, muss nicht nur der Arbeitszeitaufwand sondern auch die Rahmenbedingungen auf den Betrieben so genau wie möglich ermittelt werden.

Die Erfassung über Arbeitstagebücher zählt zu den genaueren Methoden zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwands auf den Betrieben, (wenn die Aufzeichnungen durch den Landwirt in ausreichender Qualität vorgenommen worden sind). Die Landwirte können diese Erfassung noch ohne allzu hohen Aufwand auch für einzelne Arbeitsvorgänge sowie auch -teilvergänge durchführen. Die Arbeitstagebücher müssen jedoch über einen längeren Zeitraum und häufig mehrere Perioden geführt werden, um repräsentativ zu sein. Hierfür fehlt dann doch häufiger die notwendige Motivation bei den Landwirten.

Bei der Erfassung des Arbeitszeitaufwands über ein strukturiertes Gespräch mit Hilfe eines Fragebogens ist es gleichzeitig immer auch möglich, den Arbeitszeitaufwand einzelner Arbeitsvorgänge bzw. auch -teilvergänge (mit zu anderen Methoden vergleichsweise geringem Zeitaufwand) zu ermitteln. Die Aussagekraft der Daten, die mit dieser Methode ermittelt werden, ist jedoch stärker als bei anderen Methoden begrenzt (AUERHAMMER 1986). Bereits frühere Untersuchungen haben aber gezeigt, dass ein gezieltes Nachfragen zu einzelnen Arbeitsteilvergängen (Tätigkeiten) bei den einzelnen Arbeitsvorgängen die Datenqualität verbessern kann (HAIDN & MAČUHOVÁ 2009, MAČUHOVÁ *et al.* 2011).

Ziel des gesamten Projekts ist es, Tools zu entwickeln, die die Landwirte bei der arbeitswirtschaftlichen Ist-Analyse ihres Betriebs im Bereich der Innenwirtschaft unterstützen. Dabei sollten auch Rahmenbedingungen in den Betrieben erfasst werden, um einen Vergleich mit anderen Betrieben zu ermöglichen. Ziel dieser Studie war es, auf Basis aussagekräftiger Daten geeignete Schätzmethoden zur Ermittlung des Arbeitszeit-

aufwands bis auf das Niveau der Arbeitsvorgänge zu finden. Dabei wurde auf die Durchführbarkeit und Verständlichkeit der einzelnen Module geachtet.

2 Material und Methoden

Bei der Entwicklung der Tools wurden zunächst verschiedene Module zur Erhebung und Berechnung des Gesamtarbeitszeitaufwands bzw. des Arbeitszeitaufwands einzelner Arbeitsvorgänge mit unterschiedlich aufwendigen Ansätzen der Daten-ermittlung in Excel erstellt.

Dieses Paper zeigt nur eine Auswahl der Module, sowie Ergebnisse, die daraus gewonnen wurden. In den ausgewählten Modulen wurde die Erfassung des Arbeitszeitaufwands für die Innenwirtschaft über die Schätzung folgender Werte durchgeführt:

- Jahresarbeitszeitaufwand je Arbeitsperson für: gesamten Betrieb, Innenwirtschaft ohne Wirtschaftsdüngerausbringung, Wirtschaftsdüngerausbringung, Außenwirtschaft, andere landwirtschaftliche Betriebszweige (Modul - Jahreswerte)
- Tagesarbeitszeitaufwand je Arbeitsperson für Innenwirtschaft ohne Wirtschaftsdüngerausbringung unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Arbeitszeiten an Arbeitstagen, Wochenenden bzw. Feiertagen (Modul - Tageswerte)
- Tagesarbeitszeitaufwand je Arbeitsperson für: Innenwirtschaft ohne Wirtschaftsdüngerausbringung unter Berücksichtigung der Urlaubstage (Modul – Tageswerte - Urlaub)
- Tagesarbeitszeitaufwand je Arbeitsvorgang (Tageswerte-Arbeitsvorgang)
- Tagesarbeitszeitaufwand je Arbeitsvorgang und Arbeitsperson (Modul – Tageswerte - Arbeitsvorgang je Arbeitsperson)
- Arbeitszeitaufwand für einzelne Arbeitsvorgänge über die Ermittlung des Arbeitszeitaufwands für einzelne Arbeitsteilvorgänge, deren Häufigkeiten und Anzahl beteiligter Personen (Modul - Arbeitsvorgang/-teilvorgänge-Werte)

Ein Überblick der betrachteten Arbeitsvorgänge bzw. -teilvorgänge der Innenwirtschaft ist in **Tabelle 1** dargestellt.

Tabelle 1: Arbeitsvorgänge mit dazugehörigen Teilvorgängen bzw. einzelnen Tätigkeiten der Innenwirtschaft

Arbeitsvorgang	Arbeitsteilvorgang bzw. einzelne Tätigkeiten
Organisation, Büro und Management	Telefonate; Buchungen; Buchführung; Tiermeldungen; PC-Arbeiten für Innenwirtschaft; Besprechungen; Fortbildung Vertreterbesuche etc.
Wartung und Reparaturen	Wartung und Reparaturen an Stalleinrichtung; Reparatur und Wartung der Technik für Innenwirtschaft
Wirtschaftsdüngerausbringung <i>bei den Kühen</i>	
Stallmanagement	Tierkontrollen; Tierbehandlungen; Geburtsüberwachung und -hilfe; Besamung; Trächtigkeitsuntersuchung; Umstallen; Verkauf der Tiere; Klauenpflege-funktionelle; Klauenpflege-Sonderbehandlungen; Tränkereinigen; Stallräume-reinigen
Füttern	Grundfuttersvorlage bzw. TRM-Fütterung; Grünfuttersvorlage; Krautfuttersvorlage; Futtermittelvorbereitung; Futter-nachschieben; Futteranlieferung; Futtertischsäubern, Futterresteentfernen etc.
Einstreuen/Entmisten	Bereitstellung des Einstreumaterials; Liegeboxen-Vorrat nachfüllen; Liegeboxen-Einstreuverteilen; Liegeboxen-tägliche Pflege; Liegeboxen, Laufflächen-tägliche Pflege; Laufflächen, Übergänge entmisten; Sonderbereiche-regelmäßige Pflege; Sonderbereiche-Einstreuen und Entmisten; Sonderbereiche-Vorrat nachfüllen etc.
Melken	tägliche Routine (Kühe holen, Melken, Routine Melkstand/AMS Reinigen); Kühe melken in Abkalbebox bzw. an anderem Platz; Melkstand gründlich Reinigen; Milchproben nehmen (auch wenn es z. B. nur Wartezeit verursacht); Tank reinigen, andere kleine Tätigkeiten; Kühe trockenstellen; andere Behandlungen verbunden mit Melken etc.
Weide	Tierumtrieb; Tierkontrolle Weidevorarbeiten; Versorgung mit Wasser
<i>Kälber und Jungvieh</i>	Tränkekälber - tägliche Routine; Iglus, Boxen - Entmisten, Desinfizieren; Tränkekälber (Einzelhaltung) - tägliche Arbeiten; Tränkekälber (Einzelhaltung) - Einstreuen und Entmisten; Tränkekälber (Tiefstreubereich) -tägliche Arbeiten; Tränkekälber (Tiefstreubereich) - Einstreuen und Entmisten; Abgesetzte Kälber-tägliche Routine; Abgesetzte Kälber-Einstreuen/Entmisten; Besamen; Trächtigkeitsuntersuchung; Kälber, Jungvieh – Umstallen; Jungvieh - Füttern; Jungvieh - Einstreuen und Entmisten; Ohrmarke einsetzen; Tierbehandlung; Enthornung; Einstreumaterial - Vorrat nachfüllen etc.

Die entwickelten Module wurden insgesamt an 10 Praxisbetrieben mittels Befragung während eines Besuchs getestet. Es wurde angestrebt, dass alle in der Innenwirtschaft beschäftigten Arbeitskräfte an der Befragung teilnahmen, damit jeder die Schätzungen

für sich selbst durchführen konnte. Alle Schätzungen sollten einmal nur vom Betriebsleiter (auch für andere Arbeitskräfte) und in den Modulen mit der Schätzung des Arbeitszeitaufwands je Arbeitskraft auch von einzelnen Arbeitskräften selbst (wenn bei Umfrage anwesend) durchgeführt werden. Bei jedem Modul wurde den Landwirten bzw. den Befragten erklärt, um welche Tätigkeiten es sich bei der Befragung gerade handelt. Allen Befragten standen der Ausdruck der Module, sowie auch der Ausdruck mit der Kurzbeschreibung aller Arbeitsvorgänge und der dazu gehörigen Arbeitsteilvorgängen zur Verfügung.

Die ermittelten Daten wurden bei der Befragung direkt elektronisch erfasst, wodurch auch die Kalkulationen unmittelbar durchgeführt werden konnten. Bei der Datenerfassung wurden keine Daten auf Grund der Ergebnisse von vorher abgefragter Module nachgefragt oder versucht an die Ergebnisse anderer Module anzupassen. Nur bei der Schätzung der Jahreswerte wurde darauf geachtet, dass der Jahresarbeitszeitaufwand für den gesamten Betrieb je Arbeitsperson sowie auch die Verteilung des Arbeitszeitaufwands zwischen einzelnen Bereichen (Innenwirtschaft ohne Wirtschaftsdüngerausbringung, Wirtschaftsdüngerausbringung, Außenwirtschaft und andere Betriebszweige (z. B. Waldwirtschaft)) plausibel waren.

Auf 5 Betrieben wurde zusätzlich der Arbeitszeitaufwand für die Innenwirtschaft während einer vierwöchigen Periode (auf einem Betrieb zwei Perioden) über Arbeitstagebücher durch alle in der Innenwirtschaft arbeitenden Personen aufgezeichnet. Die Aufzeichnungen wurden auf dem Niveau der Arbeitsvorgänge bzw. Arbeitsteilvorgänge durchgeführt. Aus der Summe der einzelnen Arbeitsvorgänge bzw. Arbeitsteilvorgänge wurde der durchschnittliche tägliche Gesamtarbeitszeitaufwand für die Innenwirtschaft und daraus der Arbeitszeitaufwand pro Kuh und Jahr berechnet. Für die Wirtschaftsdüngerausbringung wurden die Schätzwerte der Umfrage übernommen. Außerdem standen für die Studie die Schätzwerte des Arbeitszeitaufwands für BZA des vorherigen Jahres zu Verfügung.

Trotz der kleinen Betriebszahl wurde eine statistische Datenauswertung durchgeführt, um zumindest Tendenzen bezüglich der Qualität der ermittelten Daten zu erkennen. Die statistische Analyse erfolgte mit dem Programm SigmaPlot® (Version 11.0, 2008). Für den Mittelwertvergleich wurden die einfache ANOVA mit wiederholten Messungen (bei normalverteilten Daten und gleicher Varianz) und der Friedman Test (bei nicht normalverteilten Daten bzw. ungleicher Varianz) mit Mittelwertvergleich nach Tukey verwendet. Das Signifikanzniveau war auf $P < 0.05$ festgelegt. Zusätzlich wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson (bei normal verteilten Daten) bzw. Spearman (bei nicht normal verteilten Daten) berechnet, um die Zusammenhänge zwischen ausgewählten Arbeitstagebücherdaten und anderen Zeiterfassungsmethoden zu testen.

3 Ergebnisse und Diskussion

Ein Hauptziel in dieser Phase des Projekts war die Überprüfung der Anwendbarkeit der einzelnen Module im Praxisbetrieb. Hierbei standen die Durchführbarkeit, die Verständlichkeit aber auch die Möglichkeit im Fokus, qualitativ hochwertige Daten zu gewinnen.

Bei der derzeitigen Untersuchung wurde angestrebt, dass alle Arbeitspersonen, die in der Innenwirtschaft tätig waren, an der Umfrage teilnahmen (auch wenn dies nicht immer möglich war), um auch selbst die Schätzungen in der Summe (Jahres- und Tageswerte) sowie für die eigenen Arbeitsbereiche durchführen zu können. Dies erwies sich als positiv. Denn häufig wurden die einzelnen Arbeitszeiten von verschiedenen Arbeitspersonen unterschiedlich geschätzt bzw. erst nach einer gegenseitigen Besprechung der Arbeitspersonen ermittelt. Nur in einzelnen Fällen lies eine Arbeitsperson ihre Arbeitszeit vom Betriebsleiter oder einer anderen Arbeitsperson schätzen. Begründet wurde dies damit, dass sie selbst die Schätzung nicht durchführen kann. Infolgedessen konnten die Arbeitszeiten nicht immer konsequent zuerst durch den Betriebsleiter und danach durch die betroffene Arbeitsperson selbst geschätzt werden. Dies bestätigt jedoch erneut, dass alle betroffenen Arbeitspersonen in die Ermittlung der Arbeitszeiten einbezogen werden sollten.

Genauso positiv hat sich erwiesen, dass die Landwirte zuerst den Jahresarbeitszeitaufwand für den gesamten Betrieb und dann aufgeteilt auf Innen- und Außenwirtschaft und andere Bereiche schätzen sollten. Über die Schätzung der Jahres- und in der Folge Tageswerte bekommen die Arbeitspersonen das Gefühl für diese Zeitwerte, bevor die Schätzung für einzelne Tätigkeiten beginnt. Zumal die Umfrage gezeigt hat, dass es Landwirte gibt, die sich noch nie direkt damit beschäftigt haben, wie viel Zeit im Jahr sie überhaupt arbeiten bzw. wie viel Zeit sie für einzelne Tätigkeiten benötigen.

Wie aufgrund früherer Ermittlungen des Arbeitszeitaufwands über Schätzung bereits zu erwarten war, zeigten auch die derzeitigen Untersuchungen in allen Betrieben, dass die Landwirte den Jahres- bzw. Tagesarbeitszeitaufwand für die Innenwirtschaft für sich selbst sowie auch für andere Arbeitspersonen leichter bestimmen konnten als den Arbeitszeitaufwand für einzelne Arbeitsvorgänge (wie z. B. Füttern, Melken, Einstreuen und Entmisten, Kälber und Jungvieh usw.). Dies sagt jedoch noch nichts über die Genauigkeit der Schätzung aus.

Der ermittelte Gesamtarbeitszeitaufwand für die Innenwirtschaft über geschätzt über ausgewählte Module, Arbeitstagebücher und die BZA ist in **Tabelle 2** dargestellt. Wie bereits erwähnt, wurden die über die einzelne Module gewonnenen Daten bei der Befragung nicht hinterfragt (außer bei der Schätzung der Jahreswerte). Es wurde auch nicht versucht, die Ergebnisse zwischen Modulen sofort zu vergleichen, um die Schätzung über andere Module nicht zu beeinflussen. Bei der Schätzung der Jahreswerte wurde nicht nur die Höhe der geschätzten Werte sondern auch die Verteilung zwischen einzelnen Bereichen kritisch hinterfragt und wenn notwendig korrigiert, wenn die Landwirte die Schätzung bzw. Aufteilung für einzelne Bereiche geändert haben. Darum wur-

den die Jahreswerte (wenn möglich von jeder Arbeitsperson selbst geschätzt) in den statistischen Vergleich mit Arbeitstagebüchern- und BZA-Ergebnissen einbezogen.

Der über die Schätzung der Jahreswerte ermittelte Arbeitszeitaufwand pro Kuh und Jahr unterschied sich nicht signifikant ($P > 0,05$) von dem mittels Arbeitstagebücher ermittelten Wert. Dabei wurde eine hohe Korrelation zwischen den Jahreswerten und den Arbeitstagebücherwerten beobachtet (**Tabelle 2**). Der für die BZA ermittelte Wert lag signifikant niedriger (im Durchschnitt um $12,6 \pm 10,4$ APh) als der mittels Arbeitstagebücher ermittelte Arbeitszeitaufwand ($P < 0,05$). Es konnte auch kein Zusammenhang zwischen den Werten der Arbeitstagebücher und der BZA ermittelt werden. Selbst die Annahme, dass die Aufzeichnungen der Arbeitstagebücher den tatsächlichen Arbeitszeitaufwand etwas überschätzen sollten (die Arbeitstagebücher wurden auf vier der Betriebe nur während einer vierwöchigen Winterperiode durchgeführt, d. h. keine Außenwirtschaftsarbeiten), würde die Differenz zu den Schätzungen für die BZA nicht erklären. Wenn der BZA-Wert zutreffen würde, müsste ein Teil der Betriebe im restlichen Zeitraum bis über 5 Stunden am Tag ($3,1 \pm 2,6$ APh pro Tag) weniger arbeiten. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass drei der fünf untersuchten BZA-Betriebe den Arbeitszeitaufwand bei der BZA deutlich unterschätzt haben.

Auch bei den anderen, auf der Schätzung der Werte in der Summe für die Innenwirtschaft basierenden Modulen (**Tabelle 2**), wurde eine gute Übereinstimmung mit den Arbeitstagebücherergebnissen erreicht. Die ermittelten Mittelwerte lagen in einem relativ engem Bereich (zwischen 69,9 und 72,4 APh pro Kuh und Jahr) und es wurde kein signifikanter Unterschied ($P > 0,05$) zwischen diesen Modulen bzw. im Vergleich zu den Ergebnissen der Arbeitstagebücher beobachtet. Auch wurde eine hohe Korrelation zwischen diesen Modulen und den Arbeitstagebüchern festgestellt (bei den zwei Modulen „Tageswerte-Urlaub“ aber mit $P < 0,07$ nicht signifikant).

Bei der Schätzung der Tageswerte in der Summe je Arbeitsperson konnte in den untersuchten Betrieben die „Urlaubskorrektur“ die Datenqualität nicht verbessern. Eine mögliche Ursache hierfür ist darin zu sehen, dass, wenn Arbeitspersonen Urlaub nahmen, die restlichen Arbeitspersonen bzw. Aushilfen deren Arbeit nahezu vollständig übernommen hatten. Damit wurden die „Urlaubsstunden“ bei der Schätzung durch die Landwirte anteilig den anderen betroffenen Arbeitspersonen zugeteilt. In der Folge hatte sich dies nur auf den Arbeitszeitaufwand (abhängig vom Maß der Übernahme der Tätigkeiten durch andere Arbeitspersonen) einzelner Personen ausgewirkt. Wichtiger als die Urlaubskorrektur bei der Schätzung der Tageswerte in der Summe ist offenbar die Berücksichtigung des Arbeitszeitaufwands von Arbeitspersonen, die nicht täglich auf dem Betrieb arbeiten. Dies betrifft nicht nur Fremdarbeitskräfte (inklusive Lehrlinge) sondern auch Familienarbeitskräfte. Häufig wird bei der Schätzung der Tageswerte nicht beachtet, dass die Arbeiten dieser Arbeitspersonen bei deren Abwesenheit (häufig sogar im gesamten Umfang) durch andere Arbeitspersonen übernommen werden.

Tabelle 2: Gesamtarbeitszeitaufwand für Innenwirtschaft ermittelt über verschiedene Methoden und der Zusammenhang zu den über die Arbeitstagebücher ermittelten Daten (n=5)

Methode	Gesamtarbeitszeitaufwand pro Kuh und Jahr (Mittelwert±SD)	Korrelation zur Arbeitstagebücherwerten r (P) ³
Arbeitstagebücher*	73,3±5,5^a	-
<i>Schätzungen über ausgewählte Module in der Summe für die Innenwirtschaft</i>		
Jahreswerte (Betriebsleiterschätzung)	70,4±10,3	0,93 (0,024)
Jahreswerte (wenn möglich von jeder AP¹ selbst geschätzt)*	71,3±10,2^{ab}	0,97 (0,008)
Tageswerte (Betriebsleiterschätzung)	70,6±14,9	0,91 (0,033)
Tageswerte (wenn möglich von jeder AP ¹ selbst geschätzt)	72,4±18,8	0,89 (0,044)
Tageswerte-Urlaub (Betriebsleiterschätzung)	69,9±14,4	0,87 (0,053)
Tageswerte-Urlaub (wenn möglich von jeder AP ¹ selbst geschätzt)	71,9±18,7	0,86 (0,065)
<i>Schätzungen über ausgewählte erstellte Module über Ermittlung des Arbeitszeitaufwands für einzelne Arbeitsvorgänge der Innenwirtschaft</i>		
Tageswerte-Arbeitsvorgang (Betriebsleiterschätzung)	65,8±12,4	0,23 (0,712)
Tageswerte-Arbeitsvorgang je Arbeitsperson (Schätzung der Betriebsleiter + einzelnen AP ¹)	64,5±8,5	0,616 (0,269)
Arbeitsvorgang/Teilvorgänge-Werte (Schätzung der Betriebsleiter + einzelnen AP ¹)	65,8±8,9	0,141 (0,822)
Schätzung für BZA^{2*}	60,7±8,2^b	-0,111 (0,859)

¹ Arbeitsperson² Betriebszweigabrechnung des vorherigen Jahres (d. h. 2012)^{a,b,c} Mittelwerte (* in den statistischen Vergleich einbezogen drei Methoden) ohne gleiche Buchstaben unterscheiden sich signifikant (P < 0,05)³ Als signifikanter Zusammenhang wurde betrachtet wenn P < 0,05

Bei der arbeitswirtschaftlichen Optimierung (Suche nach den Arbeitsfällen) auf den Betrieben ist es wichtig, dass die Landwirte den Arbeitszeitaufwand auch für einzelne Arbeitsvorgänge bzw. sogar -teilvergänge ermitteln können. Darum ist ein Ziel der Studie, auch eine möglichst genaue Schätzung des Arbeitszeitaufwands auf dem Niveau einzelner Arbeitsvorgänge, um die Landwirte bei den arbeitswirtschaftlichen Analysen zu unterstützen. Dafür wurden auch Module zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwands über Schätzung auf dem Niveau einzelner Arbeitsvorgänge bzw. sogar -teilvergänge entwickelt. Die Ergebnisse dreier ausgewählter Module sind in **Tabelle 3** dargestellt. Mit zwischen 64,5 und 65,8 APh pro Kuh und Jahr lag der Arbeitszeitaufwand für die Innenwirtschaft, welcher über diese Module ermittelt wurde etwas tiefer als bei den Arbeitstagebüchern (auch wenn kein signifikanter Unterschied beobachtet wurde). Auch bei die-

sen Schätzungen wurde nicht versucht, während der Erhebung des Arbeitszeitaufwands für einzelne Arbeitsvorgänge die Ergebnisse anderer Module in Frage zu stellen. Nach bisheriger Erfahrung ist es jedoch offenbar wichtig, bei der Schätzung des Arbeitszeitaufwands für einzelne Arbeitsvorgänge immer auch den Arbeitszeitaufwand in der Summe je Arbeitsperson zu schätzen, was Landwirte besser durchführen können.

Es zeigte sich wiederum, dass es für die Landwirte schwierig ist, den Arbeitszeitaufwand für einzelne Arbeitsvorgänge zu schätzen (HAIDN & MAČUHOVÁ 2009, MAČUHOVÁ *et al.* 2011). Sogar der Arbeitszeitaufwand für Routinearbeiten kann deutlich unter- bzw. überschätzt werden (MAČUHOVÁ *et al.* 2011).

Tabelle 3: Arbeitszeitaufwand für einzelne Arbeitsvorgänge der Innenwirtschaft ermittelt über verschiedene Methoden (n=5)

Arbeitsvorgang	Arbeitsstagebücher	Methode			P-Wert ¹
		Tageswerte je Arbeitsvorgang	Tageswerte je Arbeitsvorgang und Arbeitsperson	Arbeitsvorgang/Teilvorgänge Werte	
Organisation, Büro und Management	2,2+0,9	3,2+1,7	3,9+1,2	2,7+1,0	n.s.
<i>bei den Kühen</i>					
Stallmanagement	5,0+1,5	4,5+1,5	4,3+2,0	4,8+1,4	n.s.
Füttern	10,1+2,1 ^a	7,2+1,1 ^b	6,8+1,8 ^b	8,8+2,6 ^{ab}	<0,05
Einstreuen/Entmisten	2,6+1,1 ^a	1,5+0,9 ^b	1,6+1,1 ^b	1,6+0,7 ^b	<0,05
Melken	32,2+6,7	28,9+16,2	28,3+11,3	28,8+10,7	n.s.*
Weide	-	-	-	-	
Kälber und Jungvieh	15,3+7,3	18,6+8,7	16,9+9,2	17,6+7,6	n.s.
Wartung und Reparaturen	3,1+1,2	1,8+1,1	2,6+0,8	1,1+0,8	0,07*
Wirtschaftsdüngerausbringung		2,2+1,2			-
<i>Innenwirtschaft gesamt</i>	73,3±5,5	65,8+12,4	64,5+8,5	65,7+8,9	0,11

¹ ohne Kennzeichnung – parametrischer Test; * nicht parametrischer Test; n.s. nicht signifikant (P > 0,05)
^{a,b,c} Mittelwerte innerhalb der gleichen Zeile ohne gleiche Buchstaben unterscheiden sich signifikant (P < 0,05)

Die Durchschnittswerte des Arbeitszeitaufwands für einzelne Arbeitsvorgänge, ermittelt über die drei ausgewählten Module (**Tabelle 3**), unterschieden sich signifikant von den Werten ermittelt mittels Arbeitstagebücher nur bei Einstreuen und Entmisten und Füttern. Bei Einstreuen und Entmisten gilt dies für alle drei Module und bei Füttern für zwei der Module (Schätzung der Tageswerte je Arbeitsvorgang und Tageswerte je Arbeitsperson). Bei diesen beiden Arbeitsvorgängen wurde der Arbeitszeitaufwand über die Module geringer geschätzt als über die Arbeitstagebücher. Beim Einstreuen und Entmisten konnte jedoch ein hoher positiver Zusammenhang zwischen

Arbeitstagebücherwerten und den drei Modulwerten (r zwischen 0,91 und 0,98 ($P < 0,05$)) nachgewiesen werden. Beim Füttern dagegen konnte ein tendenzieller Zusammenhang ($r = 0,79$, $P = 0,109$) nur zu den Werten von einem Modul (Arbeitsvorgang/Teilvorgänge Werte) beobachtet werden.

Bei den anderen Arbeitsvorgängen bestand kein Unterschied im ermittelten Arbeitszeitaufwand der einzelnen Methoden. Ferner konnte ein positiver Zusammenhang zwischen den Arbeitstagebücherwerten und den drei Modulwerten nachgewiesen werden. Eine gute Überstimmung der Modulergebnisse mit denen der Arbeitstagebücher konnte für alle drei Module beim Melken ($r = 0,90$; $P = 0,0833$ (r und P gleich bei allen Modulen)) und bei Kälber und JV ($r = 0,95$; $P < 0,05$ bei Modul Arbeitsvorgang/Teilvorgänge Werte, $r = 0,83$ bzw. $0,80$; $P = 0,0842$ bzw. $0,101$) bei den anderen zwei Modulen) nachgewiesen werden.

Bei den restlichen Arbeitsvorgängen wurde kein Zusammenhang zwischen den ersten zwei Modulen (Tageswerte je Arbeitsvorgang und Tageswerte je Arbeitsvorgang und Arbeitsperson) und Arbeitstagebücherwerten beobachtet.

Bei dem Modul Arbeitsvorgang/Teilvorgänge Werte konnte in der Tendenz ($P = 0,113$) bei Organisation, Büro und Management ein Zusammenhang ($r = 0,79$) zur Arbeitstagebücherwerten ermittelt werden. Es konnte beim Stallmanagement mit $P = 0,242$ und $r = 0,64$ und bei Wartung und Reparaturen mit $P = 0,531$ und $r = -0,38$ kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Schätzwerten über Arbeitsvorgang/Teilvorgänge zu denen über die Arbeitstagebücher nachgewiesen werden. Eine frühere Untersuchung (MAČUHOVÁ *et al.* 2011) auf 14 Betrieben zeigte bei einer ähnlichen Datenermittlung, dass mit dem Modul Arbeitsvorgang/Teilvorgänge Werte auch bei Stallmanagement eine bessere Datenqualität zu erreichen ist. Leider wurde die Arbeitszeitermittlung mit diesem Modul auf den Betrieben zuletzt durchgeführt, als die Aufmerksamkeit der Landwirte häufig bereits nachgelassen hatte. Darunter hat hauptsächlich die Ermittlung des Arbeitszeitaufwands für den Arbeitsvorgang Wartung und Reparaturen gelitten, welcher in diesem Modul als letzter geschätzt wurde.

Auch wenn damit die Datenqualität nur begrenzt verbessert wurde, haben bei der Schätzung des Arbeitszeitaufwands für einzelne Arbeitsvorgänge alle Landwirte insbesondere die Ermittlung über das Modul Arbeitsvorgang/Teilvorgänge Werte am hilfreichsten gefunden. Darum wird an der Entwicklung dieses Moduls weiter gearbeitet.

Was die Ermittlung des Arbeitszeitaufwands je Arbeitsperson betrifft, wurde über die Schätzung der Jahreswerte eine gute Überstimmung mit den Arbeitstagebuchaufzeichnungen erreicht (**Tabelle 4**).

Tabelle 4: Arbeitszeitaufwand (Mittelwert $\pm$ SD) für einzelne Arbeitsvorgänge der Innenwirtschaft ermittelt über verschiedene Methoden (n=5)

	Methode		Korrelation zur Arbeitstagebücherwerten r (P-Wert) ³
	Arbeitstagebücher	Jahreswerte (Schätzung jede AP ¹ selbst wenn möglich)	
nur Arbeitspersonen der Betriebe ohne Änderungen in Personalbestand (n=10) ²	21,8 $\pm$ 12,9	21,7 $\pm$ 10,7	0,94 (<0,0001)
alle Arbeitspersonen (n=18)	20,4 $\pm$ 12,3	19,7 $\pm$ 10,9	0,84 (<0,0001)

¹ Arbeitsperson² An zwei Betrieben ist je eine Arbeitskraft für gesamte bzw. eine Woche der Aufzeichnungsperiode über Arbeitstagebücher ausgefallen³ Als signifikanter Zusammenhang wurde betrachtet wenn P < 0,05 war

Mittelwerte innerhalb der gleichen Zeile unterscheiden sich nicht signifikant (P > 0,05)

Auf zwei Betrieben war je eine Arbeitsperson für die gesamte bzw. einen Teil der Aufzeichnungsperiode über Arbeitstagebücher ausgefallen. Dadurch, dass die eine Arbeitsperson jedoch nur geringfügig in der Innenwirtschaft tätig war (nach Jahreswerteschätzung 4,3 APh pro Kuh und Jahr) und die andere Arbeitsperson nur während einer Woche der vierwöchigen Aufzeichnungsperiode ausfiel (damit $\frac{1}{4}$ von 14,1 APh pro Kuh und Jahr nach der Jahreswerteschätzung) wirkte sich dies auf den Arbeitszeitaufwand je Arbeitsperson bei den restlichen Arbeitspersonen auf beiden Betrieben (3 Personen je Betrieb) nur geringfügig aus. Die Ergebnisse sind deshalb nur einmal für Arbeitspersonen der drei Betriebe ohne Änderungen im Personalbestand (n=10) und einmal für alle Personen (n=18) dargestellt.

4 Schlussfolgerung

Die gewonnenen Erfahrungen bei der Erhebung der Daten haben die Vor- bzw. Nachteile einzelner Module gezeigt, sowie auch deren Eignung für die selbstständige Analyse durch die Landwirte.

Mit den Erfahrungen aus den getesteten Modulen wird derzeit an der Erstellung zweier Tools (Einfaches Tool und Kombi-Tool) gearbeitet. Bei dem einfachen Tool wird die Ermittlung nur über die Schätzung (Kombination von 2-3 Modulen) durchgeführt. Bei dem Kombi-Tool wird die Schätzung mit der Aufzeichnung über Arbeitstagebücher kombiniert. Weiterhin wird auch an einem Erfassungsmodul der Rahmenbedingungen auf den Betrieben (z.B. Informationen über Arbeitskräfte, Herdengröße, Leistungsdaten, Halungsverfahren, technische Ausstattung, Häufigkeiten) gearbeitet, um den Landwirten einen Betriebsvergleich bei ähnlichen betrieblichen Voraussetzungen zu ermöglichen.

Die erstellten Anwendungen (Tools) sollten eine arbeitswirtschaftliche Ist-Analyse bis auf das Niveau von Arbeitsteilvorgängen ermöglichen, so dass damit sowohl eine hin-

reichend genaue arbeitswirtschaftliche Betriebsanalyse als auch ein horizontaler Betriebsvergleich sinnvoll durchgeführt werden kann. Um Letzteres objektiv realisieren zu können, muss zunächst eine größere Datengrundlage aufgebaut werden (d.h. Durchführung der arbeitswirtschaftlichen Ist-Analyse mittels der erstellten Tools auf mehreren Betrieben).

Danksagung

Die Studie wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten unterstützt. Unser Dank geht auch an die an der Studie teilnehmenden Landwirte.

Literaturverzeichnis

- AUERNHAMMER H. (1986):** Landwirtschaftliche Arbeitslehre. Manuskriptdruck der Vorlesung, Weißenstephan, 266 S
- DORFNER G., HOFMANN G. (2009-2013):** Milchreporte Bayern. Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung Milchproduktion. LfL-Informationen, LfL (Hrsg.), <http://www.lfl.bayern.de/iba/tier/020223/> (20.11. 2013)
- HAIDN B., MAČUHOVÁ J. (2009):** Arbeitsorganisation in bayerischen Milchviehbetrieben – Analyse und Entwicklung. In: WENDL G. (Hrsg.), Strategien für zukunftsorientierte Milchviehbetriebe in Bayern, Landtechnisch-bauliche Jahrestagung, 25.11.2009 Triesdorf, Schriftreihe 14, 40-53
- MAČUHOVÁ J., HEINRICH A., HAIDN B. (2011):** Arbeitsanalysen durch Betriebsbefragungen und Arbeitstagebücher in bayerischen Milchviehbetrieben. In: BERNHARDT H., HÖLDRICH A. (Hrsg.), 17. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, 14.-15. 03. 2011, Freising - Weißenstephan, 111-120
- SIGMAPLOT (2008):** SigmaPlot ® 11.0, Systat Software Inc.

Arbeitszeitbedarf für die Betreuung von Milchkühen in unterschiedlich gestalteten Special Needs Bereichen

Renate L. Dörfler¹, Sara Hackspacher², Matthias Schick³, Heinz Bernhardt⁴

^{1,2,4} Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Am Staudengarten 2, D-85354 Freising

³ Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Zusammenfassung: Der Special Needs Bereich ist integraler Bestandteil neu errichteter Milchviehställe. Eine hohe Funktionalität dieses Bereichs ist Voraussetzung dafür, dass sowohl den Bedürfnissen der Tiere als auch arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten Rechnung getragen wird. In der vorliegenden Arbeit werden Arbeitszeitberechnungen für sechs unterschiedliche Stallgebäude aus der landwirtschaftlichen Praxis vorgenommen und dabei jeweils der Abkalbe-, Kranken- und Behandlungsbereich differenziert. Die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs wird mit dem Modellkalkulationssystem PROOF durchgeführt. Die Kalkulation verdeutlicht, dass es vor allem die Entfernungen zwischen den Funktionsbereichen im Milchviehstall sind, die den Arbeitszeitbedarf für die Betreuung von Milchkühen im Special Needs Bereich beeinflussen. Dieser kann folglich über die Minimierung der, von Mensch und Tier zurückzulegenden, Wegstrecken optimiert werden. Entscheidend dafür ist eine enge räumliche Anordnung der einzelnen Funktionen im Special Needs Bereich und die Lage des Bereichs im Stallgebäude. Darüber hinaus kann mit dem Einsatz technischer Hilfsmittel, insbesondere im Zusammenhang mit der Tierselektion, Tierbeobachtung und Geburtskontrolle, Arbeitszeit eingespart werden.

Schlüsselwörter: Arbeitszeitbedarf, Special Needs Bereich, Modellkalkulation

1 Einleitung

Dem Special Needs Bereich im Milchviehstall wird viel Aufmerksamkeit geschenkt und in der landwirtschaftlichen Praxis werden zahlreiche Baulösungen umgesetzt. Er beschreibt einen Teilbereich im Milchviehstall, in dem Kühe aufgestellt sind, denen besondere Aufmerksamkeit und Fürsorge zukommt und die, infolge ihrer besonderen physischen und physiologischen Situation, höhere Ansprüche an die Haltung und ihre Umwelt stellen (HACKSPACHER 2013). Der Special Needs Bereich schließt im Allgemeinen den Abkalbe-, Kranken- und Behandlungsbereich ein. Häufig ist der Abkalbebereich noch in Anfütterungs-, Abkalbe- und Frischmelkergruppe unterteilt.

Die Nutzung dieser speziellen Haltungsbereiche wirkt sich sowohl für das Tier als auch den Tierhalter positiv aus: Das Einzeltier kann seinen Bedürfnissen gemäß betreut werden und findet einen hohen Tierkomfort vor. Durch standardisierte Arbeitsabläufe wird die Arbeit für betreuende Personen erleichtert, und der Arbeitszeitbedarf verringert sich

(BREININGER 2009). Grundsätzlich tragen eine optimale Anordnung und Gestaltung der einzelnen Funktionsbereiche im Stallgebäude mit möglichst geraden Achsen und eine direkte Wegeführung zu einer Einsparung von Arbeitszeit bei (SCHICK & HARTMANN 2005). Neben der Funktionalität des Stallgebäudes wird der Arbeitszeitbedarf auch durch den Technisierungsgrad beeinflusst (AUERNHAMMER & ZÄH 1979).

Zum Zeitbedarf für Arbeiten im Special Needs Bereich liegen bislang nur wenig Angaben vor. Das Ziel dieser Untersuchung ist es deshalb, den Arbeitszeitbedarf für die Betreuung von Tieren in Praxisbetrieben zu berechnen und Optimierungsmöglichkeiten zu prüfen. Dabei war die räumliche Anordnung der einzelnen Funktionen im Special Needs Bereich, die Lage dieses Bereichs im Stallgebäude und seine technische Ausstattung von besonderem Interesse.

2 Material und Methoden

In der vorliegenden Arbeit werden Arbeitszeitberechnungen für sechs unterschiedliche Baulösungen aus der Praxis vorgenommen und dabei jeweils der Abkalbe-, Kranken- und Behandlungsbereich differenziert. In den untersuchten Stallgebäuden sind zwischen 83 und 450 Milchkühe untergebracht. Es handelt sich um Liegeboxenlaufställe mit planbefestigtem Laufbereich und Schieberentmistung. In jeweils zwei Betrieben wird mit Melkroboter, Melkstand bzw. Melkkarussell gemolken. Ein Krankbereich ist lediglich in drei der sechs Betriebe vorhanden. Deshalb bezieht sich die Arbeitszeitberechnung für den Krankbereich nur auf drei Betriebe.

Die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs wurde mit dem Modellkalkulationssystem PROOF durchgeführt (SCHICK 2008). PROOF ist ein modular aufgebautes System, welches auf einer Tabellenkalkulationssoftware basiert. Integrierte Module sind die Planzeitendatenbank, Variablen und Hilfsvariablen sowie die Ergebnisdarstellung (**Abbildung 1**). Bei der Berechnung des Arbeitszeitbedarfs werden die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte mit einem Planzeitwert aus der Planzeitendatenbank logisch verknüpft. Quantitative Einflussgrößen, wie z. B. eine Wegstrecke (m), werden mit den Planzeitwerten der entsprechenden Arbeitselemente multipliziert. Schließlich werden die verschiedenen Arbeitsablaufabschnitte zu einer Gesamtarbeitszeit in Arbeitskraftminuten (AKmin) bzw. Arbeitskraftstunden (AKh) addiert. Wenn keine pauschalen Planzeitwerte zur Verfügung stehen, werden diese aus der Elementdatenbank entnommen. Diese Elementdatenbank enthält standardisierte arbeitswirtschaftliche Planzeiten auf einer statistisch abgesicherten Elementebene. Beispiele hierfür sind „Gehen ohne Last“, „Tür öffnen“, „Tierbeobachtung durchführen“, etc. Es handelt sich hierbei um eine sogenannte Fortschreibungsdatenbank.

		Zeit/BM [Cmin]	EFG	Min_Max Hfgkt n	Zeit [Akmin]
Abkalbebereich					
Entfernung Trockenstehergruppe - Anfütterungsgruppe	[m]	2	2 - 140	1	0.04 - 2.8
Entfernung Anfütterungsgruppe - Abkalbebox	[m]	2	0 - 5	1	0 - 0.1
Entfernung Wohnhaus Stallanlage Fuß	[m]	1,7	10 - 1100	4	0 - 5.8
Entfernung Wohnhaus Stallanlage Auto	[m]	0,15	10 - 1100	0	0 - 1.8
Geburtskontrolle	[Akmin]	1000		2	20
Geburtshilfe	[Akmin]	1800		1	18
Lagerstätte Utensilien Geburtshilfe	[m]	1,8	5 - 15	2	0.18 - 0.36
Anschluss Warmwasser	[m]	1,8	5 - 38	2	0.18 - 1.44
Kuh melken (Mobil)	[Akmin]	1500		1	15
Kuh melken (Melkstand)	[Akmin]	1200		0	0
Entfernung Abkalbebereich - Melkstand	[m]	2,5	20 - 45	0	0 - 2.25
Erstversorgung Kalb	[Akmin]	2500		1	25
Reinigungsarbeiten	[Akmin]	2000		1	20
Transport Kalb zum Kälberstall (Handkarre)	[m]	2,3	8 - 120	0	0 - 1.38
Transport Kalb zum Kälberstall (Hoflader, Traktor)	[m]	0,6	8 - 120	2	0 - 1.44
Wegstrecke Stallbüro	[m]	1,7	15 - 50	1	0.26 - 0.85
Prozessdokumentation	[Akmin]	1000		1	10
Entfernung Abkalbebereich - Frischmelkergruppe	[m]	2	0 - 20	1	0 - 0.4
Entfernung Frischmelkergruppe - laktierende Herde	[m]	2	0 - 80	1	0 - 1.6
Entfernung Abkalbebereich - laktierende Herde	[m]	2	0 - 25	0	0 - 0.5
Summe [Akmin]					110.6 - 120.6
Summe [Akh]					1.8 - 2.0
Krankenbereich					
Kuh ausselektieren Herde	[Akmin]	300			0 - 3
Kuh ausselektieren Melkstand	[Akmin]	50			0 - 1
Entfernung Selektionsbereich - Krankenbereich	[m]	2	3 - 25	2	0.12 - 1
Tierarzt zu Kuh Hin- und Rückweg	[m]	1,7	5 - 15	2	0.17 - 0.51
Tierbehandlung durch Tierarzt	[Akmin]	2000		1	20
Kuh melken (Mobil)	[Akmin]	1500		1	0 - 15
Kuh melken (Melkstand)	[Akmin]	1200		0	0 - 12
Entfernung Krankenbereich - Melkstand	[m]	2,5	35 - 40	0	0 - 1
Entfernung Lagerraum Medikamente	[m]	1,8	15 - 30	2	0.54 - 1.08
Tierbehandlung durch Tierbetreuer	[Akmin]	2500		1	25
Wegstrecke Stallbüro	[m]	1,7	10 - 40	1	0.17 - 0.68
Prozessdokumentation	[Akmin]	1000		1	10
Summe [Akmin]					70.4 - 74.1
Summe [Akh]					1,2
Behandlungsbereich					
Kuh ausselektieren Herde	[Akmin]	300		1	0 - 3
Kuh ausselektieren Melkstand	[Akmin]	50		0	0 - 0.5
Tierarzt zu Kuh Hin- und Rückweg	[m]	1,7	5 - 30	2	5 - 30
Tierbehandlung durch Tierarzt	[Akmin]	2000		1	20
Warmes Wasser holen	[m]	1,8	4 - 55	2	4 - 20
Wegstrecke Stallbüro	[m]	1,7	30 - 80	1	20 - 80
Prozessdokumentation	[Akmin]	1000		1	1 - 10
Summe [Akmin]					23.8 - 36.7
Summe [Akh]					0.5 - 0.6

Abbildung 1: Berechnung des Arbeitszeitbedarfs unterschiedlicher Special Needs Bereiche mit dem Modellkalkulationssystem PROOF

Tabelle 1: Arbeitsablaufabschnitte, fixe Planzeitwerte (F) und Zeitbedarfswerte für Wegstrecken (W) zur Berechnung des Arbeitszeitbedarfs im Abkalbe-, Kranken- und Behandlungsbereich

Arbeitsablaufabschnitt	Zeitwert
Abkalbebereich	
Umstallung vom Trockensteher- zum Anfütterungsbereich	W
Umstallung vom Anfütterungs- zum Abkalbebereich	W
Gang vom Wohnhaus zum Stall und zurück	W
Geburtskontrolle	F
Warmwasser holen (Abkalbebereich - Wasseranschluss)	W
Holen und Zurückbringen von Geburtshilfzubehör aus Lagerraum	W
Milchgewinnung	F
Zu- und Rücktrieb der Kuh vom Abkalbebereich zum Melkstand	W
Erstversorgung Kalb	F
Reinigungsarbeiten	F
Kälbertransport zur Aufstallung	W
Gang vom Abkalbebereich zum Stallbüro	W
Dokumentationsarbeiten	F
Umstallung vom Abkalbe- in den Frischmelkerbereich	W
Rückführung vom Frischmelkerbereich in die laktierende Herde	W
Krankenbereich	
Kuhselektion aus der Herde	F
Kuhselektion aus dem Melkstand	F
Treiben der Kuh vom Selektions- zum Krankenbereich und zurück	W
Begleitung des Tierarztes zur Kuh und zurück	W
Tierbehandlung durch Tierarzt	F
Milchgewinnung	F
Zu- und Rücktrieb der Kuh vom Krankenbereich zum Melkstand	W
Holen und Zurückbringen von Medikamenten aus und in den Lagerraum	W
Tierbehandlung durch den Tierbetreuer	F
Gang vom Krankenbereich zum Stallbüro	W
Dokumentationsarbeiten	F
Behandlungsbereich	
Kuhselektion aus der Herde	F
Kuhselektion aus dem Melkstand	F
Begleitung des Tierarztes zur Kuh und zurück	W
Tierbehandlung durch Tierarzt	F
Wasser holen (Abkalbebereich - Wasseranschluss)	W
Gang vom Behandlungsbereich zum Stallbüro	W
Dokumentationsarbeiten	F

Zur Berechnung des Arbeitszeitbedarfs werden Arbeiten für die Betreuung abkalbender, kranker und zu behandelnder Tiere in Arbeitsablaufabschnitte unterteilt. Jedem Arbeitsablaufabschnitt kann entweder ein fixer Planzeitwert (z. B. Geburtskontrolle, Erstversorgung Kalb, Tierbehandlung durch Tierarzt) oder ein variabler Zeitbedarfswert für zurückzulegende Wege zugeordnet werden (z. B. Treibweg vom Trockensteher- zum Abkalbbereich, Weg vom Wohnhaus zum Stall bei der Geburtskontrolle und vom Krankenbereich zum Lagerraum für Tierarzneimittel) (**Tabelle 1**). Bei den einzelnen Wegstrecken ist zu berücksichtigen, wie häufig sie zurückzulegen sind.

Der Arbeitszeitbedarf für Abkalbungen wird unter der Maßgabe berechnet, dass keine veterinärmedizinische Hilfe erforderlich ist. Die Behandlung kranker Tiere kann entweder durch den Tierarzt, den Tierhalter oder beide erfolgen.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Abkalbbereich

Die größten Unterschiede im Arbeitszeitbedarf zwischen den sechs untersuchten Betrieben ergeben sich bei der Betreuung der Tiere im Abkalbbereich. In den Betrieben treten Arbeitszeitbedarfswerte von 110,6 bis 120,6 AKmin je Kuh und Kalbung auf (**Abbildung 2**). Das arithmetische Mittel beträgt 113,6 AKmin je Kuh und Kalbung. Es sind hierbei keine Schweregeburten berücksichtigt. Bei den fixen Planzeitwerten nimmt die Erstversorgung des Kalbes mit 25 AKmin den größten Zeitanteil ein, für Reinigungsarbeiten werden 20 AKmin benötigt und auch für die Geburtshilfe wird mit 18 AKmin noch vergleichsweise viel Zeit benötigt. Die fixen Planzeitwerte für Geburtskontrolle, Reinigungsarbeiten, das Melken der Kuh und Dokumentationsarbeiten sind deutlich geringer.

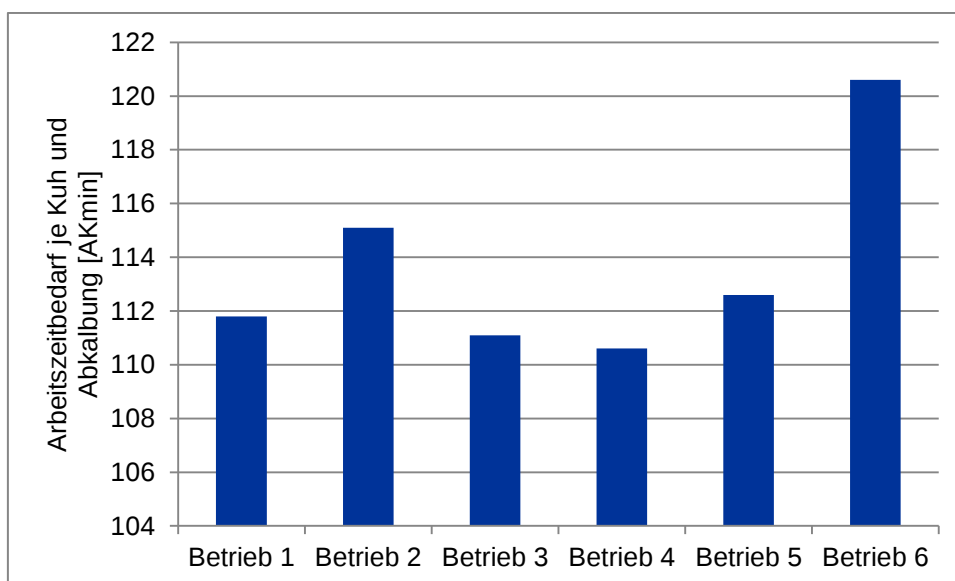


Abbildung 2: Arbeitszeitbedarf je Tier und Abkalbung [AKmin] in den untersuchten Betrieben

In Betrieb 6, welcher den höchsten Arbeitszeitbedarf je Kuh und Kalbung aufweist, sind es vor allem die langen Treibwege vom Trockensteher- zum Anfütterungs- bzw. Abkalbebereich und vom Frischmelkerbereich in die laktierende Herde, der lange Transportweg für die neugeborenen Kälber zu ihrer Aufstallung und in geringerem Umfang die Entfernung vom Abkalbebereich zum Melkstand sowie vom Abkalbebereich zum nächsten Warmwasseranschluss, welche zum hohen Arbeitszeitbedarf beitragen.

Die Modellkalkulation zeigt, dass die großen Unterschiede im Arbeitszeitbedarf der sechs untersuchten Abkalbebereiche vor allem auf den Einfluss der zurückzulegenden Wegstrecken zurückzuführen sind. Bei Arbeiten im Zusammenhang mit dem Abkalben fließen, im Vergleich zur Betreuung kranker und zu behandelnder Tiere, deutlich mehr variable Zeitbedarfswerte für Wegstrecken als fixe Planzeitwerte in die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs mit ein (**Abbildung 3**). Folglich kann über eine sinnvolle Anordnung bzw. Gruppierung der Funktionsbereiche, die beim Abkalben genutzt werden, eine Reduktion der Wegstrecken und damit eine Verringerung des Arbeitszeitbedarfs herbeigeführt werden.

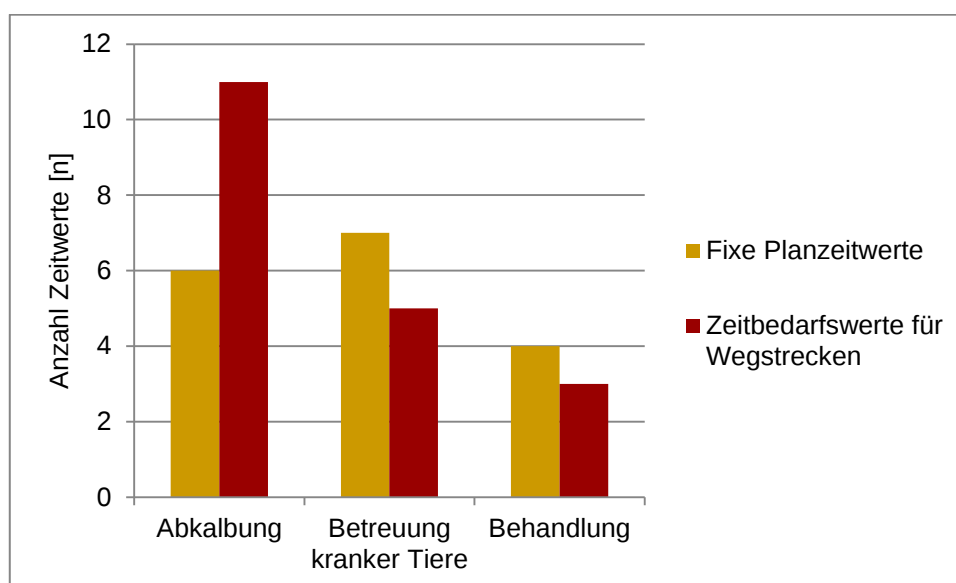


Abbildung 3: Anzahl der fixen Planzeitwerte und Zeitbedarfswerte für Wegstrecken zur Berechnung des Arbeitszeitbedarfs für die Betreuung abkalbender, kranker und zu behandelnder Tiere

Dementsprechend kann die Umstallung hochträchtiger Tiere von der Trockensteherbucht in die Anfütterungs- und/oder Abkalbebucht durch eine enge räumliche Zuordnung der Bereiche und eine Minimierung der zurückzulegenden Wege arbeitswirtschaftlich optimiert werden. Gleiches gilt für den Rücktrieb in die laktierende Herde. Kurze Treibwege für hochtragende Tiere sind auch vom Gesichtspunkt der Gesundheit von Muttertier und Kalb sinnvoll, denn lange Treibwege bergen nicht nur das Risiko von Verletzungen des Bewegungsapparats beim Muttertier, sondern können unter ungünstigen

Bedingungen, infolge von Stress, auch Fehlgeburten auslösen. Ruhiger Umgang beim Treiben hochtragender Tiere ist deshalb besonders wichtig.

Im Hinblick auf die Geburtskontrolle ist die Entfernung zwischen dem Abkalbebereich und dem Wohnhaus ein wichtiger Faktor. In Betrieb 2 wirkt sich der rund einen Kilometer betragende Weg sehr nachteilig auf den Arbeitszeitbedarf aus, denn diese Wegstrecke muss bei angenommener zweimaliger Kontrolle viermal zurückgelegt werden. Bei einer einfachen Wegstrecke von einem Kilometer, werden für das Zurücklegen des Hin- und Rückwegs zu Fuß gut 30 Minuten und damit etwa zehnmal mehr Zeit benötigt als für die Fahrt mit dem Auto oder Fahrrad. Damit gehört die Geburtskontrolle in Stallgebäuden, die außerhalb der Hofstelle liegen, zu den zeitaufwändigsten Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Abkalbung. Mit dem Einsatz eines Fahrzeugs zur Überbrückung der langen Wegstrecke kann der Arbeitszeitbedarf in angemessenem Rahmen gehalten werden. Kann die Geburtskontrolle per Videokamera statt per Kontrolle vor Ort erfolgen, verringert sich der Arbeitszeitbedarf für diese Maßnahme deutlich.

Die Analyse zeigt ferner, dass in vielen Praxisbetrieben der Warmwasseranschluss 30 bis 40 Meter vom Abkalbebereich entfernt ist. Damit ist nicht nur eine vermeidbare Erhöhung des Arbeitszeitbedarfs verbunden, sondern auch die physisch belastende Arbeit des Tragens schwerer Wassereimer. Entsprechend kann durch eine schnelle Erreichbarkeit von technischen Anschlüssen und von griffbereit gelagerten Hilfsmitteln für den Geburtsvorgang Arbeitszeit eingespart werden. In Neu- wie Altbauten sind deshalb ein Warmwasseranschluss und ein Lagerraum für Geburtshilfeszubehör nahe dem Abkalbebereich vorzusehen.

Da auch die Länge des Transportwegs für neugeborene Kälber zur Kälberaufstallung den Arbeitszeitbedarf beeinflusst, hat die Anordnung des Kälberbereichs in unmittelbarer Nachbarschaft zum Abkalbebereich große Bedeutung hinsichtlich der Reduktion des Arbeitszeitbedarfs. In den untersuchten Betrieben betragen die Transportwege für Kälber bis zu 120 Meter. Während die Tierhalter bis zu einer Distanz von 30 Metern zwischen Abkalbebereich und Kälberaufstallung eine Schubkarre einsetzen, nutzen sie bei darüber hinausgehenden Wegstrecken den Traktor mit Frontlader oder Heckschaufel, oder einen Hoflader zum Kälbertransport.

Bei den analysierten Betrieben beträgt die Entfernung zwischen Abkalbebereich und Melkstand etwa 40 Meter, in einem Fall 75 Meter. Ein Teil der Betriebe greift deshalb zur mobilen Melkmaschine und verzichtet auf das Treiben der Kühe zum Melkstand. Technische Einrichtungen, wie die automatische Selektion der Tiere nach dem Melken, können zu einer weiteren Reduktion des Arbeitszeitbedarfs beitragen. Der Arbeitszeitbedarf für die Betreuung abkalbender Tiere wird demnach durch die räumliche Anordnung der Funktionen im Abkalbebereich wie im gesamten Stallgebäude sowie die technische Ausstattung beeinflusst.

3.2 Krankbereich

Im Vergleich zur Betreuung abkalbender Tiere, ist die Variation des Arbeitszeitbedarfs bei der Überwachung kranker Tiere weniger ausgeprägt. Dies liegt einerseits darin begründet, dass variable Zeitbedarfswerte für Wegstrecken in geringerem Maße in die Berechnung der Arbeitszeit einfließen als fixe Planzeitwerte. Andererseits weisen die Wegstrecken zwischen den Funktionsbereichen bei allen Betrieben eine ähnliche Länge auf. Der durchschnittliche Arbeitszeitbedarf beträgt in den drei untersuchten Praxisbetrieben 71,8 AKmin je Kuh und Erkrankung. Der minimale Wert beträgt 70,4 AKmin je Kuh und Erkrankung, der maximale Wert 74,1 AKmin je Kuh und Erkrankung (**Abbildung 4**).

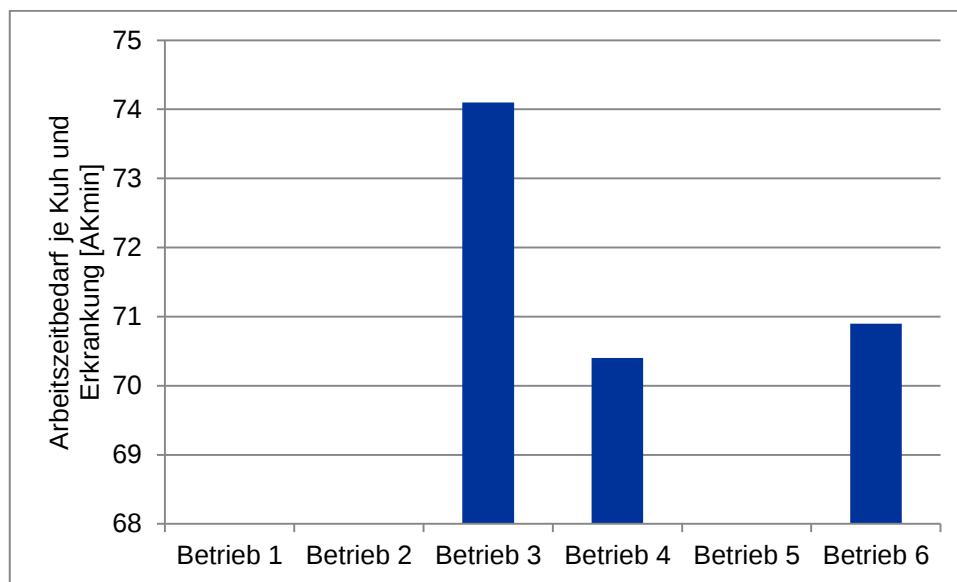


Abbildung 4: Arbeitszeitbedarf je Tier und Erkrankung [AKmin] in den untersuchten Betrieben

Die Behandlung eines erkrankten Tieres durch den Tierhalter geht als fixer Planzeitwert mit 25 AKmin in die Kalkulation ein, die Behandlung durch den Tierarzt mit 20 AKmin. 15 bzw. 12 AKmin werden für das Melken einer kranken Kuh mit der mobilen Melkmaschine im Krankbereich bzw. im regulären Melkbereich beansprucht. Bei der Milchgewinnung im Melkstand muss der Zeitbedarf für Treibarbeiten hinzugefügt werden. Liegt der Melkbereich 60 Meter vom Krankbereich entfernt, haben beide Varianten der Milchgewinnung den gleichen Arbeitszeitbedarf. Entsprechend ist die Melkung im Melkbereich derjenigen im Krankbereich vorzuziehen, wenn die Distanz zwischen Kranken- und Melkbereich 60 Meter nicht überschreitet. Die Dokumentation der Tierbehandlung und Verabreichung von Tierarzneimitteln wird mit 10 AKmin veranschlagt.

Wie im Abkalbebereich, kann durch die Reduzierung der Distanzen zwischen den Funktionsbereichen der Arbeitszeitbedarf im Krankbereich (**Abbildung 5**) optimiert werden. So wirkt sich eine lange Wegstrecke zwischen Selektions- und Krankbereich sowie Krankbereich und Melkstand negativ auf den Arbeitszeitbedarf aus. Die Entfer-

nung vom Selektions- zum Krankbereich ist in Betrieb 3 mit 25 Metern am höchsten, im Vergleich zu Betrieb 4 mit zwölf Metern und Betrieb 6 mit drei Metern. Um Arbeitszeit einzusparen, ist die räumliche Nähe der Bereiche vorzusehen.



Abbildung 5: Eingestreuter Krankbereich mit angrenzendem Behandlungsbereich (Foto: SARA HACKSPACHER)

In Betrieb 3 weist die Distanz zwischen dem Lagerraum für Medikamente und dem Krankbereich mit 30 Metern den höchsten Wert der untersuchten Betriebe auf. Außerdem ist in diesem Betrieb die Wegstrecke vom Tierarztparkplatz zum Krankbereich deutlich größer als in den beiden Vergleichsbetrieben. Liegt der Krankbereich weit vom Eingangstor zum Stall entfernt, muss für das Führen des Tierarztes zum kranken Tier ein erhöhter Arbeitszeitaufwand veranschlagt werden. Durch die Anordnung des Krankbereichs nahe dem Stalltor mit angrenzender Parkmöglichkeit für den Tierarzt ergeben sich hingegen arbeitswirtschaftliche Vorteile. Allerdings müssen hierbei allenfalls hygienische Nachteile (Keimverschleppung durch Tierarzt und PKW) in Kauf genommen werden.

In allen untersuchten Betrieben erfolgt das Ausselektieren der Kühe nach dem Melken mit Hilfe automatischer Selektionstore, d.h., der Zeitbedarf für diesen Arbeitsablaufabschnitt ist bereits optimiert. Demnach gilt auch für Arbeiten im Zusammenhang mit der Betreuung kranker Tiere, dass eine Optimierung des Arbeitszeitbedarfs sowohl durch technischen Fortschritt als auch die Verkürzung von Wegstrecken erfolgen kann.

3.3 Behandlungsbereich

Im Behandlungsbereich halten sich die Kühe im Gegensatz zum Abkalbe- oder Krankenbereich nur kurz auf. Verglichen mit den Arbeiten zur Überwachung kranker Tiere tritt bei den Arbeiten zur Tierbehandlung wieder eine etwas größere Variation in den Arbeitszeitbedarfszahlen der untersuchten Betriebe auf. Der Zeitbedarf für Arbeiten im Behandlungsbereich reicht von 31,3 AKmin je Kuh und Behandlung bis 36,8 AKmin je Kuh und Behandlung. Der Mittelwert über alle Betriebe beträgt 33,7 AKmin je Kuh und Behandlung (**Abbildung 6**).

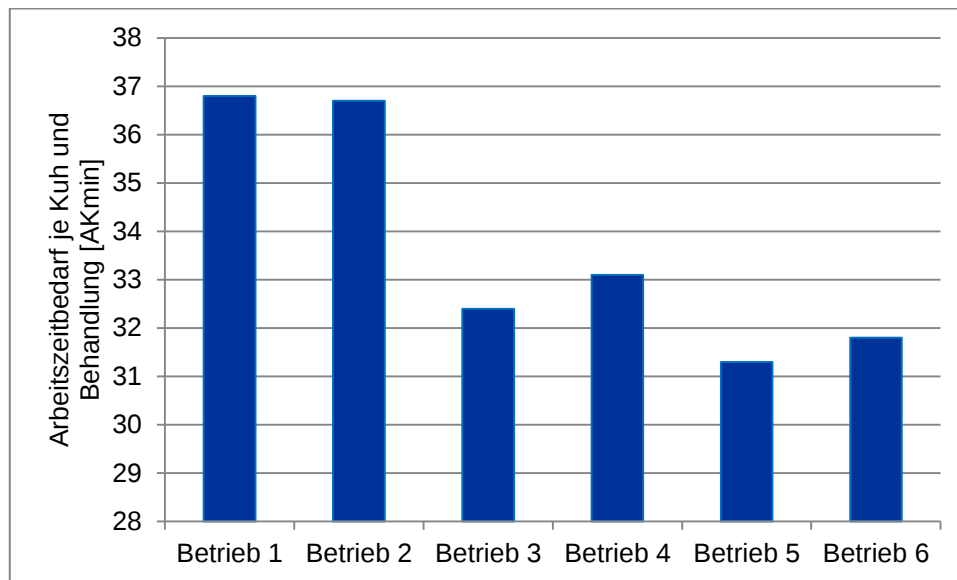


Abbildung 6: Arbeitszeitbedarf je Tier und Behandlung [AKmin] in den untersuchten Betrieben

Die fixen Planzeitwerte in der Modellkalkulation umfassen 3,0 AKmin für die manuelle Selektion einer Kuh aus der Herde in den Krankenbereich und 0,5 AKmin für die automatische Selektion. Können Kühe nach dem Melkvorgang über Selektionstore zur Behandlung ausselektiert werden, reduziert sich demnach der Arbeitszeitbedarf um 2,5 AKmin je Kuh und Behandlung gegenüber einer Selektion von Hand. Darüber hinaus werden 20 AKmin für die Tierbehandlung durch den Veterinär und 10 AKmin für Dokumentationsarbeiten veranschlagt.

Erneut zeigt sich, dass die Wegstrecken die entscheidende Einflussgröße für den Arbeitszeitbedarf darstellen. In Betrieb 1 und 2 sind es vor allem die weiten Wege zum Warmwasseranschluss (40 bzw. 55 Meter) und Stallbüro (70 bzw. 60 Meter), die sich nachteilig auf den Arbeitszeitbedarf auswirken. Außerdem verlängern große Wegstrecken, die mit dem Tierarzt zum erkrankten Tier zurückgelegt werden müssen, die Behandlungszeit und den Einsatz des Veterinärs. In Übereinstimmung mit dem Ansatz für den Krankenbereich, ist daher eine Anordnung des Behandlungsbereichs in unmittelbarer Nähe zum Stalltor mit Parkmöglichkeit vor dem Tor vorteilhaft.

Insgesamt wird deutlich, dass ein von außen schnell zugänglicher Behandlungsbereich, die räumliche Nähe des Bereichs zu Melkeinrichtung, Stallbüro und technischen Anschlüssen sowie die Nutzung einer automatischen Selektionseinheit das Arbeitsaufkommen deutlich reduziert.

4 Schlussfolgerung

Die Analyse verdeutlicht, dass mit Hilfe verkürzter Wegstrecken eine Optimierung des Arbeitszeitbedarfs im Special Needs Bereich erfolgen kann. Lange Treibwege erhöhen nicht nur den Arbeitszeitbedarf, sondern auch die Verletzungsgefahr beim Tier durch Ausgleiten oder Stürzen. Dies gilt insbesondere für Arbeiten im Abkalbebereich, da hier, im Vergleich zu Arbeiten im Kranken- und Behandlungsbereich, eine höhere Anzahl variabler Zeitbedarfswerte für Wegstrecken in die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs einfließt. Entscheidend für die Optimierung ist die räumliche Anordnung der zu nutzenden Funktionsbereiche im Stallgebäude mit möglichst geringer Distanz zueinander und entlang der Futterachse. Über technische Einrichtungen, wie beispielsweise automatische Selektionstore, kann der Arbeitszeitbedarf weiter reduziert werden.

Um kurze Treibwege im Abkalbebereich zu verwirklichen, ist die Aneinanderreihung von, Anfütterungs-, Abkalbe- und Frischmelkergruppe wünschenswert. Schließt sich zusätzlich die Trockenstehergruppe an die Anfütterungsgruppe an, können die Tiere über Schwenktore direkt in den Abkalbebereich gelangen. Frisch melkende Kühe sind in unmittelbarer Nachbarschaft zum Melkbereich aufzustellen, während nichtlaktierende Kühe in größerer Entfernung dazu untergebracht werden können. Werden die Kälber nahe dem Abkalbebereich gehalten, sind der Transportweg und die Milchversorgung der Kälber vereinfacht. Nicht zuletzt minimieren die räumliche Nähe zu technischen Anschlüssen wie zum Lagerraum für Hilfsmittel und Medikamente Wegezeiten und tragen damit zur Verringerung des Arbeitszeitbedarfs bei. Mit der Nutzung von Videokameras und anderen technischen sowie elektronischen Hilfsmitteln (mobile Datenerfassung, mobile Gerätebereitstellung für Geburtshilfe) kann der hohe Zeitaufwand für die Geburtskontrolle deutlich reduziert werden.

Obwohl in den untersuchten Krankengebieten bereits eine relativ günstige Anordnung der Funktionsbereiche zueinander vorliegt, kann der Arbeitszeitbedarf durch die Minimierung der Entfernungen zwischen den Funktionsbereichen weiter optimiert werden. Lange Treibwege, z. B. vom Selektions- zum Krankengebiet und vom Krankengebiet zum Melkstand, sind aus den genannten Gründen zu vermeiden. Ein besonders hohes Einsparpotenzial liegt in der automatischen Selektion der Kühe aus dem Melk- in den Krankengebiet. Darüber hinaus spielen kurze Wege zum Lagerraum für Tierarzneimittel und die schnelle Erreichbarkeit der zu behandelnden Tiere durch den Tierarzt eine wichtige Rolle für die Verringerung des Arbeitszeitbedarfs bei der Betreuung kranker und zu behandelnder Kühe. In diesem Zusammenhang ist die Anordnung des Kranken- und Behandlungsbereichs in unmittelbarer Umgebung zum Stalltor von Bedeutung.

Es ist demnach bereits in der Planungsphase des Stallgebäudes empfehlenswert, ein Konzept der kurzen Wege zu verfolgen, um arbeitswirtschaftliche Vorteile zu erzielen. Dabei verringert eine Wege minimierende Anordnung der Funktionsbereiche im und um den Special Needs Bereich, unterstützt durch automatisierte Systeme, den Arbeitszeitbedarf sowohl für die Betreuung kleiner als auch großer Milchviehbestände.

Literaturverzeichnis

- AUERNHAMMER H., ZÄH H. (1979):** Arbeitszeitbedarf für Sonderarbeiten in der Rinderhaltung. DLG-Merkblatt 158. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. Frankfurt/Main. Online im Internet: http://statictypo3.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_158.pdf. Abrufdatum: 18. Dezember 2013
- BREININGER W. (2009):** Special Needs Bereiche im Rinderstall. In: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.): Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2009, 39-44
- HACKSPACHER S. (2013):** Neue Konzepte für Special Needs Bereiche im Milchviehstall. Masterarbeit, Technische Universität München
- SCHICK M. (2008):** Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung. Habilitationsschrift. Stuttgart, Ergonomia-Verlag, 1. Auflage
- SCHICK M., HARTMANN W. (2005):** Arbeitszeitbedarfswerte in der Milchviehhaltung. Landtechnik 60: 226-227

Nutzung von Herdenmanagement-Software in der Milchviehhaltung

Claudia Heinze¹, Bernhard Haidn², Heinz Bernhardt³

¹ *Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der Ländlichen Räume Schwäbisch Gmünd, Abteilung Agrarmärkte und Ernährung*

² *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung (LfL)*

³ *TU München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik (TUM)*

In Deutschland gibt es nach den aktuellen Zahlen des Statistischen Bundesamtes 80.953 Milchviehbetriebe (STATISTISCHES BUNDESAMT 2013). Das Management dieser Betriebe muss an die verschiedenen Größenstrukturen, die klimatischen Bedingungen, die Rasse und die Traditionen der jeweiligen Region angepasst werden. Die Management-Strategien von kleineren Familienbetrieben unterscheiden sich deutlich von denen großer Betriebe. Trotz verschiedener Management-Strategien haben alle Milchviehbetriebe grundlegend sehr ähnliche Probleme und Ziele. Die Milchproduktion muss wirtschaftlich sein, die Herde gesund und fruchtbar bleiben und die Fütterung der Leistung angepasst werden (DELAVAL 2001). Zum Management in der Milchviehhaltung gehört also sowohl die betriebswirtschaftliche als auch die produktionstechnische Seite.

Die Management-Anforderungen sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen und daher erfreut sich Herdenmanagement-Software bei Milchviehhaltern zunehmender Beliebtheit und wird aufgrund des immer höher werdenden Dokumentationsaufwandes und des steigenden Datenanfalls im Stall durch zahlreiche elektronische Hilfsmittel auch zunehmend wichtiger. Dies gilt sowohl für kleine Familienbetriebe, besonders aber für große Betriebe mit Fremd-Arbeitskräften (PACHE O.J.). Die Programme dienen der Bestandsführung von Milchviehherden, unterstützen die täglichen Arbeitsabläufe und erleichtern die Dokumentation wichtiger Ereignisse (PACHE 2011). Sie bieten vielfältige Möglichkeiten eine Milchviehherde zu managen. Nahezu jeder Bereich kann mittlerweile mit der Software organisiert werden. Die Auswahl der Software sollte sorgfältig überlegt und den individuellen Ansprüchen der Nutzer sowie der Betriebsstruktur angepasst werden.

Im Rahmen einer Masterarbeit, die von der bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und dem Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik der Technischen Universität München (TUM) gemeinsam betreut wurde, sollte über eine detaillierte Betriebsleiterbefragung die Nutzung von Herdenmanagement-Programmen auf kleineren (<200 Kühe) und größeren (>400 Kühen) Milchviehbetrieben untersucht werden. Ziel war es, einen Überblick über die Anwendung von Herdenmanagement-Programmen in der Milchviehhaltung zu erhalten. Die 15 ausgewählten Betriebe waren in ganz Deutschland verteilt. Die eine Hälfte davon waren Betriebe mit mehr als 400 Kühen, die andere Hälfte bildeten Betriebe mit weniger als 200 Kühen. In die Untersuchung wurden vier Herdenmanagement-Programme mit einbezogen. Zwei davon sind sogenannte Kuhplaner (Herde und SU-

PERKUH), können also unabhängig von der Melktechnik verwendet werden. Die anderen beiden Programme (ALPROTM und DairyPlan C21) sind speziell für die dazugehörige Melktechnik entwickelt worden. Pro Programm wurden jeweils vier Betriebe untersucht. Davon waren zwei kleiner als 200 Kühe und zwei größer als 400 Kühe. Zwei Betriebe bildeten eine Ausnahme und wurden zu zwei Programmen befragt, da kein Betrieb mit mehr als 400 Kühen gefunden wurde, der ausschließlich das Programm ALPROTM von DeLaval nutzte. In **Tabelle 1** sind die Betriebe sowie die dazugehörigen Programme aufgelistet. Befragt wurden sie zum allgemeinen Umgang mit der Software und zu speziellen Funktionen der Programme. Wichtig war auch zu erfahren, wie Herdenmanagement-Software in den Betriebsablauf integriert ist, diesen unterstützt bzw. erleichtert und welche Verbesserungen sich durch die Nutzung ergeben haben.

Die Auswahl der Programme hing unter anderem davon ab, ob genügend passende Betriebe für jedes Programm gefunden werden konnten, und ob die Hersteller bereit waren, eine Test- bzw. Vollversion ihrer Software zur Verfügung zu stellen. Aus der Gruppe der Kuhplaner wurde mit einer Vollversion von Herde (dsp-Agrosoft) und einer Test-Version von AGROCOM SUPERKUH (CLAAS Agrosystems) gearbeitet. Von den Melktechnik-Herstellern wurden eine Vollversion von ALPROTM (DeLaval) und eine Testversion von DairyPlan C21 (GEA Farm Technologies) zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1: Betriebsauswahl

Betrieb Nr.	Betriebsgröße	Programm
1H	<200 Kühe	Herde
2H		
3H	>400 Kühe	
4H		
5A	<200 Kühe	ALPRO™
6A		
7A	>400 Kühe	
8A		
7S	>400 Kühe	SUPERKUH
8S		
9S		
10S	<200 Kühe	
11S		
12D	<200 Kühe	DairyPlan C21
13D		
14D	>400 Kühe	
15D		

Die Befragung der Betriebsleiter bzw. Herdenmanager brachte folgende Ergebnisse:

Benutzerfreundlich muss es sein

Die Mehrheit der Befragten ist mit der Benutzerfreundlichkeit und dem Aufbau der Programme zufrieden. Sowohl kleine als auch große Betriebe finden Herde logisch aufgebaut und einheitlich strukturiert. Von kleinen Betrieben wird bei ALPRO™ der schnelle Datenaufwurf geschätzt. Betriebe mit mehr als 400 Kühen empfinden die Gruppenbuchung sowie die Dateneingabe in SUPERKUH als einfach. Der schnelle Datenzugriff und die umfassende Informationsaufbereitung werden von den Betrieben mit weniger als 200 Kühen als positiv bewertet. In DairyPlan C21 wird von kleinen Betrieben der Brunstkalender als sehr übersichtlich bewertet. Große Betriebe schätzen an DairyPlan C21 die schnelle Datenübertragung (**Tabelle 2**).

Tabelle 2: Positive Beurteilungskriterien hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit

Programm	Betriebe <200 Kühe	Betriebe >400 Kühe
Herde	Microsoft orientiert, logisch aufgebaut, schnelle Einarbeitung, Benutzeroberfläche einheitlich strukturiert, einfache Begriffswahl, Datenaustausch funktioniert sehr gut	Deutsche Menüführung, Benutzeroberfläche einheitlich strukturiert, logisch aufgebaut, schnelle Einarbeitung
ALPRO™	schneller Datenaufwurf	-
SUPERKUH	schneller Datenzugriff, umfassende Informationsaufbereitung, gut vernetzte Tierakte	einfache Gruppenbuchung, Arbeitslisten leicht erstellbar, Dateneingabe sehr einfach, einfaches Sortieren
DairyPlan C21	sehr guter Überblick mit "DPReprograph", vollständige Einzeltieransicht, sehr gute Schulungen	Datenübertragung (Technik an Programm) sehr schnell, Erstellung eigener Listen

Von einigen Befragten wurden neben positiven Aspekten auch einige negative Punkte angeführt. So wünschen sich kleine Betriebe in Herde eine Verbesserung der Nutzerführung. Große Betriebe empfinden das Erstellen von eigenen Listen als kompliziert. In ALPRO™ bemängelten Betriebe mit weniger als 200 Kühen, dass die „Kuhakte“ zu viele Daten enthält und schlugen vor, das Programm detaillierter auszuarbeiten. Betriebe mit mehr als 400 Kühen halten ALPRO™ für Auswertungen ungeeignet und finden das Erstellen von eigenen Listen zeitaufwändig. Eine Basis-Version von SUPERKUH würde von kleinen Betrieben als sinnvoll empfunden. Bei DairyPlan C21 wird das Versenden von Daten via E-Mail von Betrieben mit mehr als 400 Kühen als zu komplex erachtet (**Tabelle 3**).

Tabelle 3: Kritik an der Benutzerfreundlichkeit

Programm	Betriebe <200 Kühe	Betriebe >400 Kühe
Herde	Benutzerführung sollte verbessert werden	Erstellen betriebseigener Listen komplex
ALPRO™	detailliertere Ausarbeitung des Programms, zu viele Daten in der Kuhakte	Erstellen betriebseigener Listen zeitaufwändig, keine Verwendung für vorgegebene Listen, für Auswertungen ungeeignet
SUPERKUH	Basis-Version gewünscht: es gibt zu viele Informationen und Funktionen	-
DairyPlan C21	-	E-Mailversand der Daten komplex

Einarbeitung durch Schulungsangebote wird gerne in Anspruch genommen

Die Firmen betreuen ihre Kunden bei der Einarbeitung in die Programme. Fünf von acht kleinen Betrieben erhielten Unterstützung durch Mitarbeiter der Firmen, zwei davon besuchten zusätzlich eine Schulung. Einer Herdenmanagerin wurden von einer Arbeitskollegin die wichtigsten Funktionen erklärt; die restlichen drei Betriebsleiter haben sich selbstständig in das Programm eingearbeitet. Auf den großen Betrieben bekamen ebenfalls fünf von sieben Befragten Hilfe von Mitarbeitern der Firmen; drei davon besuchten darüber hinaus eine Schulung. Ausschließlich Schulungen der Firmen nahm einer der Betriebe in Anspruch. Ein Herdenmanager hat sich die wesentlichen Funktionen selbst erarbeitet.

Herdenmanagement-Programme sorgen für verbesserte Übersicht über Betriebsabläufe

Alle befragten Betriebsleiter und Herdenmanager gaben an, dass sich durch den Einsatz der Programme deutliche Verbesserungen auf den Betrieben ergeben haben. In **Tabelle 4** werden die genannten Verbesserungspunkte veranschaulicht.

Bei Betrieben mit weniger als 200 Kühen wurden die Verbesserung der Organisation im Allgemeinen, die bessere Übersicht über die Betriebsabläufe und eine generelle Arbeitserleichterung am häufigsten genannt. Die mehrheitlich erwähnten Verbesserungen der Betriebe mit mehr als 400 Kühen waren die Optimierung der allgemeinen Organisation, der Bürokratierückgang durch HIT-Meldungen und Einlesen der MLP-Daten, die bessere Übersicht über die Betriebsabläufe sowie der Leistungsüberblick.

Tabelle 4: Verbesserungen durch die Nutzung von Herdenmanagement-Programmen

Verbesserungen	Anzahl der Nennungen, Betriebe <200 Kühe	Anzahl der Nennungen, Betriebe >400 Kühe
Zeitersparnis allgemein	1	0
Organisation allgemein	5	6
weniger Bürokratie durch:		
- HIT-Meldungen	4	6
- Führen eines Bestandsbuchs	3	4
- Einlesen der MLP-Daten	3	5
weniger Besamungen durch Brunsthilfsmittel	0	3
verbesserte Tiergesundheit/ Fruchtbarkeit	3	3
bessere Übersicht über Betriebsabläufe	8	6
schnellere Problemerkennung	3	0
allgemeine Arbeitserleichterung	5	2
optimierter Kraftfutterverbrauch	1	0
Leistungsüberblick	2	5

Krankheiten und Behandlungen werden unterschiedlich dokumentiert

Krankheiten und Behandlungen wurden von zwei Betrieben mit weniger als 200 Kühen vollständig mit dem Herdenmanagement-Programm dokumentiert. Die eingegebenen Daten wurden monatlich ausgedruckt und zusammen mit den Abgabebelegen des Tierarztes aufbewahrt. Ein weiterer Betrieb trug alle Krankheiten und Behandlungen mit Wartezeit ins Programm ein. Die übrigen fünf Betriebe nutzten ein Bestandsbuch, um Krankheiten und Medikamentenbehandlungen zu dokumentieren. Drei dieser Betriebe planen, Krankheiten und Behandlungen mit dem Herdenmanagement-Programm zu verwalten, konnten sich allerdings mit der Funktion aus zeitlichen Gründen noch nicht beschäftigen. Auf den übrigen beiden Betrieben wurde die Eingabe der Krankheits- und Behandlungsdaten für zu arbeitsaufwändig bzw. zu komplex gehalten.

Von neun Betrieben mit mehr als 400 Kühen nutzten zwei ausschließlich das Programm, um Krankheiten und Behandlungen zu dokumentieren. Auf zwei Betrieben wurden sämtliche Krankheiten und Behandlungen zusätzlich zum Herdenmanagement-Programm im Bestandsbuch bzw. auf einer Krankenkarte erfasst. Weitere zwei dokumentierten lediglich die Krankheiten mit dem Programm, Behandlungen wurden im Bestandsbuch notiert. Auf den beiden Betrieben, die zu zwei Herdenmanagement-Programmen befragt wurden, erfolgte mit ALPRO™ keine Dokumentation der Krankheiten und Behandlungen (Betrieb 8A) bzw. nur die Dokumentation der Klauenerkrankungen (Betrieb 7A). Der übrige Betrieb nutzte ausschließlich ein Bestandsbuch zur Dokumentation.

Der Grund dafür, dass das Programm nicht zur Dokumentation von Krankheiten und Behandlungen genutzt wurde, ist auf zwei Betrieben der zu hohe Arbeitsaufwand. Auf dem dritten Betrieb konnte sich der Herdenmanager bisher aus Zeitgründen noch nicht damit befassen, in Zukunft soll die Krankheits- und Behandlungsdokumentation jedoch mit dem Programm vorgenommen werden.

Fütterung auf großen Betrieben unterscheidet sich maßgeblich von der Fütterung auf kleinen Betrieben

Vier Betriebe mit weniger als 200 Kühen fütterten eine aufgewertete Grundration mit Transponderfütterung. Davon berechneten drei die Kraftfuttermenge mit dem verwendeten Herdenmanagement-Programm; ein Spezialberater berechnete die Ration für den vierten Betrieb. Ein weiterer kleiner Betrieb hielt die Kühe den Sommer über auf der Weide und nutzte in dieser Zeit die Transponderfütterung mit Kraftfutterautomat, wobei die Berechnung und Überwachung der zugeteilten Kraftfuttermenge über das Herdenmanagement-Programm (DairyPlan C21) geschah. Im Winterhalbjahr kam eine Totale Mischration, welche mit einem speziellen Futterprogramm (Futter R) berechnet wurde, zum Einsatz. Die übrigen drei Betriebe fütterten ganzjährig TMR. Die Rationsberechnung erfolgte nicht mit der eingesetzten Herdenmanagement-Software. In zwei Betrieben wurden die Rationen betriebsintern berechnet, der dritte Betrieb nutzte das Angebot eines Futterberaters.

Auf Betrieben mit mehr als 400 Kühen wurde ausschließlich die TMR-Fütterung durchgeführt. Die Rationsberechnung erfolgte auf drei Betrieben mit einem Futterprogramm. Jeweils ein Betrieb ließ die Futterration vom Tierarzt bzw. von einem Futterberater berechnen. Auf den übrigen Betrieben wurde die Ration betriebsintern kalkuliert.

Hiermit konnten erste Erkenntnisse über die Nutzung von Herdenmanagement-Programmen in der Milchviehhaltung gewonnen werden. Aufgrund dieser können folgende Aussagen zur Nutzung von Herdenmanagement-Software in der Milchviehhaltung getroffen werden:

- Auf Betrieben mit weniger als 200 Kühen zeigten sich wenige Unterschiede in der Nutzung und im Umgang mit Herdenmanagement-Software im Vergleich zu Betrieben mit mehr als 400 Kühen.
- Unterschiede lagen hauptsächlich in den Bereichen Datensicherung, Auswertung der MLP-Daten, Fütterung und im Umgang mit der Krankheits- und Behandlungsdokumentation.
- Keine Unterschiede konnten unter anderem in den Bereichen Aktivitäts- sowie Milchmengenmessung und bei der Organisation der Dateneingabe festgestellt werden.

Einige Betriebsleiter und Herdenmanager vertreten den Standpunkt, dass es ein Programm für alle Funktionen geben und dass dieses ebenfalls mit der Melktechnik kompatibel sein sollte. Hier sind noch Weiterentwicklungen der Programme notwendig. Fraglich ist jedoch, ob die Melktechnik-Hersteller und die Entwickler von Kuhplanern bereit

sind, Kompromisse einzugehen und zukünftige Programme in Zusammenarbeit zu entwickeln.

Es hat sich gezeigt, dass in sehr vielen Bereichen innerhalb der Betriebsgruppen große Unterschiede in der Nutzung des Herdenmanagement-Programms vorliegen. Die Betriebe haben ihre eigene Philosophie sowie langjährige Praxiserfahrung und entscheiden sich daher für oder gegen die Nutzung bestimmter Programmfunktionen aus den unterschiedlichsten Gründen. Die Unterschiede sind vermutlich deshalb so groß, weil das Bewirtschaften eines Milchviehbetriebes oft von der jeweiligen Region und den gewachsenen Strukturen abhängig ist.

Eine mögliche Erklärung dafür, dass Betriebe mit weniger als 200 Kühen Herdenmanagement-Programme in ähnlicher Weise nutzen wie Betriebe mit mehr als 400 Kühen könnte sein, dass kleine Betriebe heutzutage genauso professionell arbeiten müssen, um wirtschaftlich Milch zu produzieren. Außerdem unterliegen kleine Betriebe denselben Dokumentationsvorschriften wie große. Die ursprüngliche Vermutung, große Betriebe nutzen Herdenmanagement-Programme intensiver als kleine Betriebe, konnte in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. Es kann lediglich festgehalten werden, dass Betriebe mit mehr als 400 Kühen eine straffere Organisation aufweisen als Betriebe mit weniger als 200 Kühen; dies kann hauptsächlich auf den erhöhten Organisationsbedarf im Personalbereich zurückgeführt werden.

Für die Weiterentwicklung der Programme gibt es auf den Betrieben zahlreiche Anregungen. Teilweise beschränken diese sich auf einfache Verbesserungen spezieller Programmfunktionen, wie zum Beispiel die Optimierung von Auswertungen, teilweise handelt es sich um völlig neue Programmmodule, wie die Einbindung eines Ortungssystems für Kühe oder die Möglichkeit, verschiedene Benutzer anzulegen, die entwickelt werden müssten. Aus diesen Gründen ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Programme unerlässlich und die Zusammenarbeit mit den Landwirten äußerst wichtig.

Literaturverzeichnis

DELAVAL (2001): Efficient Dairy Herd Management, Booklet auf: <http://www.delaval.com/en/-/Dairy-knowledge-and-advice/Dairy-herd-management/>, zuletzt abgerufen am 04.12.2013

PACHE S. (2011): Manager für Manager. dlz primus rind Dezember 2011: 30-33

PACHE S. (O. J.): Datenflut im Milchviehstall – Erfahrungen und Entwicklungsbedarf, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Datenflut_milchviehstall.pdf, zuletzt abgerufen am 04.12.2013

STATISTISCHES BUNDESAMT (2013): Viehbestand, Haltungen mit Rindern und Rinderbestand, 05/2013, Fachserie 3, Reihe 4.1, 2013, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Viehbestand; https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/Viehbestand2030410135314.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt abgerufen am 04.12.2013

Methoden zur automatisierten Messung von Arbeitszeit in Gebäuden

Christoph Herzog, Matthias Schick

*Forschungsanstalt Agroscope, 8356 Ettenhausen,
E-mail: christoph.herzog@agroscope.admin.ch*

Zusammenfassung: Die Methoden der Arbeitsanalyse auf landwirtschaftlichen Betrieben unterliegen einem ständigen Optimierungsprozess. Aktuelle Methoden der Arbeitszeit- und Einflussgrössenerfassung sind zeitintensiv und fehleranfällig. Zudem besteht bei den Messungen immer ein Einfluss der Messperson auf die Arbeitsperson.

Ziel des Projekts ist es, ein Qualitätssicherungssystem zu erarbeiten, neue Methoden der Datenaufnahme zu entwickeln und hinsichtlich ihrer Qualität zu überprüfen. Zur Entwicklung neuer Methoden der Arbeitszeitmessung werden Sensortechniken, wie GPS, Radar, Infrarot, Ultraschall, RFID oder Videobasierte Systeme auf ihre Eignung hin untersucht und bewertet.

Schlüsselwörter: Qualitätssicherung, Arbeitszeitmessung, Automatisierung

1 Problemstellung

Auf landwirtschaftlichen Betrieben ist die menschliche Arbeit in der Regel der knappste Produktionsfaktor. Ziel der Arbeitsanalyse ist es u.a. die Produktivität der Betriebe zu erfassen, um diese anschließend durch effizienteren Einsatz zu erhöhen (SCHICK 2006). Die Erfassung der Arbeitszeit kann nach LUCZAK (1998) in finale und kausale Methoden gegliedert werden. Während bei der finalen Methode die Arbeitszeit indirekt mithilfe von Arbeitstagebüchern oder Fragebögen ermittelt wird, findet bei der kausalen Methode eine direkte Arbeitsbeobachtung während der Arbeitserledigung statt.

Hierbei wird der Arbeitsvorgang in Arbeitselemente aufgegliedert und zugehörige Einflussgrößen werden bestimmt (AUERNHAMMER 1986). Nachteile dieser Methode liegen im hohen Zeitbedarf für die Messperson während der Messung sowie in der anschließenden Datenauswertung und der Einschränkung, dass von einer Messperson jeweils nur eine Arbeitsperson gleichzeitig erfasst werden kann (SCHRADER *et al.* 2004). Durch die Anwesenheit der Messperson ist die Arbeitskraft zudem in ihrer Arbeitsweise beeinflusst, was auch das Messergebnis beeinflussen kann (HAIDN 1992). Diese Einflussgrößen können zu einer Qualitätsminderung der arbeitswissenschaftlichen Untersuchung führen.

Da die Generierung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen und Planzeitwerten in mehreren Schritten, teilweise von Hand durchgeführt wird, ist in jedem Schritt von Mess- und Verarbeitungsfehlern auszugehen.

2 Zielsetzung

Ziel des Projekts ist es, für bestehende Methoden der Arbeitszeitmessung ein Qualitätssicherungssystem aufzubauen. Zunächst sollen Qualitätskriterien von Arbeitszeitmessungen erstellt und auf diese angewendet werden. Hierbei sind teilweise Kriterien wie der z.B. der Epsilon-Test bei einer Zeitmessreihe zyklischer Arbeitselemente schon vorhanden.

Abgeleitet davon, sollen neue Methoden entwickelt und nach denselben Kriterien bewertet werden. Die neu entwickelten Methoden der Arbeitszeitmessung sind durch einen möglichst hohen Automatisierungsgrad gekennzeichnet. Die Methoden sollen für verschiedene landwirtschaftliche Tätigkeiten anwendbar sein und diese möglichst vollständig erfassen.

3 Material und Methoden

Um Planzeitwerte landwirtschaftlicher Arbeiten zu messen, werden die Zeitmessungen auf den Erfassungsbetrieben mit elektronischen Zeiterfassungssystemen (Tablet-PC mit Software) durchgeführt. Die Messung der wesentlichen Einflussgrößen wie z.B. „Wegstrecken“, „Volumina“ oder „Fahrgeschwindigkeiten“ werden während der Zeitmessung teilweise mit manuellen Hilfsmitteln erfasst. Sowohl bei der Erfassung der Arbeitszeit, als auch der Messung der Einflussgrößen ist es durch standardisiertes Vorgehen möglich die Qualität der Messergebnisse zu verbessern.

Hierbei helfen Checklisten, sodass der Prozess „Arbeitszeiterfassung“ auch von verschiedenen Messpersonen in derselben Art und Weise durchgeführt wird.

Zudem sollen an signifikanten Punkten des Prozesses „Arbeitszeitstudie“ (**Abbildung 1**) immer dieselben Gütekriterien angewendet werden wie z.B. der Epsilon-Test bei zyklisch gemessenen Arbeitselementen.



Abbildung 1: Prozess der Durchführung von Arbeitszeitstudien (SCHICK 2006)

Für einzelne Schritte dieses Prozesses ist es möglich, diese zu automatisieren. Dies soll vor allem in den arbeitsintensiven und fehleranfälligen Schritten der Datenerfassung und Auswertung möglich gemacht werden.

Zur Entwicklung optimierter und automatisierter Methoden der Arbeitsanalyse wird zunächst ein Anforderungskatalog erstellt. Darin werden Muss- und Kann-Kriterien festgelegt. Nachfolgend werden vorhandene Systeme und Sensortechniken als Instrumente zur automatisierten Arbeitszeit- und Einflussgrößenmessung erfasst und auf Eignung entsprechend der Anforderungskriterien überprüft. Hierbei sind Ansätze sowohl für außenwirtschaftliche als auch für innenwirtschaftliche Arbeitsverfahren vorhanden.

4 Ergebnisse

Ein Anforderungskatalog mit Kriterien für ein automatisiertes Messverfahren wurde erstellt. Wichtige Kriterien sind neben der Messgenauigkeit, der Datenstruktur auch die Flexibilität im Einsatz. Die Anforderungen wurden in Muss- bzw. Kann-Kriterien unterteilt. **Tabelle 1** zeigt einen Auszug aus dem erstellten Katalog.

Tabelle 1: Beispiele für Muss- und Kann-Kriterien zur Entwicklung einer automatisierten Arbeitszeiterfassung

Muss-Kriterien	Bemerkungen
Messung auf Arbeitselementebene	Um die Planzeitwerte für weitere Berechnungen in einem Modell verwenden zu können sollten diese als Elementwerte vorliegen.
Empfindlichkeit gegenüber Metall und Wasser	Da in Stallgebäuden viel Metall verbaut ist und sowohl Menschen als auch Tiere grösstenteils aus Wasser bestehen, sollte das Messverfahren unempfindlich gegenüber diesen Stoffen sein.
Offene Datenstruktur	Um die Daten als Teil eines Messverfahrens verwenden zu können, müssen diese unverschlüsselt vorliegen.
Kann-Kriterien	
Messung für innen- und außenwirtschaftliche Tätigkeiten gleichzeitig möglich	Einflussgrösse „Wegstrecke“ kann im Gebäude als auch im ausserhalb kontinuierlich und genau (+/- 10 cm) gemessen werden.

4.1 Arbeitszeitmessung in der Außenwirtschaft

Verschiedene Verfahren, welche bereits in der Praxis zur Dokumentation von Arbeitsverfahren in der Außen- und Innenwirtschaft eingesetzt werden, wurden recherchiert. Für Arbeitsverfahren in der Außenwirtschaft setzt die Landtechnikindustrie GPS-Systeme ein, welche Zeit und zugehörige zurückgelegte Distanzen für Feldarbeiten erfassen. Zudem können weitere den Arbeitszeitbedarf beeinflussende Größen wie z.B.

der Ertrag je Hektar oder die Arbeitsbreite automatisiert erfasst werden. Diese Verfahren sind in der Regel an landwirtschaftliche Fahrzeuge gekoppelt (FLEUREN 2009).

In ersten Untersuchungen zweier Verfahren für die Außenwirtschaft zeigte sich, dass die Genauigkeit meist in einem unbefriedigenden Bereich von ca. 2 m liegt. Auch sind die Verfahren durch eine geschlossene Datenstruktur relativ unflexibel. Für innenwirtschaftliche Verfahren sind Methoden auf Basis von GPS-Systemen aufgrund von Gebäudeabschattungen zur Messung von Strecken noch nicht geeignet.

4.2 Arbeitszeitmessung in der Innenwirtschaft (in Gebäuden)

Für Arbeitsverfahren in der Innenwirtschaft sind ebenfalls Ansätze automatisierter Arbeitszeiterfassung vorhanden. So wurde für das Arbeitsverfahren Melken von der Industrie ein Messverfahren entwickelt, welches den Arbeitszeitaufwand pro Kuh misst, um Empfehlungen zur Verbesserung der Melkroutine zu erstellen. Mithilfe dieses Verfahrens ist es jedoch nicht möglich, weitere Einflussgrößen, wie z.B. die zurückgelegte Strecke des Melkers zu erfassen.

Es soll deshalb anhand des erstellten Anforderungskatalogs überprüft werden, inwiefern weitere Mess-, Sensor- und Datenübertragungstechniken wie z.B. WLAN-Ortung, RFID (Radio Frequency Identification), Radarsensoren, Ultraschall oder Videoanalyseverfahren, welche in anderen Bereichen, wie z.B. dem Rettungswesen verwendet werden, zur automatisierten Arbeitszeitmessung, zur Lokalisierung von Arbeitspersonen und zur Einflussgrößenerfassung geeignet sind. Diese dienen hauptsächlich dazu die Haupteinflussgröße „Wegstrecke“ abzubilden. Ein sehr wichtiges Kriterium ist hierbei die Genauigkeit der Positionsangabe. In **Tabelle 2** werden verschiedene Sensortechniken hinsichtlich ihrer Genauigkeit miteinander verglichen (MAUTZ 2009).

Tabelle 2: Vergleich von Sensortechniken zur Erfassung von Einflussgrößen

Sensortechnik	Genauigkeit	Messung auf Elementebene	Empfindlichkeit bei Wasser / Metall	Offene Datenstruktur
Funkwellen auf WLAN-Basis	5m	-	0	+
Radar	2 km/h	0	+	+
RFID	0.5m	+	frequenzabhängig	++
Infrarot	0.1m	0	+	0
Videoverfahren	0.4m	++	++	-
Ultraschall	0.02m	0	+	+

Neben der Genauigkeit der Wegstreckenmessung, ist es zudem wichtig, dass sich die Sensortechnik in das gesamte Messverfahren integrieren lässt und die Möglichkeit bietet, sich mit weiteren Sensoren und Zeitmesseinrichtungen verbinden zu lassen.

5 Schlussfolgerungen

Zur Entwicklung einer automatisierten Methode der Arbeitszeit- und Einflussgrößenerfassung soll eine Sensortechnik verwendet werden, welche eine möglichst hohe Genauigkeit aufweist. Da in landwirtschaftlichen Gebäuden jedoch ein erhebliches Störpotential durch Metall, Feuchtigkeit oder Staub herrscht, ist in weiteren Untersuchungen zu klären, welche Sensorik am besten geeignet ist. Da die in **Tabelle 2** genannten Sensortechniken in verschiedenen Arbeitsbereichen eines Stalles Vor- und Nachteile vorweisen, ist eine Verknüpfung aus mehreren Sensortechniken anzustreben.

Bei der Auswahl ist des Weiteren eine möglichst hohe Flexibilität der Verfahren zu berücksichtigen. Das Messverfahren soll sowohl für Arbeiten in der Außenwirtschaft als auch in der Innenwirtschaft verwendet werden können. Hierzu muss eine Verknüpfung mit GNSS-Verfahren möglich sein.

Literaturverzeichnis

- AUERNHAMMER H. (1986):** Landwirtschaftliche Arbeitslehre. Manuskriptdruck der Vorlesung am Institut für Landtechnik der TU-München
- FLEUREN T. (2009):** iGreen - Landwirtschaft der Zukunft. ICSY Report, TU Kaiserslautern 4, S. 1–2
- HADN B. (1990):** Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen und Modellkalkulationen in der Zuchtsauenhaltung. Dissertation TU München-Weihenstephan
- LUZCAK H. (1998):** Arbeitswissenschaften. Springer Verlag Berlin
- MAUTZ R. (20089):** Overview of current indoor positioning systems. Geodesy and cartography 35, S. 18–22
- SCHICK M. (2006):** Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung. Ergonomia Verlag
- SCHRADE S., KECK M., SCHICK M. (2004):** Vergleichende Bewertung von Methoden zur Erfassung des Arbeitszeitaufwandes in der Mutterkuhhaltung. FAT-Schriftenreihe, 62, S. 27–36

Verfahrens- und Kostenentwicklung bei der Produktion von Einlegegurken

Martin Geyer, Jelena Surdilovic

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim

E-mail: mgeyer@atb-potsdam.de

Zusammenfassung: Einlegegurken werden in Deutschland überwiegend in Niederbayern und im Spreewaldgebiet angebaut und von Hand mit Hilfe von Gurkenfliegern geerntet. Das Ernten mit Gurkenfliegern ist aufgrund aufwendiger Handarbeit sehr kostenintensiv. Sollte der Mindestlohn eingeführt werden, ist zu erwarten, dass die Einlegegurkenproduktion in Deutschland aus wirtschaftlichen Gründen kaum mehr zu realisieren ist. Um das Verfahren günstiger zu gestalten bzw. das Problem der steigenden Arbeitskosten in den Griff zu bekommen wird daher intensiv an der vollmechanischen Ernte von Einlegegurken geforscht.

Die Erntemenge bei der konventionellen Gurkenernte liegt zwischen 70 und 90 t je ha mit bis zu 30 Erntegängen je Saison. Mit der mechanischen Einmalernte sind aufgrund unbefriedigender Sorten derzeit nur deutlich geringere Erträge zu erzielen. Um dem zu geringen Ertrag entgegen zu wirken ist es möglich, der mechanischen Ernte ggf. einige Handerntegänge vorzuschieben. Trotzdem rechnet sich die mechanische Ernte derzeit noch nicht und es sind noch intensive Verbesserungen der Sorten durch die Züchtung notwendig. Ein weiteres Problem sind die hohen Saatgutkosten, da die Bestandsdichte und damit die Aussaatdichte bei der mechanischen Ernte höher ist.

Im Beitrag werden Ergebnisse eines gemeinsamen FuE-Projekts zur Entwicklung und zum Einsatz eines vollmechanischen Einlegegurkenvollernters im Spreewaldgebiet vorgestellt und diskutiert.

Einleitung

Einlegegurken werden in Deutschland schwerpunktmäßig in Niederbayern und im Spreewaldgebiet angebaut. Die Kultur erfolgt üblicherweise auf schwarzer Mulchfolie. Bewässert wird mit Hilfe von Tropfrohren, die unter der Folie ausgelegt sind. Die Aussaat erfolgt, wenn eine Bodentemperatur über 12°C erreicht ist, meist ab Anfang Mai. Eine Verfrühung kann durch Auflage von transparenter Folie oder Vlies erzielt werden. Mit der Ernte ist ab Ende Juni zu rechnen. Sie dauert, je nach Wetterbedingungen, etwa bis Mitte September. Die Gurken werden kontinuierlich, in guten Jahren bis zu 30 Mal, im Abstand von wenigen Tagen geerntet, um eine optimale Sortierung zu erzielen. Die Erträge liegen je nach Region und Bodenbeschaffenheit zwischen 70 und 90 Tonnen je ha.

Die Ernte erfolgt meist mit sog. Gurkenfliegern. Bis zu 40 Personen liegen bäuchlings nebeneinander auf rechts und links des Trägerfahrzeugs befestigten Auslegern, die knapp über dem Boden entgegen der Liegerichtung langsam über das Feld gezogen werden. Die Arbeitskräfte durchstreifen das Gurkenlaub mit ihren Händen, pflücken alle Früchte über einer festgelegten Mindestgröße und legen diese auf einem Querförderer ab, von wo aus die Gurken zum Anhänger transportiert werden.

Ist der Anhänger voll, wird dieser abgehängt, zum Betrieb gezogen und gewogen. Nach einer Sortierung (nach dem Größenverhältnis: Länge-Dicke) werden die Gurken zur Verarbeitung transportiert.

Die Pflückleistung bei der Handernte ist stark vom Ertrag und von der daran angepassten Fahrgeschwindigkeit abhängig. Die Handernte von Einlegegurken ist sehr arbeitsintensiv. Durchschnittlich werden etwa 13 Gurken je Minute bzw. 50 kg je Arbeitskraftstunden (Akh) gepflückt (KTBL 2002). Jede Frucht muss im dichten Laub gesucht, gepflückt, ggf. entstielt und auf den Querförderer abgelegt werden. Je nach Ertrag wird allein für die Ernte ein Arbeitszeitbedarf zwischen ca. 1400 und 1800 Akh/ha benötigt. Die mechanische Sortierung ist mit 140 bis 180 Akh/ha weniger zeitaufwändig. Ein weiterer wichtiger Kostenfaktor sind die Saatgutkosten, die mit 0,04 € je Samenkorn bei 87.000 Pflanzen je ha mit 3.480 € deutlich zu Buche schlagen.

Die Saisonkräfte kommen überwiegend aus Polen und Rumänien. Die Bezahlung erfolgt derzeit nach dem Tariflohn für Saisonarbeitskräfte (ab März 2004: 5,10 €/h) (LFL 2005). Derzeit wird in den Koalitionsverhandlungen der neuen Bundesregierung ein Mindestlohn von 8,50 € diskutiert. Wenn nicht sofort wird dieser jedoch in wenigen Jahren auch im Gemüsebau eingeführt werden.

Der Vertragspreis für die Ware wird jedes Jahr neu verhandelt und orientiert sich stark an den Erntemengen des Vorjahres und den Lagerbeständen der Konservenindustrie. Eine erhebliche Preisdifferenzierung erfolgt auch zwischen den einzelnen Sortierungen. **Tabelle 1** zeigt Vertragspreise für unterschiedliche Sortierungen aus der Anbauregion Bayern (2004) und Spreewald (2011).

Tabelle 1: Vertragspreise für Bayern (Quelle: Niederbayerische Gemüsebauberatung, 2004) und die Region Spreewald (Quelle: Gurkenhof Frehn, Schöneiche, 2011)

Sortierung	Preis in EUR/kg (ohne MwSt.) Anbauregion Bayern, 2005	Preis in EUR/kg (ohne MwSt.) Anbauregion Spreewald, 2011
4-7 cm	0,49	0,50
6-9 cm (32-40 Stk./kg)	0,39	0,41
9-12 cm (14-18 Stk./kg)	0,15	0,22
12-15 cm (7-10 Stk./kg)	0,09	0,12

Analog zu den Sortierungsanteilen berechnet sich auch der Durchschnittspreis. Einen wichtigen Einfluss auf die Erzeugungspreise hat dabei allerdings auch die jeweilige Vorgabe der Abnehmer für die zu liefernde Produktpartie (**Tabelle 2**).

Tabelle 2: Berechnung der Durchschnittspreise (netto) in Abhängigkeit von der Sortierung (Quelle: Niederbayerische Gemüsebauberatung)

große Sortierung		mittlere Sortierung		kleine Sortierung	
Sortierung	Anteil in %	Sortierung	Anteil in %	Sortierung	Anteil in %
4-7 cm	10	4-7 cm	10	4-7 cm	15
6-9 cm	15	6-9 cm	25	6-9 cm	25
9-12 cm	50	9-12 cm	45	9-12 cm	45
12-15 cm	25	12-15 cm	20	12-15 cm	15
Ø- Preis in €	20,38	Ø- Preis in €	23,09	Ø- Preis in €	25,10

Die Abnehmer behalten sich in der Regel vertraglich die Option vor, während einer Saison die Sortieranteile wöchentlich an die Markterfordernisse anzupassen. Wenn z.B. nur große Ware (< 9 cm) verkäuflich ist, wird gegebenenfalls ein bis zu zweitägiges Pflückverbot angeordnet. Dadurch verschieben sich die Sortieranteile zu größeren Sortierungen. Diese Verschiebung ist verknüpft an die Konsequenz eines sinkenden Durchschnittspreises.

Eine Kostenrechnung der Gurkenerzeugung macht deutlich, wie stark sich der Stundenlohn auf den Kilopreis Gurken auswirkt. Die langfristige Preisuntergrenze beläuft sich auf 0,37 € bei einem Stundenlohn von 8,50 €, 0,04 € mehr als bei einem Lohn von 6,65 € und 0,13 € mehr als bei einem geschätzten Lohn von 2,5 €, wie er noch in vielen östlichen Nachbarländern bezahlt wird. Werden Risikozuschlag und Gewinnerwartung eingerechnet, werden die Preisunterschiede noch deutlicher (**Tabelle 3**).

Tabelle 3: Einfluss des Stundenlohns auf die Erzeugungskosten von Einlegegurken bei Ernte mit Gurkenflieger und einer Erntemenge von 80 t je ha (berechnet für 15 ha in 3 Sätzen und einer Ausbeute von 14 Gurken je Pflanze) (nach KTBL 2002)

Stundenlohn [€]	Erzeugungskosten Preisuntergrenze [€/kg]	Gewinnzuschlag + Gewinnerwartung 25%	Endpreis [€/kg]
2,5	0,23	0,50	0,28
5,5	0,30	0,07	0,37
6,65	0,32	0,08	0,40
8,5	0,37	0,09	0,46

Betrachtet man die Wirtschaftlichkeit der Einlegegurkenkultur in Deutschland, so gibt es neben den Arbeitskosten nur wenige Kostengruppen, wie den Verzicht auf Mulchfolie

oder die Reduktion der Saatgutkosten, bei denen gewisse Einsparungen denkbar sind. Die Erfahrung der letzten Jahre zeigt, dass trotz steigender Produktionskosten für die Erzeuger fast keine Preissteigerungen durchzusetzen sind (LFL 2005, siehe **Tabelle 1**). Bei der Handernte sind die Rationalisierungsmöglichkeiten stark begrenzt. Ein Erhöhen der Fahrgeschwindigkeit verringert die Qualität des Pflückens, Gurken werden übersehen und somit sinkt der Gesamtertrag. Da es sich um eine Gruppenarbeit handelt, ist die Gesamtleistung von der langsamsten Pflückkraft abhängig. Eine Bezahlung nach Leistungslohn ist nur für die gesamte Gruppe möglich und kann nur ggf. in Form eines Wettstreits zwischen den Erntegruppen auf verschiedenen Fliegern leistungsmotivierend eingesetzt werden.

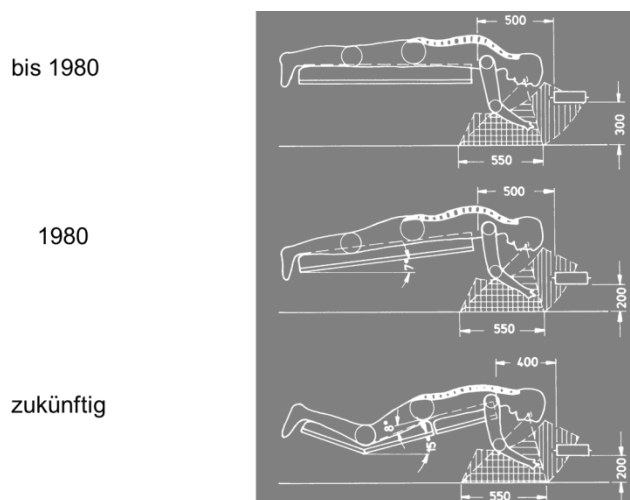


Abbildung 1: Optimierung des Arbeitsplatzes bei der teilmechanischen Ernte von Einlegegurken (RULLMANN & KLEISINGER 2003)

Eine Steigerung der Pflückleistung ist schwierig, da die Arbeitsposition weitgehend festgelegt ist. Gewisse motivierende Verbesserungen in der Arbeitsplatzgestaltung (Liegeposition, etc.) haben RULLMANN & KLEISINGER (2003) und JAKOB *et al.* (2003) herausgearbeitet (**Abbildung 1**). Um steigende Lohnkosten allein durch höhere Pflückleistung abzuf puffern, müssten die folgenden Pflückleistungen erbracht werden: würden die Lohnkosten auf 8,50 € steigen, müssten, bezogen auf Ausgangslohnkosten von 6,65,- €/Akh, schon 63 kg/h bzw. 16 Früchte je Minute und bezogen auf Ausgangslohnkosten von 5,5,- €/Akh sogar 76 kg/h bzw. 19 Früchte je Minute, d.h. etwa 50% mehr Gurken gepflückt werden.

In den USA werden Einlegegurken bereits seit den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts vollautomatisch geerntet (CARGILL *et al.* 1975), wobei die geernteten Gurken bzw. die gewünschten Sortierungen deutlich größer sind, da die Gurken anders als in Deutschland verarbeitet werden. Dort werden die Gurken mit höherer Pflanzendichte ohne Mulchfolie in Reihen ausgesät, Unkraut mit Hilfe von Herbiziden entfernt und, ist die optimale Fruchtgröße erzielt einmal maschinell geerntet. Entsprechende Versuche

zur Mechanisierung der Einlegegurkenproduktion erfolgten auch in Deutschland, wobei die Erträge zu gering waren (KROMER & KLEISINGER 1981 und 1985, LABOWSKY 1977).

Ziel der hier vorgestellten Maßnahme war es, Einlegegurken vollmechanisch zu ernten, damit die hohen Erntekosten verringert werden und die Gurkenerzeugung in Deutschland bzw. in Europa international wettbewerbsfähig erhalten bleiben. Drei wichtige Fragestellung galt es zu beantworten:

- Lassen sich kleinere Gurkensortierungen (6/9 cm) schonend mechanisch mit Quetschwalzen ernten?
- Welche Erträge sind bei Einmalernte mit derzeit verfügbaren Gurkensorten zu erzielen?
- Kann man durch ein- bis mehrmalige Handernte vor dem Termin der Vollernte den Gesamtertrag deutlich steigern?

Material und Methode

Im Rahmen des durch die EU und das Land Brandenburg unterstützten EHLER-Projektes „praxisrelevante Lösungen durch die maschinelle Ernteverfahren im Freilandgurkenanbau unter den Bedingungen Südbrandenburgs“ unternahm ein brandenburgischer Gurkenproduzent den Versuch, Einlegegurken in Deutschland vollmechanisch zu ernten. Als Basismaschine wurde ein Pomac-Tomatenvollernter (Pomac Super Cosmo 35 MS, Mirabello, Italy) mit 120 cm Arbeitsbreite gewählt und in mehreren Umbauschritten den neuen Anforderungen angepasst. Die Gurkenpflanzen werden mit Hilfe eines rotierenden Werkzeugs abgetrennt, über eine schräge Siebkette aufgenommen und zur Abtrenneinheit, vier gegenläufigen Quetschwalzen, befördert. Die Ausgabe erfolgt seitlich auf ein Sortierband. Danach werden die Gurken auf den parallel gezogenen Anhänger überladen.

Zur Detektion von kritischen Stellen mit hohen Stoßintensitäten bei der mechanischen Ernte wurden zwei Datenlogger, Mikras (ESYS GmbH, Berlin) und ein weiterer, speziell für den Einsatz in der Kartoffelnachernte hergestellter, Beschleunigungssensor Tuber-Log (ESYS GmbH, Berlin) verwendet. Beide Datenlogger sind 3D-Beschleunigungssensoren mit einer Abtastfrequenz von 3 kHz. Außerdem wurden die geernteten Mengen erfasst und hinsichtlich Beschädigung visuell bonitiert.

Parallel dazu wurden Untersuchungen an verschiedenen Einlegegurkensorten verschiedener Saatgutproduzenten durchgeführt, um die Erträge bei Einmalernte den Erträgen mehrmaliger Ernte gegenüberzustellen. Hierzu wurden Gurken verschiedener Saatgutproduzenten, die speziell für die Einmalernte gezüchtet worden waren, angebaut und von Hand parzellenweise geerntet. Von jeder Sorte wurden jeweils 8 Blöcke (45 Pflanzen je Block $\equiv$ 360 Pflanzen je Sorte) in einer Größe von 5 m² markiert und an allen Ernteterminen mit der Hand betriebsüblich ab einer Länge von ≥ 7 cm geerntet.

Dabei wurde insbesondere untersucht, ob es einen optimalen Erntezeitpunkt für die Vollernte gibt, um den Ertrag zu maximieren.

Ergebnisse und Diskussion

Mechanische Belastungen

Bei den Untersuchungen zeigte sich, dass die Bodenverluste und die mechanischen Belastungen durch die Aufnahme aber auch durch die Abtrenneinheit noch zu groß sind. Es kam sowohl zu Verlusten durch nicht vom Boden aufgenommene Gurken, durch Beschädigungen an Übergabestellen zwischen den Siebbändern als auch dadurch, dass kleinere Gurken beim Abtrennen durch die Quetschwalzen verletzt wurden (**Abbildung 2**). Hier zeigte sich, dass das Verfahren in der für eine solche komplexe Entwicklung zu kurzen Projektlaufzeit noch nicht optimal entwickelt werden konnte. Insbesondere das Abtrennen kleinerer Gurken stellte sich als Herausforderung für Quetschwalzen dar. Möglicherweise muss für die Zukunft ein verändertes, schonendes und leistungsfähiges Trennprinzip entwickelt werden.

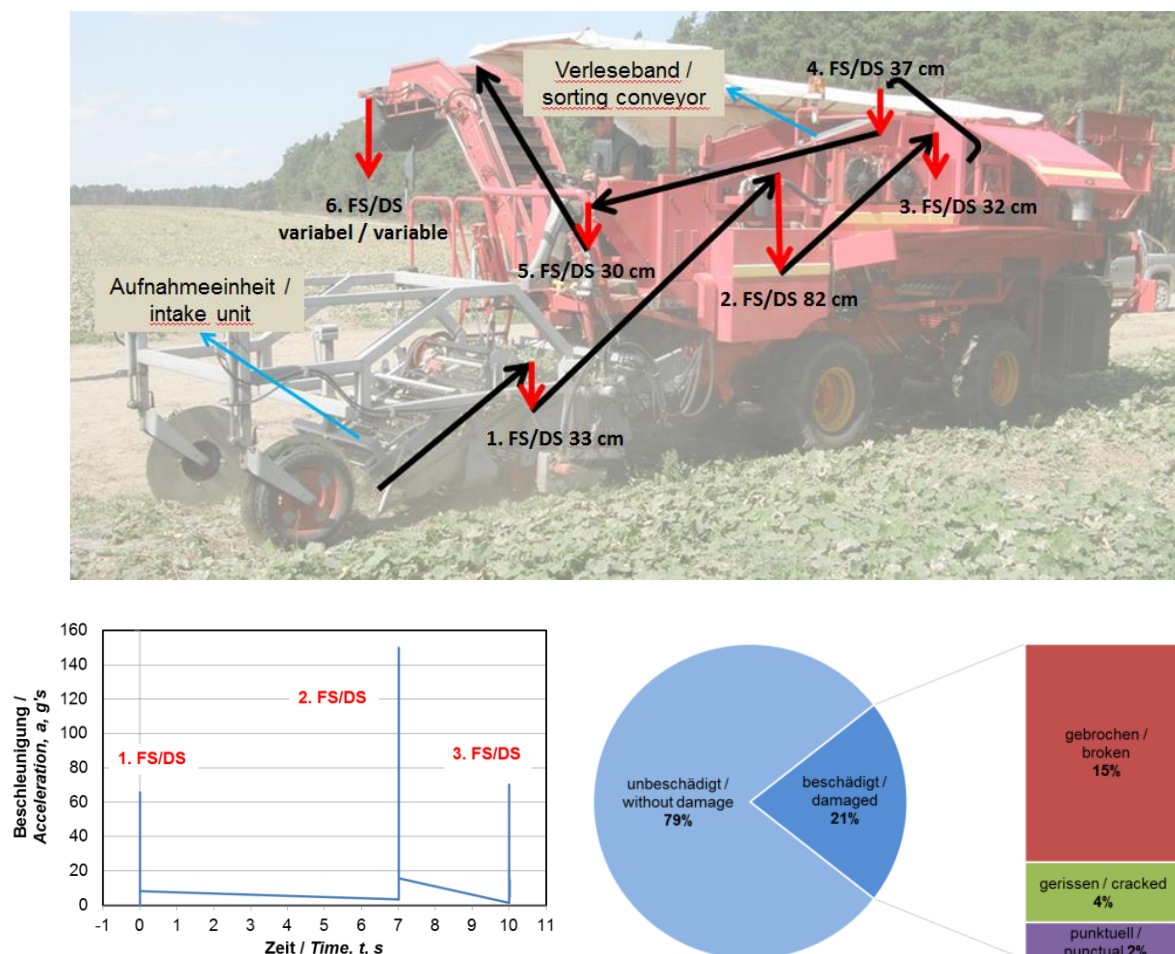


Abbildung 2: Vollernter mit Verfahrensprinzip, Orte mechanischer Belastungen und Anteil beschädigter Gurken am Gesamternteergebnis (SURDILOVIC & GEYER 2013)

Erträge

Wie weiter oben beschrieben, werden derzeit zwischen 70 (Spreewaldgebiet) und 80 t (Niederbayern) je ha in bis zu 30 Erntegängen geerntet. Dies bedeutet, dass durchschnittlich pro Erntegang zwischen 2,5 und 4 t Gurken geerntet werden. Die Herausforderung für die Einmalernte ist, mit einer Ernte soviel Gurken zu ernten, dass das Verfahren wirtschaftlich ist. Ein vom Erzeuger als Ziel gesetzter Ertrag für die Einmalernte von 40 t je ha bedeutet, dass pro m² Fläche gleichzeitig ca. 60 Gurken mit einer Einzelmasse von je 65 g vorhanden sind und schonend, vollständig und unverletzt geerntet werden müssen.

Das Zuchtziel ist es daher Gurkensorten zu züchten, die pro Ranke mindesten 4 gleich große Gurken ausbilden. Bei einer anzustrebenden höheren Aussaatdichte von 150 000 Korn je ha für Einmalernte hieße dies, 150 000 Ranken bzw. 600 000 Gurken pro ha.

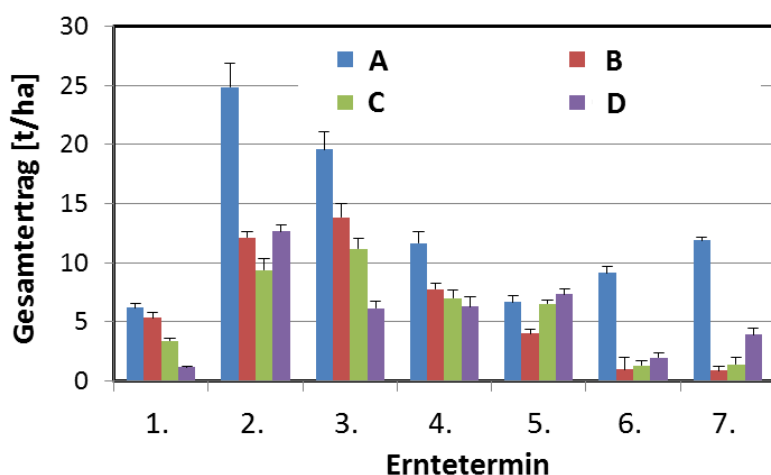


Abbildung 3: Gesamtertrag der Blöcke B1-B4 (≥ 7 cm) der Sorten A – D an 7 Ernteterminen, Erntesaison 2012

Aus den Ernteergebnissen ist abzulesen, dass die erste Ernte, Ausbildung der sogenannten Stammgurke, die geringsten Erträge liefert. Beim zweiten und dritten Erntegang wurden die höchsten Erträge erzielt. Sorte A erzielt am zweiten Erntetermin 25 t/ha und am Erntetermin 3 noch 20 t/ha. Danach fällt der Ertrag auf 10 t/ha. Die Sorten B, C und D sind deutlich schlechter und erreichen maximal 14 t/ha (B, 3. Termin) (**Abbildung 3**). Aus diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass mindestens eine Handernte zu Anfang notwendig ist. Danach muss abgeschätzt werden, ob es arbeitswirtschaftlich möglich ist (Verfügbarkeit des Personals), einen weiteren Handarbeitsgang mit dem Gurkenflieger durchzuführen und erst beim 3. Erntetermin abschließend mechanisch zu ernten. Durch ein gestuftes Verfahren wäre es mit Sorte A möglich, mit 3 Ernten 50 t/ha Ertrag zu erzielen.

Für eine ausschließlich mechanische Ernte weisen die derzeit verfügbaren Sorten jedoch noch zu geringe Erträge auf, um eine vollmechanische Einmalernte wirtschaftlich zu gestalten, wie die folgende Berechnung deutlich macht:

Mit dem bisherigen Verfahren mit Handpflücke und Gurkenflieger werden auf einer Zielfläche von 120 ha 9.496 t Einlegegurken je Saison geerntet. 145.000 Pflanzen würden bei einem Besatz von je 4 Gurken mit 65 Gramm Masse einen Gesamtertrag (ohne Verluste) von 37,7 t/ha bzw. 4.522 t je 120 ha erzielen. Das heißt, es müsste die doppelte Fläche vollmechanisch bewirtschaftet oder weitere 60 ha mit der Hand gepflückt werden, um das Ertragsziel von 9.500 Tonnen zu erzielen. Wird dieser Ertrag nicht erzielt, verschiebt sich das Verhältnis weiter und es müssen noch größere Flächen angebaut werden (**Tabelle 4**).

Tabelle 4: Ertrag, Erzeugungskosten und benötigte Flächen um das Ertragsziel für Hand- und mechanische Ernte zu erreichen

Ernteverfahren	Pflanzen /ha	Gurke /Pflanze	Ertrag [t/ha]	Ertrag [t/120ha]	Erzeugungskosten [€/kg]	ha-Zahl für Ertragsziel [ha]
Handernte	86.957	14	79,1	9.496	0,36	120
mechanisch	144.928	4	37,7	4.522	0,27	252
mechanisch	144.928	3	28,3	3.391	0,34	336
mechanisch	144.928	2	18,9	2.261	0,50	504

Durch mechanisches Ernten reduziert sich die Anzahl der für das Ernten benötigten Arbeitskräfte auf 3 auf der Maschine und 1 Arbeitskraft für den Transport. Umgekehrt liegen die Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten für einen Vollernter um ein Vielfaches höher.

Kalkuliert man, bezogen auf Lohnkosten von 8,50 €/Akh, die Kosten für die Vollernte, kommt man auf Masse bezogene Kosten von 0,27 €/kg bei 37,7 t/ha Ertrag, 0,34 €/kg bei 28,3 t/ha und 0,50 €/kg bei 18,9 t/ha im Vergleich zum Standardverfahren mit 79,1 t/ha und 0,36 €/kg (**Tabelle 4**). Die vorliegende Kalkulation berücksichtigt außer einem Verzicht auf Mulchfolie nicht den größeren Flächenbedarf, die derzeitigen Qualitätsverluste und die sich ergebenden geänderten Produktionsbedingungen.

Bei den derzeitigen Erträgen und den noch nicht gelösten technischen Problemen ist die mechanische Ernte von Einlegegurken unter diesen Umständen noch nicht wirtschaftlich.

Ausblick

Die bisherigen Erntemengen der neuen Sorten sind noch nicht befriedigend und zeigen, dass die vollmechanische Ernte von Einlegegurken derzeit noch nicht wirtschaftlich ist.

Erst wenn Sorten verfügbar sind, die Erntemengen von über 40 t/ha in der gewünschten Sortierung bringen, wird es sich lohnen vollmechanisch zu ernten. Zusätzlich könnte es durch geschickte Kombination von Handernte und mechanischer Ernte gelingen, deutlich höhere Hektarerträge zu erzielen und somit das neue Ernteverfahren zum Erfolg zu führen.

Literaturverzeichnis

- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (Hrsg.) (2005):** Feldgemüse in Bayern. Ökonomik wichtiger Kulturen. GOLDHOFER H., DUNST A. 2005, Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik. München, 1. Auflage
- CARGILL B.F., MARSHALL D.E., LEVIN J.H. (1975):** Harvesting Cucumbers Mechanically. Michigan State University Extension Bulletin E-859. July 1975. Pages: 1-5
- JAKOB M., RULLMANN M., GEYER M., KLEISINGER S. (2003):** Untersuchung der Arbeitshaltung - Verbesserungen möglich. Liegend auf dem Gurkenflieger. Gemüse 39, 10, S.: 10-13
- KROMER K. H., KLEISINGER S. (1985):** Verfahrenstechnik der Einlegegurkenproduktion. Landtechnik Volume: 40 Issue: 5, S.: 243-247
- KROMER I. K-H., KLEISINGER S. (1981):** Tendencies in cucumber and cabbage mechanization in Europe. ASAE Paper Issue: 81-1557, Pages: 15 pp
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (KTBL) (Hrsg.) (2002):** KTBL-Datensammlung Freilandgemüsebau - Daten zur Kalkulation der Arbeitswirtschaft und der Deckungsbeitrags- und Gewinnermittlung. Darmstadt, 6. Auflage
- LABOWSKY H.-J. (1977):** Mechanische Ernte von Einlegegurken, Stand und Entwicklung. Gemüse Volume: 13, Issue: 6, S.: 187-188, 190-191
- RULLMANN M., KLEISINGER S. (2003):** Ergonomic investigations of the prone working posture during pickling cucumber harvesting. Proceedings XXX CIOSTA-CIGR V Conference, pp 1008-1016, Grugliasco (Turin), Italy, Sept. 22-24, 2003
- SURDILOVIC J., GEYER M. (2013):** Vollmechanische Ernte von Einlegegurken. Landtechnik. 68 (3). Seite:183-186

Einfluss der verfügbaren Feldarbeitszeit und der Arbeitszeitorganisation auf die Kalkulation des Zeitbedarfes für Arbeiten in der Feldwirtschaft

Mathias Funk, Jürgen Frisch

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

Zusammenfassung: Bei der Ausführung von Arbeiten in der Feldwirtschaft ist neben der Arbeitsaufgabe auch immer der für den Arbeitseinsatz zur Verfügung stehenden Zeitraum zu beachten. GINDELE (1972) hat diesen Zeitraum als Halbtage mit 4 Stunden beschrieben. Durch agrarstrukturelle- und technische Entwicklungen haben sich die Rahmenbedingungen für diese zeitliche Arbeitseinheit so weit verändert, dass weitere Einflussgrößen beachtet werden müssen.

1 Einleitung

Arbeitszeitbedarfswerte sind nach JÄGER (1991) ein unverzichtbarer Bestandteil zur Lösung von Planungsaufgaben im landwirtschaftlichen Unternehmen. Die Kalkulation des Zeitbedarfes in der Feldwirtschaft erfolgt im KTBL nach der von GINDELE (1972) entwickelten Methode, die auf den von KREHER & HESSELBACH (1968) strukturierten Zeitelementen ergänzt um technische und agrarstrukturelle Parameter basiert. Sie wurde wie von HAMMER (1976) beschrieben, durch die Gliederung der Zeiten in Teilzeiten zur Teilzeitmethode weiter entwickelt. Als zeitliche Arbeitseinheit wurde bisher der Halbtage mit 4 Stunden angenommen.

Die Forderung nach hohen Auslastungen der immer leistungsfähigeren und teurer werdenden Technik führt unmittelbar zu höheren täglichen Einsatzzeiten und damit zu neuen Rahmenbedingungen. Zu diesen gehören sowohl die für die Feldarbeit zur Verfügung stehende Zeitraum als auch die Organisation der Arbeitserledigung. Bei Einsatzzeiten von mehr als 6 Stunden müssen Pausen und bei mehr als 8 Stunden Schichtsysteme in die Planung der Arbeitserledigung einbezogen werden.

2 Arbeitszeitkalkulation

Die von KREHER & HESSELBACH (1968) strukturierten Zeitelemente stellen mit den technischen und agrarstrukturellen Parametern die Grundlage der Zeitbedarfskalkulation. Durch die Gliederung der Arbeitsvorgänge in Teilarbeiten und Teilvorgänge werden diese den einzelnen Zeitarten zugeordnet.

2.1 Methode der Arbeitszeitbedarfsermittlung

GINDELE (1972) beschreibt die Methode zur Arbeitszeitbedarfsermittlung wie folgt: „Der Gewinnung arbeitswirtschaftlicher Bedarfswerte für die Feldwirtschaft liegt die Annahme zu Grunde, dass über die Arbeitsverfahren hinaus die Arbeitsaufgabe zum Gegenstand der Berechnungen gemacht werden muss. Daraus kann die gleichzeitige Kalkulation von bis zu drei Teilaufgaben resultieren:

1. Feldarbeiten, die am Schlag ausgeführt werden;
2. Transportarbeiten, die den Transport von Gütern sowohl vom Feld als auch zum Feld erfassen;
3. Be- oder Entladearbeiten von Transportfahrzeugen auf dem Hof oder an einem andern Ort.

Der Arbeitszeitbedarf wird auf die einzelnen Teilaufgaben bezogen berechnet und zum Gesamtarbeitszeitbedarf der ganzen Arbeitsaufgabe addiert.

Zusätzlich wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

1. Die zeitliche Arbeitseinheit ist der Halbtage, der ... mit 4 Stunden angenommen wird.
2. Während des Halbtages findet kein Gerätewechsel statt.
3. Wenn der Halbtage mit der Bearbeitung der unterstellten Feldstückgröße nicht ausgefüllt ist, wird nicht auf den Hof zurück, sondern zum nächsten Feldstück derselben Größe gefahren. Dabei wird eine Feld-Feld-Entfernung zurückgelegt.“

2.2 Entwicklung der Teilzeitmethode

Für die Berechnung mechanischer Feldarbeiten hat sich die Teilzeitmethode nach JÄGER (1991) als geeignet erwiesen.

Im KTBL wurde bisher die Gliederung der Teilzeiten in Haupt, Neben, Verlust, Rüst- und Wegezeiten eingesetzt. Aufgrund verschiedener Forderungen hat die KTBL Arbeitsgruppe Arbeitswirtschaftliche Grundlagen eine neue Zeitgliederung erarbeitet. Die Kalkulation des Zeitbedarfes der Teilzeiten und der Gesamtzeit müssen an die neue Gliederung angepasst werden.

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)



Gliederungsebene 1	Gliederungsebene 2	Gliederungsebene 3	Gliederungsebene 4
t1 Hauptzeit	t11 Arbeitsverrichtungszeit	t111 Arbeitsverrichtung im engeren Sinne t112 Lastfahrt t113 Leerfahrt t114 Kontrolle	t1121 am Arbeitsort t1122 Straße t1131 am Arbeitsort t1132 Straße
	t12 Wendezeit		
	t13 Be- und Entladezeit		
	t14 Ablaufbedingte Wartezeit		
	t15 Einstellungszeit		
	t16 Arbeitsbedingte Erholungszeit		
t2 Störzeit	t21 Funktionelle und technische Störzeit	t211 Funktionelle Störung t212 Technische Störung	
	t22 Organisationsbedingte Störzeit		
	t23 Witterungsbedingte Störzeit		
	t24 Persönliche Verteilzeit		
t3 Nebenzeit	t31 Versorgungszeit	t311 am Ausgangsort t312 am Arbeitsort	
	t32 Arbeitsvorbereitungszeit	t321 Rüsten t322 Arbeitsorganisatorische Absprache	t3211 am Ausgangsort t3212 am Arbeitsort t3221 am Ausgangsort t3222 am Arbeitsort
	t33 Arbeitsnachbereitungszeit	t331 Rüsten t332 Arbeitsorganisatorische Absprache	t3311 am Ausgangsort t3312 am Arbeitsort t3321 am Ausgangsort t3322 am Arbeitsort
	t34 Wegezeit		
	t35 Wartungszeit	t351 am Ausgangsort t352 am Arbeitsort	

Abbildung 1: Zeitgliederung des KTBL für landwirtschaftliche Arbeiten 2013

2.3 Berechnung des Zeitbedarfs der Teilzeiten

Die Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes bezieht sich nach GINDELE (1972) immer auf die Erledigung einer ganzen Arbeitsaufgabe innerhalb der zeitlichen Arbeitseinheit Halbtage müssen. Zur Berechnung des Arbeitszeitbedarfes wird zunächst der Zeitbedarf der Teilvorgänge entsprechend der neuen Zeitgliederung des KTBL berechnet. Die Hauptzeit (t_1) berechnet sich aus den Schlagdaten Breite und Länge, den technischen Daten des Arbeitsmittels Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit und den Zeitelementen Wende- und Ladezeit und bezieht sich immer auf den gesamten Schlag. Die für die Feldarbeit benötigte Zeit ergibt sich aus der Hauptzeit (t_1) und der Störzeit (t_2), die sich aus verschiedenen Störzeiten und der persönlichen Verteilzeit zusammensetzt. Die Störzeiten unterteilen sich in die funktionelle und technische Störzeit, organisationsbedingte Störzeit und witterungsbedingte Störzeit. Die funktionelle und technische Störzeit steht im Verhältnis zur Hauptzeit, die witterungsbedingte Störzeit wird in der Kalkulation des Zeitbedarfes nicht berücksichtigt. Die Einflüsse der Witterung können in der Planung nur über die, für die jeweilige Feldarbeit verfügbaren Feldarbeitsstunden oder -tage berücksichtigt werden. Organisationsbedingte Störzeiten treten nur auf, wenn mehrere Teilarbeiten parallel stattfinden und nicht optimal aufeinander abgestimmt werden können. Diese Fragestellung wird hier nicht weiter untersucht. Die Gesamtzeit ergibt sich aus der Zeit für die Feldarbeit und der Nebenzeit (t_3). Die Nebenzeit, ergibt sich aus dem Zeitbedarf zur Arbeitsvorbereitung und Arbeitsnachbereitung, dem Rüsten, der Wegezeiten zum Arbeitsort und zurück und der Versorgung der Maschinen mit Betriebsstoffen und der täglichen Wartung. Rüstarbeiten finden sowohl am Ausgangsort als auch am Arbeitsort statt. Die Rüstarbeiten am Arbeitsort beziehen sich auf den Arbeitseinsatz und den Schlag, die am Ausgangsort nur auf den Arbeitseinsatz. Für die Wegezeit ist neben der Wegstrecke und der Geschwindigkeit auch die Anzahl der Fahrten je Schlag von Bedeutung.

2.4 Kalkulation der Gesamtzeit im Halbtagsmodell

Durch die Annahme der zeitlichen Arbeitseinheit von einem Halbtage zur Arbeitserledigung ergibt sich, dass alle Arbeiten innerhalb dieser Zeiteinheit erledigt werden müssen. Hierzu gehören neben der Haupt- und Störzeit auch das Rüsten am Hof und am Feld und die Fahrt vom Hof zum Feld und zurück. Das bedeutet, dass die Teilzeiten für das Rüsten und das Fahren die verbleibende Zeit zur Arbeitserledigung auf dem Feld reduzieren, was bei zunehmenden Entfernungen erheblich sein kann. Im Einzelnen gelten folgenden Annahmen:

1. Die Dauer des Halbtages wird mit 4 Stunden angenommen.
2. Alle Tätigkeiten werden innerhalb dieser Zeitspanne durchgeführt.
3. Keine Beachtung von Pausen. Diese befinden sich noch außerhalb des oder der Halbtage.

Zeitliche Arbeitseinheit: Halbttag		
Rüst- und Wegezeit	Nettohalbttag: Zeit für die Feldarbeit.	Rüst- und Wegezeit

Abbildung 2: Gliederung Halbttag nach GINDELE (1972) mit Nettohalbttag nach JÄGER (1991)

Für die Kalkulation der Gesamtzeit wird nach JÄGER (1991) dafür zunächst die Halbttagsleistung berechnet. Ausgehend vom Halbttag wird die für die Feldarbeit zur Verfügung stehende Zeit, der Nettohalbttag berechnet. Dieser ergibt sich aus dem Halbttag minus dem Zeitbedarf für das Rüsten am Ausgangsort und den Zeitbedarf für eine Hin und Rückfahrt zum Schlag. Die Halbttagsleistung in Schläge je Halbttag ergibt sich aus dem Nettohalbttag dividiert durch die Zeit für die Feldarbeit je Schlag und dem Rüsten am Schlag. Können mehre Schläge je Halbttag bearbeitet werden, kommt es zum Schlagwechsel. Das Rüsten am Hof und die Fahrt zum Schlag und zurück finden nur einmal je Halbttag statt. Das Rüsten am Feld findet an jedem Schlag statt. Die Häufigkeit der Rüstvorgänge je Schlag und der Fahrten zum Schlag und zurück sowie zwischen den Schlägen ergibt sich aus der Anzahl der Schläge, die je Halbttag bearbeitet werden. Kann je Halbttag nur ein Schlag bearbeitet werden oder werden mehre Halbtage je Schlag benötigt, entspricht die Anzahl der Rüstvorgänge und der Fahrten der Anzahl der Halbtage, die je Schlag benötigt werden. Somit verändern sich die Nebenzeiten je nach Entfernung und Geschwindigkeit nicht nur durch die Dauer der einzelnen Teilzeit sondern auch durch die Häufigkeit der Rüstvorgängen und Fahrten je Schlag, da sie sich auf den Nettohalbttag auswirken. Dieses Halbttagsmodell passt zu kleinräumigen Strukturen mit geringen Entfernungen und einfacher Technik oder viel Handarbeit.

3 Weiterentwicklung der zeitlichen Arbeitseinheit Halbttag

Der Strukturwandel in der Landwirtschaft führt zu wachsenden Schlaggrößen und Entfernungen zu den Schlägen. Der somit ansteigende Zeitbedarf für das Rüsten und die Fahrten zum Schlag und zurück reduzieren die, für die Feldarbeit verbleibende Zeit, was nur durch eine Anpassung der Einsatzzeit ausgeglichen werden kann. Hinzu kommt der Einsatz immer leistungsfähigerer und damit teurerer Maschinen, die aus Kostengründen höhere Auslastungen und damit sowohl höhere Tagesleistungen als auch Jahresleistungen fordern. Die Annahme, dass die Arbeiten der Feldarbeit in einem zeitlichen Rahmen von 4 Stunden je Arbeitseinsatz durchgeführt werden, stimmt immer weniger mit der Praxis überein.

3.1 Anhebung der Halbttagsdauer

Bereits im KTBL Taschenbuch 2000/01 wurde der als Halbttag festgelegte Zeitraum auf 6 h/Tag erhöht. Für Arbeiten mit Großmaschinen und Mähdrusch wurde der Halbttag

schon im KTBL-Taschenbuch 1990 mit 8 h/Tag angenommen. Somit passte der Begriff Halbtage nicht mehr zu dem Zeitraum, den er beschreiben sollte und wurde deshalb Prozesszeit genannt.

Zeitliche Arbeitseinheit: Prozesszeit		
Rüst- und Wegezeit	Nettoprozesszeit: Zeit für die Feldarbeit.	Rüst- und Wegezeit

Abbildung 3: Gliederung Prozesszeit nach KTBL Taschenbuch 2000/01

Für die Kalkulation mit der jetzt größeren Halbtagsdauer, der Prozesszeit, gelten folgende Annahmen:

1. Die Dauer der Prozesszeit wird mit 6 h/Arbeitstag angenommen. Für Großmaschinen und Mähdrusch werden 8 h/Tag angenommen.
2. Es werden immer noch alle Tätigkeiten innerhalb dieser Zeitspanne durchgeführt.
3. Weiterhin keine Beachtung von Pausen. Die Arbeitsorganisation wird nicht berücksichtigt.
4. Rüst- und Wegezeiten reduzieren weiterhin die verfügbare Arbeitszeit auf dem Feld.

3.2 Beachtung der für die Feldarbeit zur Verfügung stehenden Zeit

Der Anstieg der Zeiträume für die Arbeitseinsätze in der Feldwirtschaft von 4 auf 6 oder 8 Stunden stellt nur den ersten Schritt dieser Anpassung dar. Durch die weiterhin bestehende Forderung nach hohen Einsatzumfängen muss geprüft werden, ob die dafür zu Verfügung stehenden Zeiträume ausreichen. Hier müssen, die verfügbaren Feldarbeitsstunden je Feldarbeitstag und die verfügbaren Feldarbeitstage je Jahr beachtet werden. Da nicht alle Tätigkeiten in diesen verfügbaren Feldarbeitsstunden durchgeführt werden müssen, ergeben sich neue Rahmenbedingungen für die zeitliche Arbeitseinheit. Rüstarbeiten und Fahrten können vor und nach den Feldarbeitszeiten stattfinden. Anstelle des Halbtages könnte theoretisch der ganze Tag mit 24 h zur Verfügung stehen und an Stelle des zu berechneten Nettohalbtages steht die aufgrund des Bodenzustandes nutzbare Zeit für die Feldarbeit zur Verfügung. Unterstützt durch neue technische Entwicklungen der Maschinensteuerung führt diese zu möglicherweise sehr groß werdenden Zeitspannen. Damit reicht die bisherige zeitliche Arbeitseinheit als Grundlage der Arbeitszeitkalkulation nicht mehr aus.

Zeitliche Arbeitseinheit: Dauer der Arbeitseinsatzes		
Rüst- und Wegezeit	Zeitliche Arbeitseinheit: verfügbare Feldarbeitszeit Feldarbeit	Rüst- und Wegezeit

Abbildung 4: Zweite zeitliche Arbeitseinheit, die verfügbare Feldarbeitszeit

Neben der Dauer des Arbeitseinsatzes muss auch auf die für die Feldarbeit zur Verfügung stehende Zeit geachtet werden. Hierfür gelten folgende Annahmen:

1. Rüstzeiten am Hof und Wegezeiten vom Hof und zurück fallen außerhalb der verfügbaren Feldarbeitszeiten an und reduzieren nicht die verfügbare Zeit für die Feldarbeit.
2. Die Dauer dieser zeitlichen Arbeitseinheit umfasst nicht den gesamten Arbeitseinsatz sondern nur die aufgrund des Bodenzustandes für die Feldarbeit zur Verfügung stehende Zeit.
3. Als Datengrundlage für die Kapazitätsplanungen dienen die verfügbaren Feldarbeitstage, sowie die verfügbaren Arbeitsstunden für die Raufutterernte bzw. dem Mähdrusch.
4. Tagesleistung sinkt nicht bei steigenden Rüstzeiten am Hof und Wegezeiten vom Hof und zurück, solange die zur Verfügung stehende Zeit für den Arbeitseinsatz nicht überschritten wird.
5. Die Kalkulation bezieht sich direkt auf die zur Verfügung stehende Zeit für die Feldarbeiten und ermöglicht somit eine bessere Kalkulation der Jahresleistung einer Maschine.
6. Weiterhin keine Beachtung von Pausen. Die Arbeitsorganisation wird nicht berücksichtigt.

3.3 Beachten der Arbeitsorganisation durch Einbeziehen von Pausen

Die immer größer werdenden Zeitspannen führen dazu, dass die Organisation der Arbeits-erledigung an Bedeutung gewinnt. Nach dem Arbeitszeitgesetz beträgt die tägliche Normalarbeitszeit eines Vollzeitbeschäftigten maximal 8 Stunden, die Höchstarbeitszeit bei Mehrarbeit 10 Stunden. Das Arbeitszeitgesetz rechnet nach wie vor in der Sechstageswoche, so dass die wöchentliche normale Arbeitszeit maximal 48 Stunden betragen kann und die Höchstarbeitszeit 60 Stunden. Die Minstdauer der Pausen beträgt bei einer Arbeitszeit von 6 bis 9 Stunden 30 Minuten und darüber 45 Minuten.

Zeitliche Arbeitseinheit: Dauer des Arbeitseinsatzes			
Rüst- und Wegezeit	Zeitliche Arbeitseinheit: Verfügbare Feldarbeitszeit		
	Feldarbeit	Pause	Feldarbeit
			Rüst- und Wegezeit

Abbildung 5: Beachtung der Arbeitsorganisation durch einbeziehen von Pausen

Je nach Dauer der Gesamtzeit des Arbeitseinsatzes müssen nach dem Arbeitszeitgesetz Pausen eingehalten werden. Hierfür gelten folgende Annahmen:

1. Da mindestens nach 6 Stunden Arbeit Pausen einzuhalten sind, finden diese meistens am Arbeitsort und somit während der verfügbaren Feldarbeitszeit statt. Damit reduzieren sie diese Zeit.
2. Die Pausen wirken sich nicht direkt auf den Arbeitszeitbedarf aus, sie erhöhen jedoch den Zeitbedarf des Arbeitseinsatzes.

- Liegt die für die Feldarbeit benötigte Prozesszeit über der verfügbaren Feldarbeitszeit je Arbeitseinsatz werden mehrere Einsätze zur Erledigung des Arbeitsauftrags benötigt. Pausen können sich auf die Anzahl der benötigten Einsätze auswirken und somit indirekt den Zeitbedarf erhöhen.

3.4 Beachten der Arbeitsorganisation durch Einbeziehen von Schichtarbeit

Wenn die Dauer eines Arbeitseinsatzes die maximal zulässige Arbeitszeit von 10 Stunden je Tag überschreitet oder aus anderen Gründen der Arbeitseinsatz nicht nur von einer Person oder einer Schicht erledigt werden soll, muss die Arbeitsorganisation auf 2 oder mehrere Schichten angepasst werden. Je nach der Anzahl der Schichten und der Schichtdauer kann der Arbeitseinsatz mehr als 24 h erreichen.

Zeitliche Arbeitseinheit: Dauer der Arbeitseinsatzes				
Rüst- und Wegezeit	Zeitliche Arbeitseinheit: Verfügbare Zeit für Feldarbeit			Rüst- und We- gezeit
	Feldarbeit		Wege- zeit	
		Wegezeit	Feldarbeit	
	erste Schicht			
	zweite Schicht			

Abbildung 6: Beachtung der Arbeitsorganisation durch einbeziehen von Schichtarbeit

Für die Arbeitserledigung im Schichtbetrieb gelten folgenden Annahmen:

- Bei Schichtzeiten von mehr als 6 h muss auf das Einhalten von Pausen geachtet werden.
- Durch Schichtarbeit kann der für die Feldarbeit nutzbare Zeitanteil eines Arbeitseinsatzes im Vergleich zur Rüst- und Wegezeiten erhöht werden.
- Die maximale Einsatzzeit einer Maschine kann, zum Beispiel durch die Kapazität der Betriebsstoffe begrenzt sein.
- Durch die An und Abfahrt der Arbeitskräfte zum Schichtwechsel kommt es zu weiteren Arbeitsteilvorgängen im Arbeitsablauf. Im Idealfall ist der Arbeitsablauf so organisiert, dass es zu nicht zu Störzeiten kommt und die Feldarbeit nicht unterbrochen wird.

Fazit

- Der ursprüngliche Halbtage als zeitliche Arbeitseinheit wurde im Laufe der Zeit auf eine Einsatzzeit von 8 und mehr Stunden ausgedehnt.
- Nach dem Arbeitszeitgesetz müssen ab einer Arbeitszeit von 6 Stunden Pausen beachtet werden.
- Zum Berechnen des maximalen Einsatzumfangs einer Maschine muss die Kalkulation auf die, für die Feldarbeit zur Verfügung stehende Zeit abgestimmt sein.

4. Arbeitseinsätze die länger als die maximal zulässige Arbeitszeit andauern, können mit einem Schichtsystem kalkuliert werden.
5. Für die Berechnung der Maschinenauslastung sind die Kennzahlen Tagesleistung und Jahresleistung sinnvoll.

Literaturverzeichnis

ARBZG, vom 6.Juni 1994 (BGBl I S. 1170, 1171), zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 6 des Gesetzes vom 20.April 2013 (BGBl. I S. 868)

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

HAMMER W. (1976): Arbeitszeit- und Beanspruchungsfunktionen. KTBL-Schrift 202, Münster-Hiltrup

JÄGER P. (1991): Zeitbedarf von Feldarbeiten. In: Landtechnik 1/1-91, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf

KREHER G. HESSELBACH J. (1968): Arbeits- und Zugkraftbedarfszahlen. In: KTL-Kalkulationsunterlagen für Betriebswirtschaft Band 1, Teil III, Wolfratshausen

Optimierungsansätze der Infield-Logistik im Mähdruschprozess

Gabriel Streicher, Valentin Heizinger, Heinz Bernhardt

*Technische Universität München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Am Staudengarten 2,
85354 Freising / Germany*

E-mail: agrarsystemtechnik@wzw.tum.de

1 Einleitung

Mit etwa 6,8 Millionen Hektar Anbaufläche jährlich wird auf mehr als der Hälfte der deutschen Ackerflächen Getreide angebaut (BMELV 2012). Für eine termingerechte Beerntung dieser immensen Fläche innerhalb der wenigen möglichen Druschtage bedarf es schlagkräftiger Technik und einer ausgefeilten Organisation.

Bedingt durch den Klimawandel treten vermehrt Wetterextreme und längere Schlecht-Wetterperioden während der Sommermonate auf. Die Erntefenster für eine zeitgerechte und verlustarme Getreideernte werden damit zunehmend enger, wodurch sich die Ernte zum Nadelöhr im Getreideanbau entwickelt.

Diesem Faktor versuchen die landwirtschaftlichen Betriebe mittels hoher Technisierung des Ernteprozesses entgegenzuwirken. Die Arbeitsbreiten moderner Großmähdrescher bewegen sich auf 12 m und mehr, der Getreidetransport auf dem Feld erfolgt mittels großvolumiger Überladewagen entkoppelt vom Straßentransport, den LKWs übernehmen. Durch diese Technisierungswelle konnte die Erntekapazität deutlich gesteigert werden.

Es zeigt sich aber, dass die Steigerung der tatsächlich realisierten Ernteleistung nicht in dem Maße erfolgt, wie es vom technischen Potential der Maschinen her möglich wäre. Technische Leistungssteigerungen der Maschinen werden in Praxis oft durch Fehler in der Prozessorganisation, insbesondere mangelnder Interaktion der einzelnen Erntekettenglieder untereinander wieder aufgezehrt.

2 Material und Methoden

Um die nach wie vor bestehenden Problembereiche in der Organisation der Getreideerntekette ausfindig zu machen und allgemeingültige wie auch betriebsspezifische Optimierungsansätze im Mähdrusch sowie der Infield - Logistik entwickeln zu können, wurden Versuche und Messungen auf einem landwirtschaftlichen Großbetrieb in den Ausläufern der Magdeburger Börde (Harzkreis – Sachsen Anhalt) durchgeführt. Die bewirtschaftete Ackerfläche des Betriebes beträgt etwa 950 ha und wird ausschließlich mit Druschfrüchten bestellt. Die dominierenden Fruchtarten sind Winterweizen und Winterraps, aber auch Wintergerste und Winterroggen werden für eine Erweiterung der reinen Getreidefruchtfolge angebaut. Trotz eines durchschnittlichen Jahresniederschlags

von nur 530 mm ist der Standort aufgrund seiner wasserhaltefähigen Lössböden mit betriebsdurchschnittlich 78 Bodenpunkten als Hohertragsstandort einzuordnen. In guten Erntejahren ohne ausgeprägte Frühsommertrockenheit wird ein Weizenenertrag von 9 t/ha im Betriebsdurchschnitt erreicht und sogar überschritten.

Zur Beerntung dieser immensen Druschfläche wird nur ein Mähdrescher des Typs Claas Lexion 600 mit Bandlaufwerk zur Bodenschonung eingesetzt. Die Maschine ist mit einem 10,5 m breiten Varioschneidwerk, einem Korntank von 12,5 m³ und einem RTK Fahrassistenzsystem zur Entlastung des Fahrers ausgestattet.

Die Getreideabfuhr im Feld übernimmt ein Horsch Überladewagen des Typs UW 16 zur Vermeidung von Stillstandszeiten des Mähdreschers für die Entleerung des Korntanks im Stand. Der Überladewagen übergibt das gedroschene Erntegut am Feldrand auf insgesamt drei Abfuhrgespanne, bestehend aus einem Schlepper und zwei 16 t Dreiseitenkippern. Die Anzahl der jeweils eingesetzten Abfuhrgespanne richtet sich nach der Feld - Lager-Entfernung. Nach einer Verwiegung der Erntemengen mithilfe einer Fuhrwerkswaage wird das Getreide in einer Lagerhalle abgekippt und mit einem Teleskoplader auf eine große Miete geschoben.

Der Mähdrescher des Betriebs ist mit dem Telemetriesystem „Claas Telematics“ zur Fernüberwachung, -diagnose und Prozessauswertung des Mähdrusches ausgestattet. Zudem verfügt die Maschine auch über eine Ertragskartierung des Typs Agrocom Map von Claas Agrosystems. Sämtliche mithilfe von Telematics dokumentierten Leistungs- und Zustandsparameter des Mähdreschers wurden für die Untersuchungen durch manuelle Aufzeichnungen zum Ablauf des Ernteprozesses und mittels GPS – Loggern erfasste Fahrspuren aller an der Erntekette beteiligten Maschinen ergänzt. Zur Nachverfolgung des Materialflusses der Erntemengen waren die Ertragskarten und die manuell erfassten Erntemengen essentiell.

Die Auswertung der Daten und Simulation der Optimierungsmöglichkeiten wurden in Microsoft Excel, SPSS und Q-GIS durchgeführt. Eine graphische Darstellung der Daten erfolgte über Q-GIS in Verbindung mit Google Earth.

Die praktischen Versuche wurden in der Ernte der Fruchtart Weizen durchgeführt, da beim Mähdrusch von Winterweizen aufgrund des hohen Ertragsniveaus die größten Erntemengen in der Logistik bewegt werden müssen. Für die Untersuchungen zur Optimierung des Mähdrusches und der Infield - Logistik wurden die Schläge "Welle", "Buden Nord", "Buden Süd", "Kaiserberg" und "Wilhelmsplatz" des Betriebs ausgewählt. Der Grund für die Auswahl der Schläge liegt in der unterschiedlichen Größenverteilung. Der Schlag Welle mit einer Größe von gut 136 ha stellt die größte Weizenfläche des Betriebs im Erntejahr 2012 dar. Aufgrund seiner enormen Größe und Länge stellt dieser Schlag eine besondere Herausforderung an die Mähdruschstrategie und Infield - Logistik dar. Die vier nahe beieinander liegenden Schläge Buden Nord, Buden Süd, Kaiserberg und Wilhelmsplatz mit ihrer Größe von in der Summe gut 24 ha gehören zu den kleinsten Weizenflächen des Betriebs im untersuchten Erntejahr. Sie dienen als Ver-

gleichsgröße, um die Unterschiede im Ernteablauf zwischen sehr großen und kleinen Schlägen aufzeigen zu können. Auf den genannten Schlägen waren im Erntejahr 2012 die Qualitätsweizensorten JB Asano und Hattrik angebaut, wobei der größte Teil der Fläche mit Hattrik bestellt war.

3 Ergebnisse und Diskussion

Das Anschneiden großer Schläge stellt eine große Herausforderung an die Organisation von Mähdrescher und Überladewagen dar. Zielsetzung beim Ausmähen der Vorbeete und Feldgrenzen ist es immer, möglichst wenig Zeit durch Stillstände und Wartezeiten zu verlieren, um schnell die Druschleistung am Hauptbeet eines Schlages steigern zu können. Das Hauptproblem liegt in einem zu geringen Korntankvolumen des Mähdreschers und der Entleerung des Korntanks. Aus Platzgründen muss beim Anschneiden eines großen Schlages der Korntank in der Regel im Stand entleert werden, was wiederum Verlust wertvoller Druschzeit bedeutet. Insbesondere in der Weizenernte findet ein enormer Erntegutfluss statt, der je nach Ertragsniveau des Schlages möglichst ohne Standzeiten vom Mähdrescher an die Logistikkette weitergegeben werden muss. Bei kleineren Schlägen ist das Anschneiden weniger problematisch, da das Korntankvolumen ausreicht, um den Schlag entlang der Feldgrenzen einmal zu umfahren und auszumähen.

Die Getreideschläge des untersuchten Betriebs wurden bis zum Erntejahr 2012 nach herkömmlicher, einfacher Andruschstrategie angeschnitten, bei der im Stand abgebunkert wurde. Zur Ernte 2012 wurde versuchsweise auf eine bislang unbekannte und deutlich komplexere Andruschstrategie umgestellt, die eine Vermeidung von Standzeiten ermöglicht. Im Nachfolgenden werden die beiden Strategien einander gegenübergestellt.

Um ausreichend Platz für die Wendevorgänge beim späteren Abernten des Hauptbeetes und das Beladen der Abfuhrgespanne zur Verfügung zu haben, wird ein mindestens drei Schneidwerksbreiten breites Vorgewende angelegt. Die beiden Strategien werden anhand des Zeitbedarfs für das Anschneiden des Schlages entsprechend der abgeernteten Fläche miteinander verglichen.

Berechnungs- und Datengrundlage bildet die Weizenernte auf dem Schlag Welle im Jahr 2012. Die verglichenen Strategien gelten nur für das Ausmähen der Feldränder mit einem Mähdrescher. Mehrere Mähdrescher erfordern andere Konzepte, welche auf dem Betrieb Gut Derenburg aufgrund der technischen Ausstattung des Betriebs mit nur einem Lexion 600 nicht untersucht werden konnten.

Herkömmliche Andruschstrategie

Beim Anschneiden von Schlägen nach der herkömmlichen Strategie wird der Mähdrescher üblicherweise bei der ersten Fahrt entlang der Feldgrenzen linksherum im Feld

gefahren. Grund dafür ist der Schneidwerksantrieb, der bei den Getreideschneidwerken auf der linken Seite des Vorsatzes angebracht ist. Wegen des Antriebs ist das Schneidwerk auf der linken Seite erheblich schwerer als auf der rechten Seite. Um nun Beschädigungen am Schneidwerksantrieb beispielsweise aufgrund von aus dem Boden ragenden Grenzsteinen an den Feldrändern zu vermeiden, sollte die linke Seite des Schneidwerks immer innen im Feld laufen.

Beim linksherum Andreschen eines Feldes zeigt das Korntankauslaufrohr des Mähdreschers zur Feldinnenseite. Für das Entleeren des Korntanks während der ersten Fahrt muss der Mähdrescher mehrere sogenannte Fenster in den Getreidebestand dreschen. Der Mähdrescher setzt dann zurück und ermöglicht damit dem Überladewagen, für die Übergabe des Korns im Stand links neben den Mähdrescher zu fahren.

Da der Überladewagen des untersuchten Betriebs ein Fassungsvermögen von nur 20 m³ aufweist und der Korntank des Mähdreschers 12,5 m³ fasst, kann der Korntank beim Anschneiden eines Feldes einmal bei einem Füllstand von etwa 100% und einmal bei Füllstand von 70% entleert werden.

Aufgrund des weit in die Fläche ragenden Landschaftselements, das in der nachfolgenden Grafik grünfarbig unten als Hecke markiert ist, muss der Schlag für die Beerntung entlang dieses Landschaftselements in zwei Beete unterteilt werden. Das große Beet umfasst dann eine Fläche von ca. 110 ha und das kleinere Beet eine Fläche von etwa 26 ha. Für den Vergleich der Andruschstrategien soll nur das große Flächenteilstück betrachtet werden. Die folgende Abbildung zeigt schematisch das herkömmliche Anschneiden des Schlages Welle.



Abbildung 1: Schema der herkömmlichen Andruschstrategie auf dem Schlag Welle

Die Fenster und Übergabepunkte des Kornes vom Mähdrescher an den Überladewagen im Stand sind in der Abbildung mit orangen Punkten markiert. Grünfarbig dargestellt sind die Strecken für die Kornübergabe vom Mähdrescher an den Überladewagen während der Fahrt.

Optimierte Andruschstrategie

Die optimierte Andruschstrategie unterscheidet sich von der herkömmlichen Strategie in ihren Grundzügen dadurch, dass die erste Fahrt im Bestand nicht entlang der Feldgrenzen sondern um eine Schneidwerksbreite nach innen versetzt und im Uhrzeigersinn stattfindet. So kann auch bei dieser Strategie gewährleistet werden, dass der Schneidwerksantrieb stets im Bestand und nicht entlang der Feldränder geführt wird. Dabei wird zunächst das obere Vorgewende des Schlags Welle vollständig ausgemäht, dann das Hauptbeet in zwei Teile geteilt, das untere Vorgewende ausgemäht und zum Schluss erst der linke Feldrand abgeerntet. Grund für den Durchdrusch in der Mitte des Felds und damit die Teilung des Hauptbeetes ist die Verkürzung der Fahrwege des Überladewagens zu den Abfuhr-gespanssen, die beim Anschneiden des Schlags am oberen Feldweg platziert werden. Die nachfolgende Grafik zeigt schematisch die Fahrspuren

der optimierten Andruschstrategie für große Schläge, veranschaulicht anhand des Schlages Welle.



Abbildung 2: Schema der optimierten Andruschstrategie auf dem Schlag Welle

Grünfarbig dargestellt sind die Strecken für die Kornübergabe vom Mähdrescher an den Überladewagen während der Fahrt. Vorteil dieser Strategie ist die Vermeidung von Standzeiten, da der Korntank des Mähdreschers immer während der Fahrt entleert werden kann. Dies ist dadurch möglich, dass der Mähdrescher beispielsweise während der ersten Fahrt entlang der oberen Feldgrenze in der zweiten Fahrspur solange gefahren wird, bis der Korntank einen Füllstand von über 70%, aber noch unter 100% aufweist. Dann wird die Maschine gewendet und in der äußersten Fahrspur entlang des Feldweges zurückgedroschen. Da sich das Korntankauslaufrohr nun auf der Feldinnenseite befindet, wo bereits eine Schneidwerksbreite freigesprochen wurde, kann der Überladewagen zur Entleerung des Korntanks neben dem Mähdrescher fahren. Auf diesem Funktionsprinzip basiert die gesamte Strategie. Im Vergleich zur herkömmlichen Andruschstrategie muss zwar wesentlich häufiger gewendet werden, um eine Korntankentleerung während der Fahrt zu ermöglichen, jedoch lassen sich so die Standzeiten vermeiden.

Vergleich von herkömmlicher und optimierter Andruschstrategie

Für einen Vergleich der beiden Andruschstrategien werden die Daten Erntemenge, Erntefläche, Standzeiten, Wendezeiten und Dauer für den Andrusch des Feldes gegenübergestellt. Die noch fehlenden Parameter stammen aus Claas Telematics zur Weizenerte 2012 auf dem Schlag Welle. Sämtliche Werte entsprechen Durchschnittswerten des Erntetages 07.08. im Zeitraum von 12 bis 14 Uhr. In diesem Zeitraum wurde der Schlag Welle in der Ernte 2012 angeschnitten. Fahrgeschwindigkeit und Durchsatz wurden in dieser Zeit durch den Betrieb des Strohhäckslers begrenzt. Das Getreideschneidwerk wurde mit einer durchschnittlichen Schnitthöhe von etwa 18 cm im Weizenbestand geführt. Die durchschnittliche Vorfahrtsgeschwindigkeit im Getreidebestand während des Anschneidens belief sich auf 7,49 km/h. In diesem Wert sind die Fahrgeschwindigkeiten während Wendemanövern, Zurücksetzen und Leerfahrten nicht enthalten. Die nachfolgende Tabelle zeigt die durchschnittlich benötigten Zeiten für die Abschnitte der Anschneidevorgänge.

Tabelle 1: Durchschnittlich benötigte Zeiten für die einzelnen Abschnitte der Anschneidevorgänge

Abschnitt	Ø – Zeitbedarf [min]
Ecke Ausschneiden mit Wendevorgang	1,07
Fenster einschneiden mit Zurücksetzen	1,07
Einfacher Wendevorgang	0,39
Korntankentleerung im Stand bei Füllstand 70%	1,45
Korntankentleerung im Stand bei Füllstand 100%	2,15
Korntankentleerung während der Fahrt bei Füllstand 70%	2,15
Korntankentleerung während der Fahrt bei Füllstand 100%	2,45

Anhand dieser Werte wurde der Zeitbedarf für beide Andruschstrategien kalkuliert. Beim Anschneiden des Schlages Welle nach herkömmlicher Strategie müssen vier Fenster in den Bestand für die Übergabe des Kornes im Stand geschnitten und drei Ecken ausgemäht werden. Die Anzahl einfacher Wendevorgänge im Vorgewende beläuft sich auf acht. Beim Anschneiden des Schlages Welle nach optimierter Strategie müssen keine Fenster in den Bestand, aber neun Ecken ausgeschnitten werden. Die Anzahl einfacher Wendevorgänge im Vorgewende beläuft sich auf zwölf.

Um beide Strategien vergleichbar zu machen, muss die nach der herkömmlichen Andruschstrategie noch nicht ausgeschnittene Strecke E4 des oberen Vorgewendes noch beerntet werden. E4 weist eine Bestandslänge von 200 m auf, wodurch sich bei vier Fahrten die Länge der gesamten Fahrstrecke im Bestand nach herkömmlicher Strategie um 800m verlängert. Die nachstehende Abbildung zeigt die Erweiterung der herkömmlichen Andruschstrategie im oberen Vorgewende des Schlages Welle um die Strecke E4.

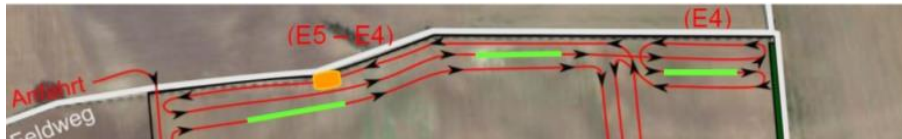


Abbildung 3: Erweiterte herkömmliche Andruschstrategie im oberen Vorgewende des Schlags Welle

Zu den bisher kalkulierten drei Ecken, die in dieser Strategie ausgeschnitten werden müssen, kommen weitere zwei hinzu. Die Anzahl einfacher Wendevorgänge steigt von acht auf neun. Ein zusätzliches Entleeren des Korntanks im Stand kann im Abschnitt E4 durch richtige Fahrreihenfolge des Mähdreschers im Bestand vermieden werden. Unter Berücksichtigung der zusätzlichen Strecken, Erntemengen und Zeiten sieht ein Vergleich von herkömmlicher und optimierter Strategie wie folgt aus.

Tabelle 2: Vergleich von erweiterter herkömmlicher und optimierter Andruschstrategie

Strategie		Herkömmlich	Optimiert	Differenz
Erntemenge	[dt]	90,48	103,52	+13,04
Ø Ertragsniveau	[dt/ha]	6,51	7,06	+0,55
Länge Fahrstrecke im Bestand	[m]	13247,00	13969,90	+722,90
Geerntete Fläche	[ha]	13,91	14,67	+0,76
Prozesszeit	[min]	106,12	111,91	+5,79
Zeit Ausschneiden mit Wenden	[min]	9,63	9,63	0
Zeit sonstige Wendevorgänge	[min]	3,51	4,68	+1,17
Zeit Korntankentleerung im Stand	[min]	7,20	0	- 7,20
Gesamtzeitbedarf	[min]	126,46	126,22	- 0,24

Die Auswertung zeigt, dass beide Strategien den gleichen Zeitbedarf von etwa 126 Minuten aufweisen. Dennoch kann beim Anschneiden des Schlags Welle nach optimierter Strategie in der gleichen Zeit eine Fläche von 0,76 ha mehr geerntet werden. Grund dafür sind die Standzeiten für die Korntankentleerung bei der herkömmlichen Strategie. Die geernteten Mengen können aufgrund des unterschiedlichen durchschnittlichen Ertragsniveaus in den Strategien nur schwierig miteinander verglichen werden. Fest steht, dass bei einem Ertragsniveau von 6,51 dt/ha, wie es bei Andrusch nach herkömmlicher Strategie vorzufinden war, mit optimierter Strategie in der gleichen Zeit etwa 50 dt Weizen mehr geerntet werden können. Das nachfolgende Diagramm zeigt die Unterschiede in der Zeit-effizienz beider Strategien.

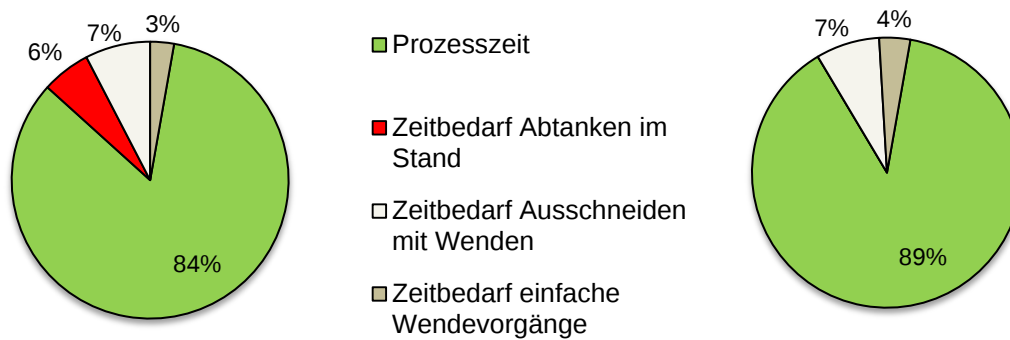


Abbildung 4: Vergleich der Zeiteffizienz von herkömmlicher und optimierter Andruschstrategie auf dem Schlag Welle

Verallgemeinernd kann postuliert werden, dass sich der Vorteil der optimierten Strategie mit steigendem Ertragsniveau und zunehmender Schlaglänge weiter ausbaut. Die optimierte Strategie kann problemlos auch für das Anschneiden kleinerer Schläge angewandt werden, es wird aber davon ausgegangen, dass sie dort keinen zeitlichen Vorteil im Vergleich zur herkömmlichen Strategie aufweist. Welche Strategie für welche Schlaggröße optimal ist, muss in umfassenden Praxisversuchen und Modellkalkulationen erst noch untersucht werden.

Leistungsanalyse bei Korntankentleerung während der Fahrt

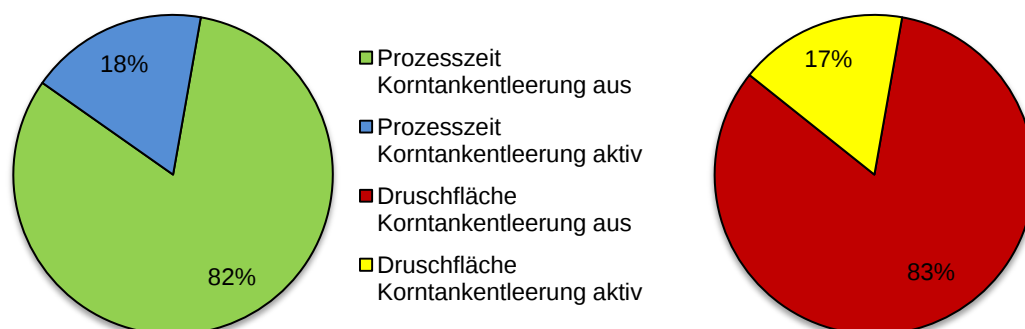
Wie auch in dem Vergleich der beiden Andruschstrategien für den Schlag Welle deutlich wurde, lässt sich die Ernteleistung eines Mähdreschers durch die Korntankentleerung auf einen nebenherfahrenden Überladewagen steigern. Je größer die zu beernende Fläche und je leistungsfähiger der Mähdrescher ist, umso mehr Standzeiten für die Korntankentleerung können eingespart und in effektive Prozesszeit umgewandelt werden. Zur Veranschaulichung des beschriebenen Sachverhalts wird die Arbeitszeit des Ernteablaufs am 12.08.2012 in dem Zeitraum von 15.15 Uhr bis 21.00 Uhr untersucht, in dem das letzte Teilstück des Schlages Welle unter guten Druschbedingungen abgeerntet wurde. In diesem Zeitraum war ein Stillstand der Erntekette von 22 Minuten für die Einnahme des Abendbrot und das Auftanken des Mähdreschers zu verzeichnen. Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Überblick über die wichtigsten Ernteparameter dieses Zeitraums.

Tabelle 3: Ernteparameter Leistungsanalyse der Korntankentleerung auf dem Schlag Welle

Parameter		Wert
Druschfläche	[ha]	41,73
Dauer Erntevorgang	[h]	5,38
Durchschnittliche Flächenleistung	[ha/h]	7,75
Erntemenge Verwiegung Fuhrwerkswaage	[t]	269,04
Ø Ertragsniveau Flächenteilstück	[dt/ha]	64,47
Ø Erntefeuchte	[%]	15,08
Ø Korndurchsatz	[t/h]	49,98

Um herauszufinden, welchen Anteil der Prozesszeit die Korntankentleerung während der Fahrt einnimmt, wurden die Zeiträume und die gedroschene Fläche, in denen die Korntankauslaufschnecke eingeschaltet war, mithilfe von Telematics ausfindig gemacht und aufsummiert.

Im Anschluss daran wurden die Anteile der Gesamtprozesszeit und der Gesamtdruschfläche ermittelt, in denen das Erntegut vom Mähdrescher während der Fahrt an den Überladewagen abgegeben wurde. Das folgende Diagramm veranschaulicht den beschriebenen Sachverhalt.

**Abbildung 5:** Prozesszeit- und Druschflächenanteil der Korntankentleerung am 12.08.2012

Demnach wird etwa 17% der Druschfläche während der Korntankentleerung auf den nebenherfahrenden Überladewagen geerntet. Jedoch hat der Versuch auf der Großfläche Welle gezeigt, dass auch die Korntankentleerung während der Fahrt mit einem Leistungsverlust des Mähdreschers verbunden ist. Grund dafür ist der zusätzliche Kraftbedarf des Mähdreschers für das Antreiben der Schnecke im Korntankauslaufrohr neben den Dreschorganen. Bei weitgehender Auslastung des Motors für einen möglichst hohen Durchsatz des Mähdreschers würde die Maschine nicht ausreichend Kraft haben, die Drusch- und Reinigungsorgane mit gleichbleibender Drehzahl bei unveränderter Vorfahrtsgeschwindigkeit anzutreiben, wenn die Schnecke im Korntankauslaufrohr aktiviert wird. Sinken die Drehzahlen der Drusch- und Reinigungsorgane, steigen

gleichzeitig die Ernteverluste rasant an, da das Getreide nicht mehr mit derselben Intensität ausgedroschen und gereinigt werden kann. Um diesen Ausfall zu vermeiden, muss die Vorfahrt im Getreidebestand reduziert werden, wenn die Korntankauslaufschnecke eingeschaltet wird. Die Vorfahrtsgeschwindigkeit wird soweit reduziert, bis der Motor wieder im normalen Drehzahlbereich um 2050 U/min arbeitet.

Im betrachteten Zeitraum wurde der Korntank insgesamt 37 Mal während der Fahrt entleert. Die mittlere Vorfahrtsgeschwindigkeit im Bestand bei ausgeschalteter Korntankentleerung betrug 8,89 km/h und bei eingeschalteter Korntankentleerung 7,47 km/h. Dabei ergibt sich eine mittlere Geschwindigkeitsdifferenz von 1,42 km/h.

Es stellt sich nun die Frage, wie hoch die Summe des tatsächlichen Verlusts an Flächenleistung und Durchsatz bedingt durch die Korntankentleerung während der Fahrt über den gesamten Erntetag 12.08.2012 hinweg auf dem Schlag Welle war. Dazu wurden Durchsatz und Flächenleistung während aller 37 Korntankentleerungen in diesem Zeitraum untersucht. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Auswertung.

Tabelle 4: Leistungsverlust durch Korntankentleerung während der Fahrt am 12.08.2012 auf dem Schlag Welle

Parameter	Wert
Dauer Zeitraum [h]	5,38
Gesamtdruschfläche Zeitraum [ha]	41,73
Ø Korndurchsatz [t/h]	49,98
Anzahl Korntankentleerungen [n]	37,00
Σ Dauer Korntankentleerung [h] [%]	0,97 18,03
Σ Erntefläche Korntankentleerung [ha] [%]	7,21 17,27
Σ Verlust an Flächenleistung während der Korntankentleerung im Zeitraum [ha]	1,35
Ø Flächenleistungsverlust [ha/h]	0,25
Ø Durchsatzverlust [t/h]	1,62

Den Berechnungen zufolge sinkt die Flächenleistung des Mähreschers auf dem Schlag Welle um 3,23% und der Durchsatz um 3,24% während der Korntankentleerung auf den nebenherfahrenden Überladewagen. Betrachtet man einen ganzen Erntetag mit einer Dauer von zehn Stunden, entspricht das einem Verlust an Flächenleistung von etwa 2,5 ha und einem Verlust an Durchsatzmenge von etwa 16 t.

4 Zusammenfassung

Unzureichende Ausschöpfung der installierten Maschinenleistung bei Mähdreschern und die Suche nach einer möglichst effizienten Andruschstrategie für große Schläge ohne Standzeiten beschäftigen viele Betriebsleiter während der Getreideernte. Telemetrie-systeme verschiedener Hersteller sollen dabei helfen, den Ernteprozess zu verbessern und reibungsloser zu gestalten.

Zum Auffinden von Lösungsmöglichkeiten wurden praktische Untersuchungen in der Winterweizenernte eines Großbetriebs in Sachsen - Anhalt durchgeführt, bei der sämtliche Zeit- und Leistungsdaten eines Mähdreschers und der Infield - Logistik durch manuelle und automatische Datenerfassung aufgezeichnet wurden.

In der Arbeit wird eine optimierte Andruschstrategie für große Schläge mit einem Mähdrescher vorgestellt. Dabei werden durch eine Erhöhung der Wendezeiten die Standzeiten für eine Korntankentleerung beim Andreschen von Schlägen nach herkömmlicher Strategie vermieden. Die Auswertungen zeigen, dass sich der zeitliche Vorteil der optimierten Strategie bei steigendem Ertragsniveau und zunehmender Flächengröße weiter ausbaut. Ferner wurde festgestellt, dass der Quotient aus Schneidwerksbreite und Korntankvolumen im Verhältnis zur Flächengröße einen erheblichen Einfluss auf die Reichweite des Mähdreschers im Bestand und damit die Anzahl der nötigen Korntankentleerungen beim Andreschen besitzt.

Die Analyse der Zeiteffizienz beim Mähdrusch des Versuchsbetriebs zeigte betriebs-spezifische Ansatzpunkte für Verbesserungen in der Erntekette auf. Eine genaue Leistungs-analyse des Mähdreschers machte deutlich, dass Durchsatzsteigerungen von mehreren Faktoren wie der Motorleistung des Mähdreschers, der Geländebeschaffenheit und dem Ertragsniveau eines Schlages begrenzt werden. Bei den Untersuchungen ergab sich außerdem, dass selbst die zur Vermeidung von Standzeiten erfolgende Fahrt mit Korntank-entleerung mit einem Verlust an Durchsatzleistung verbunden ist. Durchsatzsteigerungen für eine optimale Ausnutzung der installierten Leistung eines Mähdreschers sind aber nur bis zu einer bestimmten oberen Verlustgrenze wirtschaftlich sinnvoll.

Einfluss der Umtriebszeit auf Arbeitszeitbedarf und Kosten der Ernte von Kurzumtriebsflächen

Franz Handler, Emil Blumauer, Daniela Pezzolla, Ifz Francisco Josephinum

BLT Wieselburg, Rottenhauser Str. 1, AT 3250 Wieselburg

E-mail: franz.handler@josephinum.at

1 Einleitung

Kurzumtrieb wird in Österreich kaum noch auf größeren Schlägen für die Versorgung von großen Heizwerken mit Hackgut neu ausgepflanzt. Wenn Landwirte neu auspflanzen, steht die Versorgung von kleineren Heizwerken bzw. die Selbstversorgung des eigenen Betriebes im Vordergrund. Dazu werden überwiegend kleine Schläge genutzt, die mit den relativ großen Maschinen im Ackerbau schwer zu bewirtschaften sind. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach der optimalen Bestandesdichte und Umtriebszeit. Beide beeinflussen die mögliche Erntetechnik und damit den Arbeitszeitbedarf, die Kosten und die Hackgutqualität. Der Beitrag vergleicht bei 2 – 4-jährigem Umtrieb die motor-manuelle Ernte und die Ernte mit Feldhäcksler sowie bei 5 – 10-jährigem Umtrieb die motor-manuellen Ernte und die Ernte mit dem Fäller-Bündler.

2 Material und Methode

Die Versuche wurden in den Jahren 2009 bis 2013 auf Pappelflächen durchgeführt. Beim 2 - 4-jährigem Umtrieb betrug der Reihenabstand 200 - 300 cm. Der Pflanzabstand in der Reihe lag zwischen 50 und 60 cm. Beim 5 - 10-jährigem Umtrieb bewegte sich der Reihenabstand zwischen 250 und 300 cm und der Abstand in der Reihe stieg bis auf 300 cm an. Die Versuche wurden bei der ersten und zweiten Ernte durchgeführt.

Zur Datenerfassung aller Arbeitsabläufe wurden diese in Arbeitsteilvorgänge zerlegt. Die Zeitmessung erfolgte mit Ortim a3. Zum Messen der zurückgelegten Wegstrecken wurde GPS eingesetzt. Der Stammdurchmesser D10 wurde mittels Messkluppe bestimmt. Die Masse der einzelnen Bäume wurde mit Hilfe von am Frontlader eines Traktors montierten Zugkraftaufnehmern gemessen. Die Masse des geernteten Hackgutes wurde auf Brückenwaagen gewogen. Zur Bestimmung der Hackgutqualität mittels Sieblinie nach CEN/TS 15149-1 bzw. EN 15149-1, Schüttdichte nach CEN/TS 15103 bzw. EN 15103 und Trockenmassegehalt nach CEN/TS 14774-2 bzw. EN 14774-2 erfolgte die Probenahme nach CEN/TS 14778-1 bzw. EN 14778. Zur statistischen Auswertung der Arbeitsbeobachtungen dienten ORTIMzeit Professional und SPSS 19.0. Auf Basis der ermittelten Planzeiten wurden Modellkalkulationen durchgeführt, die von der Ernte am Feld bis zur Einlagerung des Hackgutes reichen. Die berechneten Arbeitserledigungskosten beinhalten die fixen und variablen Maschinenkosten sowie die Löhne der Arbeitskräfte.

Lohn- und Maschinenkosten wurden bei Lohnunternehmen und Maschinenringen erhoben.

Untersuchte Ernteverfahren bei 2 – 4-jährigem Umtrieb:

- Verfahren 1: Der eingesetzte Feldhäcksler war mit einem Spezialvorsatz für die Ernte von Kurzumtrieb ausgerüstet. Die eingestellte theoretische Häcksellänge betrug 34 mm. Aufgrund der maximalen Arbeitsbreite von 1,2 m konnte bei einem Reihenabstand von 3 m eine Pappelreihe in einem Arbeitsgang geerntet werden. Es können Stämme mit einem Durchmesser von bis zu 13 cm geerntet werden. Der Feldhäcksler blies das Hackgut in nebenher fahrende, traktorgezogene Anhänger, welche den Transport zum Lager übernahmen.
- Verfahren 2: Bei der motor-manuellen Ernte wurden die Bäume mit der Motorsäge gefällt, eine zweite Person schlichtete sie zu Bündel, die mittels Kran auf einen Forstanhänger verladen, zum Lagerplatz transportiert und dort zu einer Miete geschlichtet wurden. Die Bäume wurden nach einer Abtrocknungsperiode mittels Hackmaschine zu Hackgut verarbeitet, das mittels traktorgezogenen Anhängern zum Hackgutlager gebracht wurde.



Abbildung 1: Feldhäcksler mit einem Spezialvorsatz (Verfahren 1)



Abbildung 2: Fällen und Bündeln sowie Transport der Bäume bei der motor-manuellen Ernte bei 2 – 4-jährigem Umtrieb (Verfahren 2)

Untersuchte Ernteverfahren bei 5 – 10-jährigem Umtrieb:

- Verfahren 3: Bei der motor-manuellen Ernte wurden die Bäume mit der Motorsäge gefällt, wobei eine zweite Person den Baum mittels Fällgabel in die gewünschte Fallrichtung drückte. Die gefällten Bäume wurden von einem mit einem Kran ausgestatteten Forstraktor zu Bündel geschlichtet. Diese wurden mit einem mit einer Rückezange und einem Frontlader ausgestatteten Traktor zum Lagerplatz am Feldrand gezogen und dort zu einer Miete geschlichtet. Die Bäume wurden nach einer Abtrocknungsperiode mittels Hackmaschine zu Hackgut verarbeitet, das mittels traktorgezogenen Anhängern zum Hackgutlager gebracht wurde.



Abbildung 3: Fällen und Bündeln bei der motor-manuellen Ernte bei 5 – 10-jährigem Umtrieb (Verfahren 3)

- Verfahren 4: Der Fäller-Bündler legte die gefällten Bäume zu Bündel ab, die von einem Traktor mit Rückezange zum Lagerplatz am Feldrand transportiert und dort mit dem Frontlader zu einer Miete geschlichtet wurden. Die Bäume wurden nach einer Abtrocknungsperiode mittels Hackmaschine zu Hackgut verarbeitet, das mittels traktorgezogenen Anhängern zum Hackgutlager gebracht wurde.



Abbildung 4: Ernte von 5 – 10-jährigen Beständen auf der Basis des Fäller-Bündlers (Verfahren 4)

3 Ergebnisse und Diskussion

Die detaillierten Ergebnisse der Zeitstudien sind in HANDLER & BLUMAUER 2013 veröffentlicht. Die folgenden Modellrechnungen basieren auf diesen Daten.

Die Modellrechnungen erfassen die Arbeitszeit und die Arbeitserledigungskosten vom Fällen der Bäume bis inklusive des Transportes des Hackgutes über eine Transportentfernung von 1 km.

3.1 Modellrechnungen bei 2 – 4-jährigem Umtrieb

3.1.1 Ernte mit dem Feldhäcksler

Abbildung 5 zeigt, dass bei der Ernte mit dem Feldhäcksler (Verfahren 1) der Arbeitszeitbedarf für den Feldhäcksler bezogen auf die geerntete Trockenmasse mit zunehmender Schlaggröße abnimmt, da der Anteil der Arbeitszeit für Wenden, Rüstarbeiten bei Ankunft am Feld und vor Verlassen des Feldes sowie für Überstellungsfahrten abnimmt. Der starke Anstieg des Arbeitszeitbedarfes bei kleinen Schlägen ist vor allem für Betriebe von Bedeutung, die Kurzumtriebsflächen auf kleinen Restflächen anlegen. Da die Fahrgeschwindigkeit des Häckslers durch das Aufreißen der Stöcke begrenzt wird, kommt es bei geringeren Erträgen zu geringeren Massenströmen und damit zu einem

höheren Arbeitszeitbedarf (siehe **Abbildung 5**). Erreicht der Ertrag ein Niveau bei dem nicht mehr die Fahrgeschwindigkeit der begrenzende Faktor ist, sondern die Leistungsfähigkeit des Feldhäckslers, so verringert ein steigender Ertrag den Arbeitszeitbedarf bezogen auf die geerntete Masse nicht weiter.

Der Arbeitszeitbedarf für den Transport des Hackgutes ist proportional zum Zeitbedarf des Häckslers. Er nimmt daher mit zunehmender Schlaggröße ab. Der Anstieg des Massenstromes durch den Häcksler von 26,1 auf 29,9 t TM/h¹ erfordert in Folge der verringerten Füllzeit pro Transportfahrzeug ein zusätzliches Transportfahrzeug um Wartezeiten des Häckslers zu vermeiden. Durch den Einsatz von drei an Stelle von zwei Transportfahrzeugen steigt der Zeitbedarf für den Transport. Steigt der Massenstrom von 29,9 auf 34,0 t TM/h, beginnt der Arbeitszeitbedarf bezogen auf die geerntete Masse wieder zu sinken, da der höhere Massenstrom durch eine Verringerung der Wartezeiten und damit durch eine bessere Auslastung der Transportfahrzeuge abgefangen wird. Steigt der Massenstrom weiter, fällt auch der Arbeitszeitbedarf weiter bis ein viertes Transportgespann erforderlich ist.

Die von den Maschineneinsatzzeiten und dem Arbeitszeitbedarf abgeleiteten Arbeitserledigungskosten sind in **Abbildung 6** zusammengefasst. Sie werden von den Maschinenkosten mit einem Anteil von mehr als 80% dominiert.

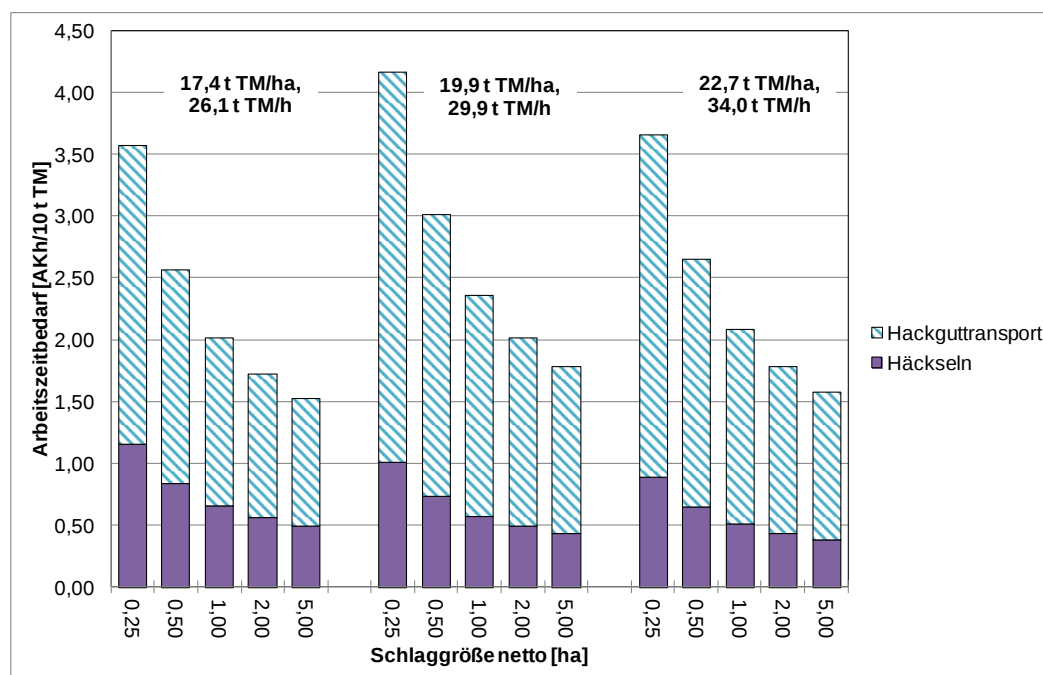


Abbildung 5: Einfluss von Schlaggröße², Ertrag³ und Massenstrom⁴ durch den Feldhäcksler auf den Arbeitszeitbedarf

¹ TM .. Trockenmasse

² Schlaggröße netto [ha] = Gesamtreihenlänge [m] x mittlerer Reihenabstand [m] / 10000

Die mögliche Ausnutzung der Fläche für die Energieholzproduktion hängt von der Vorgewendebreite und dem vorgeschriebenen Abstand zur Nachbarfläche ab.

³ Reihenabstand 3,0 m, Abstand in der Reihe 0,5 m

⁴ Bezogen auf die reine Häckselzeit (ohne Wendezeit und anderen Teilvorgängen)

Das mit dem Feldhäcksler erzeugte Hackgut weist mit rund 45% einen geringen Trockenmassegehalt auf und ist ohne künstliche Trocknung nicht lagerfähig. Weiters ist es auf Grund der Korngrößenverteilung für kleinere Feuerungen (<150 kW) in der Regel nicht geeignet. Aus diesen Gründen sind Landwirte auf der Suche nach alternativen Ernteverfahren, die lagerfähiges Hackgut mit einer Korngröße liefern, das auch in kleineren Feuerungen verwertet werden kann. Im Folgenden werden drei Verfahren, die diese Anforderungen erfüllen, untersucht.

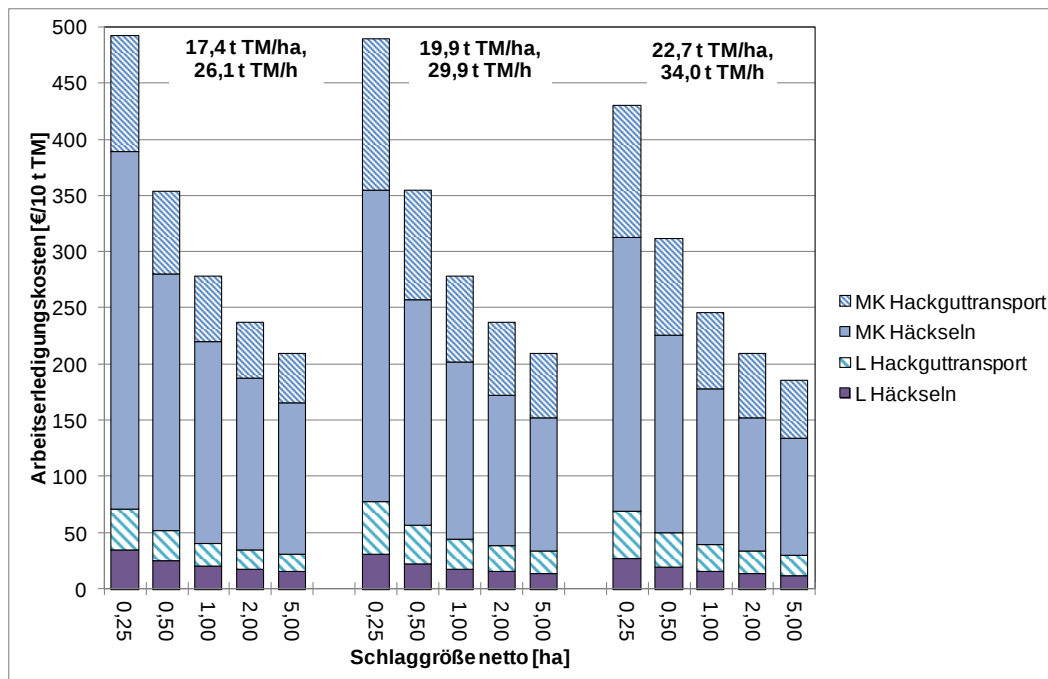


Abbildung 6: Einfluss von Schlaggröße, Ertrag und Massenstrom durch den Feldhäcksler auf die Arbeitserledigungskosten⁵

3.1.2 Motor-manuelle Ernte

Bei der motor-manuellen Ernte (Verfahren 2) nimmt das von zwei Arbeitskräften durchgeführte Fällen und Bündeln der Bäume mehr als 80% der Gesamtarbeitszeit in Anspruch. Ein zunehmender Ertrag bei gleichem Pflanzabstand (2,0 x 0,5 m) und die damit verbundene zunehmende durchschnittliche Masse der Bäume senken den Arbeitszeitbedarf für das Fällen und Bündeln (siehe **Abbildung 7**, Variation Ertrag). Gleiches gilt auch, wenn die Anzahl der Stöcke pro Hektar durch größere Pflanzabstände verringert und gleichzeitig der Ertrag pro Stock erhöht wird, sodass der Gesamtertrag gleich bleibt (siehe Variation Pflanzabstand). Die Masse pro Bündel beeinflusst den Arbeitszeitbedarf für Fällen und Bündeln im untersuchten Bereich nicht (siehe Variation Bündelmasse). Der Transport der Bäume zum Feldrand wird von der Bündelmasse und der Anhängergröße beeinflusst (siehe Variation Bündelmasse und Anhängergröße). Mit

⁵ Arbeitszeitbedarf siehe **Abbildung 5**, Lohnkosten Häckseln 30 €/h, Lohnkosten Transport 15 €/h, Maschinenkosten Feldhäcksler (370 kW) 290 €/h, Maschinenkosten Transportgespanne (Traktor mit Abschiebewagen 25 m³) 47 €/h, L .. Lohnkosten, MK .. Maschinenkosten

zunehmender Bündelmasse nimmt die Lade- und Entladezeit ab, wenn die Zange des Kranes angepasst wird, und bei zunehmender Anhängergröße sinken die Fahrzeiten. Unter der Annahme, dass die Bäume nach einer Trocknungsperiode von der Miete am Schlagrand weg gehackt werden, nimmt der Arbeitszeitbedarf für Hacken und Hackguttransport mit zunehmendem Ertrag ab, da die Rüstzeiten bezogen auf die Hackgutmasse abnehmen. Dieser Effekt tritt vor allem bei Schlaggrößen von unter einem Hektar auf. Generell nehmen die Rüstzeiten des leistungsstarken Hackers bezogen auf die Hackgutmasse bei Schlägen unter einem Hektar stark zu, wenn die Bäume jedes Schläges separat am Schlagrand zwischengelagert werden. Beispielsweise steigen der Arbeitszeitbedarf und damit die Kosten bezogen auf die Hackgutmasse für das Hacken um rund 25%, wenn die Schlaggröße von 0,50 auf 0,25 ha sinkt. Bei Schlaggrößen von über einem Hektar, die in der Praxis auf Grund des hohen Arbeitszeitbedarfes faktisch mit diesem Verfahren nicht geerntet werden, hat die Schlaggröße keinen nennenswerten Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf und die Arbeitserledigungskosten.

Auch bei den Arbeitserledigungskosten spielt das Fällen und Bündeln mit einem Anteil 46 bis 56% die größte Rolle (siehe **Abbildung 8**). Auf Grund der hohen Kosten der Hackmaschine entfallen auf das Hacken der Bäume 21 – 25% der Arbeitserledigungskosten.

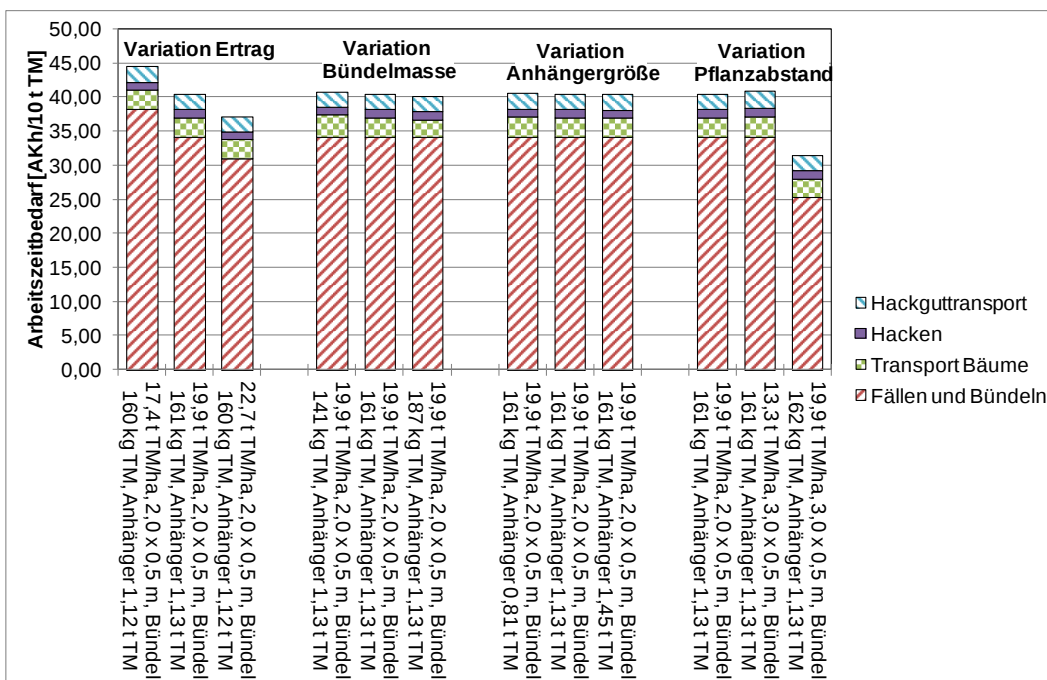


Abbildung 7: Arbeitszeitbedarf bei der motor-manuellen Ernte (2 – 4-jähriger Umtrieb)

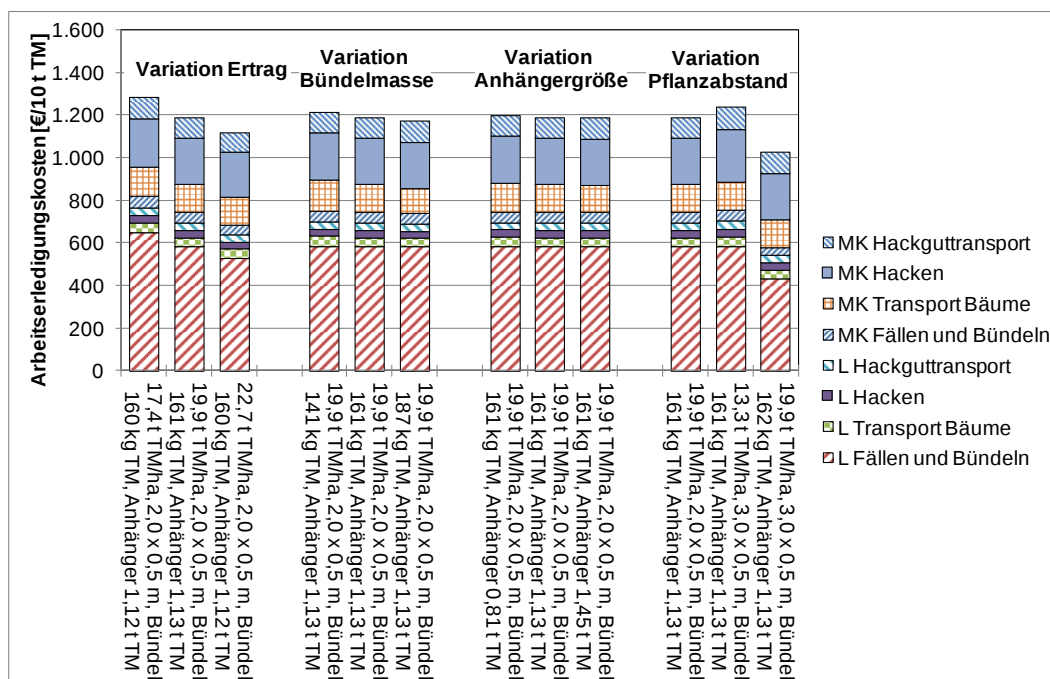


Abbildung 8: Arbeitserledigungskosten bei der motor-manuellen Ernte (2 – 4-jähriger Umtrieb)⁶

3.2 Modellrechnungen bei 5 – 10-jährigem Umtrieb

3.2.1 Motor-manuelle Ernte

Werden 5 – 10-jährige Bestände motor-manuell geerntet (Verfahren 3) nimmt das Fällen der Bäume mit 40 bis 46% den größten Teil des Arbeitszeitbedarfes ein. Ein zunehmender Ertrag bei gleichem Pflanzabstand und die damit verbundene zunehmende durchschnittliche Masse der Bäume senken den Arbeitszeitbedarf für das Fällen und das Bündeln (**Abbildung 9**, Variation Ertrag). Gleiches gilt auch, wenn die Anzahl der Stöcke pro Hektar durch größere Pflanzabstände verringert und gleichzeitig der Ertrag pro Stock erhöht wird, sodass der Gesamtertrag gleich bleibt (siehe Variation Pflanzabstand). Die Masse pro Bündel beeinflusst den Arbeitszeitbedarf für das Fällen und das Bündeln im untersuchten Bereich nicht (siehe Variation Bündelmasse). Der Transport der Bäume zum Feldrand hängt deutlich von der Bündelmasse ab. Mit zunehmender Bündelmasse nehmen der Arbeitszeitbedarf bezogen auf die transportierte Masse für das Aufnehmen und Ablegen der Bündel sowie die Fahrzeiten ab. Voraussetzungen hierfür sind, dass die Bündelmasse exakt in die verwendete Rückezange passt und die Bündel optimal ausgerichtet sind. Unter der Annahme, dass die Bäume nach einer Trocknungsperiode von der Miete am Schlagrand weg gehackt werden, nimmt der Arbeitszeitbedarf für Hacken und Hackguttransport mit zunehmendem Ertrag leicht ab, da die Rüstzeiten bezogen auf die Hackgutmasse abnehmen. Dieser Effekt tritt vor allem

⁶ Arbeitszeitbedarf siehe **Abbildung 7**, Lohnkosten Fällen und Bündeln 17 €/h, Lohnkosten Hacken 30 €/h, Lohnkosten Transport 15 €/h, Maschinenkosten Motorsäge 4 €/h, Maschinenkosten Transport Bäume (Traktor mit Forstanhänger mit Kran) 49 €/h, Maschinenkosten Hacker (95 Srm/h) 212 €/h, Maschinenkosten Transportgespanne (Traktor mit Abschiebewagen 25 m³) 47 €/h, L .. Lohnkosten, MK .. Maschinenkosten, Srm .. Schüttraummeter

bei Schlaggrößen von unter einem halben Hektar auf. Wie schon bei Verfahren 2 nehmen die Rüstzeiten des Hackers bezogen auf die Hackgutmasse bei Schlägen unter einem Hektar stark zu, wenn die Bäume jedes Schlages separat am Schlagrand zwischengelagert werden. Beispielsweise steigen der Arbeitszeitbedarf und damit die Kosten bezogen auf die Hackgutmasse für das Hacken um rund 11%, wenn die Schlaggröße von 0,50 auf 0,25 ha sinkt. Bei Schlaggrößen von über einem Hektar, steigt auf Grund der länger werdenden Transportstrecken innerhalb des Schlages der Arbeitszeitbedarf für den Transport der Bäume zur Miete stärker als der Arbeitszeitbedarf für das Hacken fällt (siehe Variation Schlaggröße). Bei Schlaggrößen von über einem Hektar sollte daher eine zweite Miete angelegt werden.

Bei den Arbeitserledigungskosten haben das Bündeln, der Transport der Bäume und das Hacken die größte Bedeutung (siehe **Abbildung 10**).

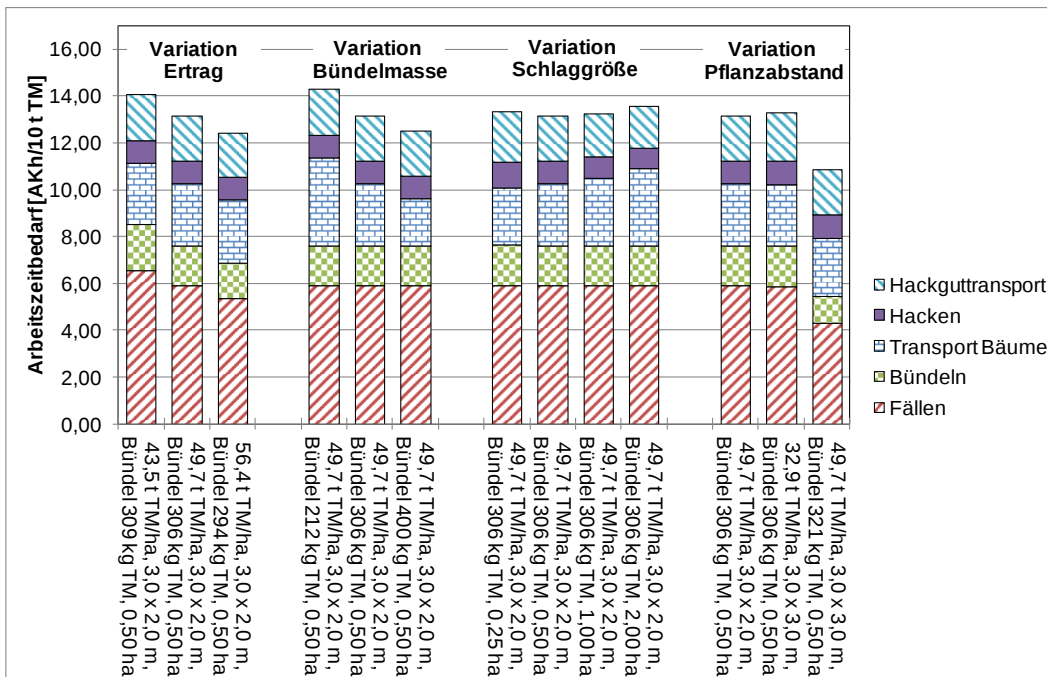


Abbildung 9: Arbeitszeitbedarf bei der motor-manuellen Ernte (5 – 10-jähriger Umtrieb)

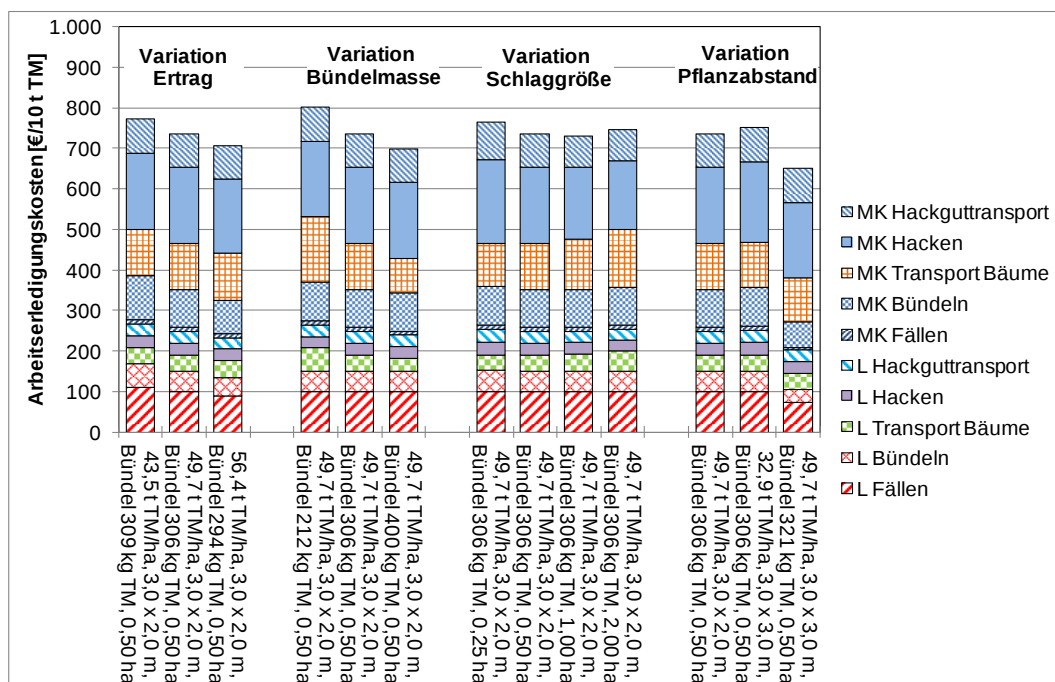


Abbildung 10: Arbeitserledigungskosten bei der motor-manuellen Ernte (5 – 10-jähriger Umtrieb)⁷

3.2.2 Ernte mit dem Fäller-Bündler

Durch den Fäller-Bündler wird das Fällen mechanisiert und mit dem Bündeln zu einem Arbeitsgang zusammengelegt (Verfahren 4). Dadurch wird der Arbeitszeitbedarf im Vergleich zum getrennten Fällen und Bündeln im Verfahren 3 um mehr als 80% und die Arbeitserledigungskosten um rund 50% gesenkt.

Ein zunehmender Ertrag bei gleichem Pflanzabstand und die damit verbundene zunehmende durchschnittliche Masse der Bäume senken den Arbeitszeitbedarf des Fäller-Bündlers (**Abbildung 11**, Variation Ertrag). Gleiches gilt auch, wenn der Pflanzabstand vergrößert und Ertrag gleich bleibt (siehe Variation Pflanzabstand). Die Masse pro Bündel beeinflusst den Arbeitszeitbedarf für das Fällen und das Bündeln im untersuchten Bereich nicht (siehe Variation Bündelmasse). Die Arbeitsgänge Transport Bäume, Hacken und Hackguttransport sind gleich wie in Verfahren 3.

Neben dem Hacken hat bei den Arbeitserledigungskosten der Transport der Bäume die größte Bedeutung (siehe **Abbildung 12**). Durch den Einsatz von speziellen Forsttraktoren, die durch die Ausstattung mit einer Klemmbank zwei Bündel gleichzeitig transportieren können, könnten diese Kosten reduziert werden.

⁷ Arbeitszeitbedarf siehe **Abbildung 9**, Lohnkosten Fällen 17 €/h, Lohnkosten Bündeln und Hacken 30 €/h, Lohnkosten Transport Bündel und Hackgut 15 €/h, Maschinenkosten Motorsäge 4 €/h, Maschinenkosten Bündeln (Forsttraktor mit Kran) 55 €/h, Maschinenkosten Transport Bäume (Traktor (65 kW) mit Frontlader und Rückezange) 45 €/h, Maschinenkosten Hacker (95 Srm/h) 212 €/h, Maschinenkosten Transportgespanne (Traktor mit Abschiebewagen 25 m³) 47 €/h

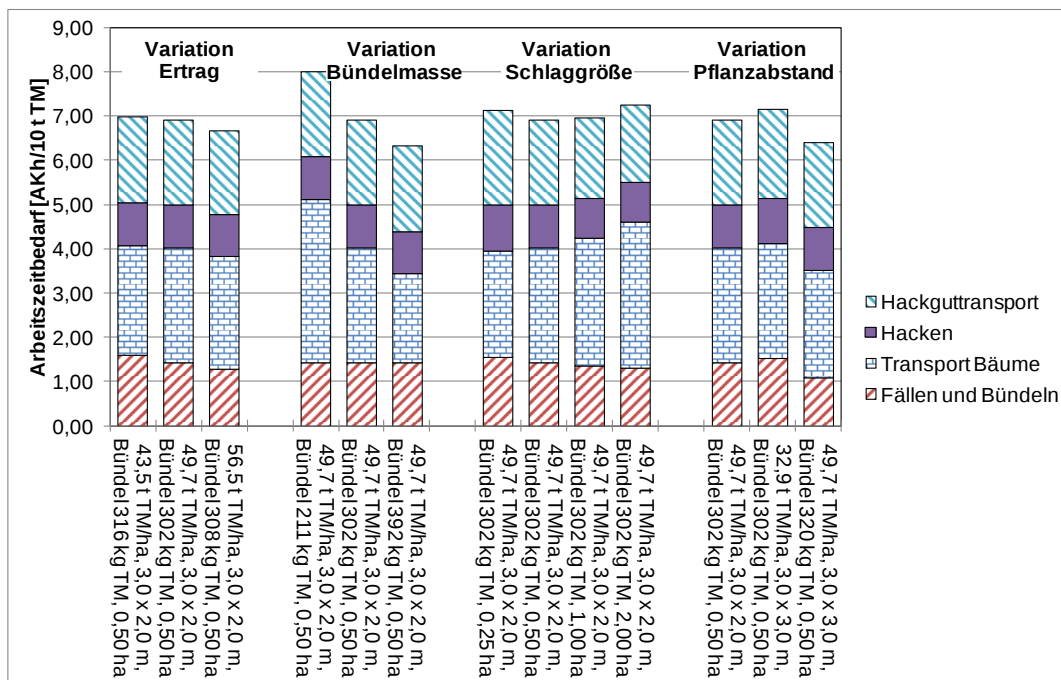
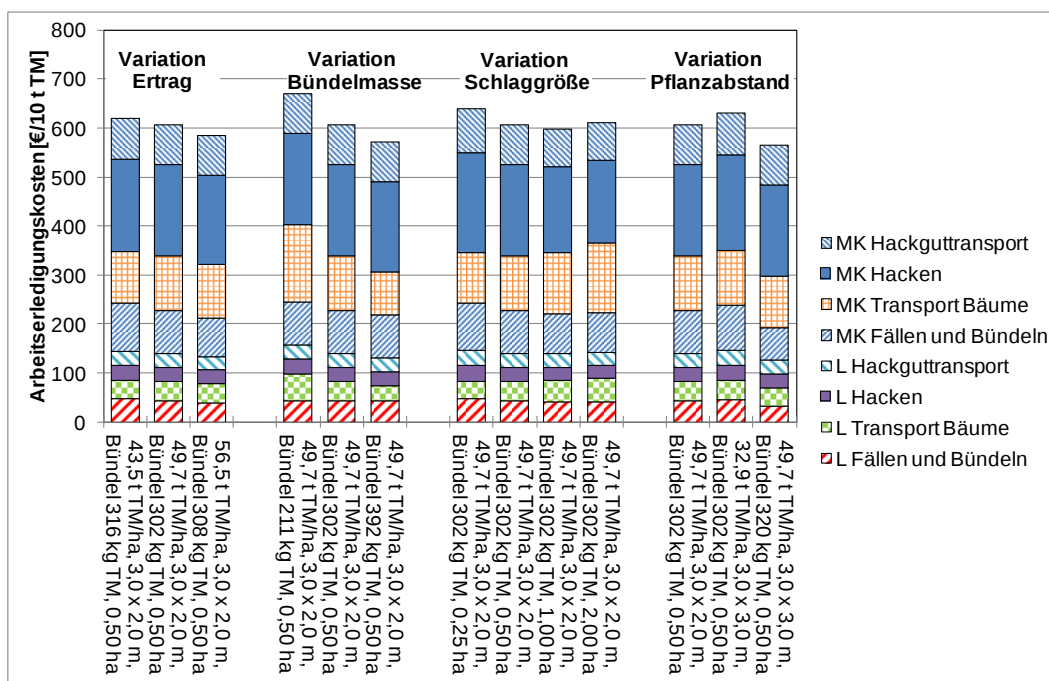


Abbildung 11: Arbeitszeitbedarf bei der Ernte mit Fäller-Bündler

Abbildung 12: Arbeitserledigungskosten bei der Ernte mit Fäller-Bündler⁸

⁸ Arbeitszeitbedarf siehe **Abbildung 11**, Lohnkosten Fäller-Bündler und Hacken 30 €/h, Lohnkosten Transport Bündel und Hackgut 15 €/h, Maschinenkosten Fäller-Bündler (Drehkranzbagger 14,5 t mit Fällkopf) 65 €/h, Maschinenkosten Transport Bäume (Traktor (65 kW) mit Frontlader und Rückezange) 45 €/h, Maschinenkosten Hacker (95 Srm/h) 212 €/h, Maschinenkosten Transportgespanne (Traktor mit Abschiebewagen 25 m³) 47 €/h

4 Zusammenfassung

Die vollmechanisierte Ernte mit dem Feldhäcksler bei 2 – 4-jährigem Umtrieb erfordert den geringsten Arbeitszeitbedarf und die geringsten Arbeitserledigungskosten pro Tonne Trockenmasse. Allerdings ist auf Grund des hohen Wassergehaltes von rund 55% das Hackgut ohne künstliche Trocknung nicht lagerfähig und kann auf Grund der Korngröße in Kleinfeuerungen (<150 kW) in der Regel nicht verwendet werden.

Der Fäller-Bündler erreicht bei 5 – 10-jährigem Umtrieb auf Schlägen von unter einem Hektar ähnliche Massenströme wie der Feldhäcksler. Allerdings verursacht der anschließende Transport der Bäume zur Zwischenlagerung am Feldrand einen hohen Arbeitszeitbedarf und Kosten. Zusätzlich müssen die Bäume nach der Lagerung noch gehackt werden. Dadurch steigen die Erntekosten mit zunehmender Schlaggröße im Vergleich zur Ernte mit dem Feldhäcksler bei 2 – 4-jährigem Umtrieb auf mehr als das 3-fache an. Auf sehr kleinen Schlägen nimmt die Differenz auf 30% (rund 150 €/t TM) ab. Allerdings sinkt bei der Ernte mit dem Fäller-Bündler der Wassergehalt des Hackgutes durch die Zwischenlagerung der Bäume am Feldrand auf unter 35%. Weiters kann durch die Einstellung des Hackers von Fein- bis Grobhackgut erzeugt werden. Dadurch ist eine flexiblere Vermarktung zu höheren Preisen gewährleistet, die speziell auf kleinen Schlägen die höheren Kosten ausgleichen kann.

Landwirtschaftliche Betriebe, die die motor-manuelle Ernte zur Selbstversorgung einsetzen, sollten dies nur bei 5 - 10-jährigem Umtrieb bzw. bei möglichst großen Stammdurchmessern tun.

Literaturverzeichnis

HANDLER F., BLUMAUER E. (2013): Optimierung von Verfahren für die Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen. Forschungsbericht, BLT Wieselburg, Ifz Francisco Josephinum, Austria.

In der Reihe Bornimer Agrartechnische Berichte

sind bisher erschienen:

Heft 1	Technik und Verfahren der Landschaftspflege	1992
Heft 2	Beiträge zur Lagerung und Verarbeitung pflanzenbaulicher Produkte	1993
Heft 3	Technik und Verfahren in der Tierhaltung	1993
Heft 4	Technik und Verfahren der Landschaftspflege und für die Verwendung der anfallenden Materialien	1994
Heft 5	Verfahrenstechnik der Aufbereitung, Lagerung und Qualitätserhaltung pflanzlicher Produkte	1994
Heft 6	Biokonversion nachwachsender Rohstoffe und Verfahren für Reststoffbehandlung	1994
Heft 7	Preußische Versuchs- und Forschungsanstalt für Landarbeit und Schlepperprüffeld in Bornim 1927 bis 1945	1995
Heft 8	Qualitätssicherung und Direktvermarktung	1996
Heft 9	Konservierende Bodenbearbeitung auf Sandböden	1996
Heft 10	Anwendung wärme- und strömungstechnischer Grundlagen in der Landwirtschaft	1996
Heft 11	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 1996	1996
Heft 12	Aufbereitung und Verwertung organischer Reststoffe im ländlichen Raum	1996
Heft 13	Wege zur Verbesserung der Kartoffelqualität durch Verminderung der mechanischen Beanspruchung	1997
Heft 14	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 1997	1997
Heft 15	Technische und ökonomische Aspekte der Nutztierhaltung in großen Beständen	1997
Heft 16	11. Arbeitswissenschaftliches Seminar	1997
Heft 17	Nachwachsende Rohstoffe im Land Brandenburg Stand Aktivitäten und Perspektiven einer zukunftsfähigen und umweltgerechten Entwicklung	1998
Heft 18	Qualität von Agrarprodukten	1998
Heft 19	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 1998	1998
Heft 20	Beiträge zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung	1998
Heft 21	Landnutzung im Spiegel der Technikbewertung – Methoden Indikatoren, Fallbeispiele	1998

Heft 22	Kriterien der Nachhaltigkeit in der Verfahrensentwicklung für die Nutztierhaltung	1999
Heft 23	Situation und Trends in der Landtechnik / Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft	1999
Heft 24	Institut für Landtechnik der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin 1951 bis 1965	1999
Heft 25	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 1999 / 2000	2000
Heft 26	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 2001	2001
Heft 27	Approaching Agricultural technology and Economic Development of Central and Eastern Europe	2001
Heft 28	6 th International Symposium on Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering	2001
Heft 29	Measurement Systems for Animal Data and their Importance for Herd Management on Dairy Cow Farms	2002
Heft 30	Produktion, Verarbeitung und Anwendung von Naturfasern	2002
Heft 31	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 2002	2002
Heft 32	Biogas und Energielandwirtschaft - Potenzial, Nutzung, Grünes Gas TM , Ökologie und Ökonomie	2003
Heft 33	Sozioökonomische Aspekte zu Perspektiven des Offenlandmanagements	2003
Heft 34	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 2003	2003
Heft 35	Energieholzproduktion in der Landwirtschaft Potenzial, Anbau, Technologie, Ökologie und Ökonomie	2004
Heft 36	High-Tech Innovationen für Verfahrensketten der Agrarproduktion. Statusseminar 2003	2004
Heft 37	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 2004	2004
Heft 38	Die Landmaschinenprüfung in der DDR 1951-1991 und ihre Vorgeschichte	2004
Heft 39	Energieverlust und Schimmelpilzentwicklung bei der Lagerung von Feldholz-Hackgut	2005
Heft 40	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 2005	2005
Heft 41	Demonstration der Langzeitwirkung bedarfsorientierter Fungizidbehandlung mit dem CROP-Meter	2005
Heft 42	Biochemicals and Energy from Sustainable Utilization of herbaceous Biomass (BESUB)	2005

Heft 43	Ozontes Waschwasser zur Qualitätssicherung leichtverderblicher Produkte - Entwicklung einer <i>Fuzzy-Logic</i> -Steuerung des Waschprozesses	2005
Heft 44	Messsystem zur Bewertung des Unkrautvorkommens	2005
Heft 45	Anwendung der Thermographie zur Optimierung der Belüftungssteuerung bei der Lagerhaltung landwirtschaftlicher Produkte	2005
Heft 46	Membranbioreaktor zur Aufbereitung von Schlachthofabwässern Prozesssteuerung von Biogasanlagen mit Kofermentation	2005
Heft 47	Verschleißeinfluss auf das Förderverhalten von Drehkolbenpumpen	2005
Heft 48	Qualitätserhaltung und Qualitätssicherung von Bioobst und Biogemüse in der Nachernte	2005
Heft 49	Miniaturisiertes Datenerfassungs-System zum Implantieren in Früchte und zur Messung ihrer mechanischen Belastung durch Ernte- und Nachernteverfahren	2005
Heft 50	Prozesskontrolle der Qualität von frischem Obst und Gemüse mit Hilfe eines Multigas-Sensors	2005
Heft 51	Entwicklung eines Echtzeitsensors für die Stärkebestimmung bei Kartoffeln als funktionaler Bestandteil eines optoelektronischen Verleseautomaten	2005
Heft 52	Optimierte Steuerung von Getreide-Schachttrocknern	2005
Heft 53	Möglichkeiten und Grenzen der energetischen Nutzung von Rizinusöl	2005
Heft 54	Non-Destructive Methods for Detecting Health-Promoting Compounds COST Action 924 Working Group Meeting	2005
Heft 55	4 th IFAC / CIGR Workshop Control Applications in Post - Harvest and Processing Technology (CAPPT 2006) 26th - 29th March 2006, Potsdam, GERMANY	2006
Heft 56	Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft Workshop 2006	2006
Heft 57	Kontrolle der Frische in der Nacherntekette von Ökogemüse	2006
Heft 58	Entwicklung eines innovativen Dekontaminationsverfahrens als Technologieantwort auf zukünftiges Qualitätsmanagement im Nacherntebereich	2006
Heft 59	Experimental Studies and Mathematical Modelling of Solar Drying System for Production of High Quality Dried Tomato	2007
Heft 60	13. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft & 4. Workshop Precision Farming	2007

Heft 61	Energiepflanzen im Aufwind Wissenschaftliche Ergebnisse und praktische Erfahrungen zur Produktion von Biogaspflanzen und Feldholz	2007
Heft 62	14. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft	2008
Heft 63	Experten-Workshop Lagerung von Holzhackschnitzeln	2008
Heft 64	Postharvest unlimited 2008	2008
Heft 65	Vom Agrarrohstoff zu neuen Produkten – Verfahrenstechnische Forschung im Nacherntebereich	2009
Heft 66	16. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium des VDI-MEG Arbeitskreises Arbeitswissenschaften im Landbau	2009
Heft 67	Monitoring der methanbildenden Mikroflora in Praxis-Biogasanlagen im ländlichen Raum: Analyse des Ist-Zustandes und Entwicklung eines quantitativen Nachweissystems	2009
Heft 68	Wieviel Biogas steckt in Pflanzen? Abschluss- Symposium des "Biogas-Crops-Network" (BCN) 7. Mai 2009 Potsdam	2009
Heft 69	Image Analysis for Agricultural Products and Processes 27 to 28. Aug. 2009 Potsdam	2009
Heft 70	5th International Technical Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management 31. Aug. to 02. Sept. 2009 Potsdam	2009
Heft 71	Einsatz von Biogas in PEM-Brennstoffzellen	2009
Heft 72	Teilflächenspezifische Grunddüngung	2009
Heft 73	16. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft 04. Mai 2010 Braunschweig	2010
Heft 74	Erschließung von Nachhaltigkeitspotenzialen durch Nutzung innovativer Sensortechnologien <i>-Prozesskette Getreide-</i>	2010
Heft 75	Erschließung von Nachhaltigkeitspotenzialen durch Nutzung innovativer Sensortechnologien <i>-Prozesskette pflanzliche Frischeprodukte-</i>	2010
Heft 76	International Workshop The future of the quarter individual milking 14. – 15. September 2010 Potsdam	2010
Heft 77	A flow cytometric approach to monitor the effects of gentle preservation techniques in the postharvest chain	2011
Heft 78	17. und 18. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft 05. Mai 2011 Stuttgart und 09. Mai 2012 Osnabrück	2012

Heft 79	2. Öffentliches Symposium des „BCN“ BiogasPOTENZIALE Erkennen, Erforschen, Erwirtschaften	2012
Heft 80	Mechanisms of Bacillus spore germination and inactivation during high pressure processing	2013
Heft 81	19. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft 2. Workshop Unbemannte autonom fliegende Systeme in der Landwirtschaft 06. – 07. Mai 2013 Berlin	2013
Heft 82	3rd Global Workshop on Proximal Soil Sensing	2013
Heft 83	19. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium des VDI-MEG Arbeitskreises Arbeitswissenschaften im Landbau 11. – 12. März 2014 Dresden	2014

Interessenten wenden sich an:

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam

Tel.: (0331) 5699-820
Fax.: (0331) 5699-849
E-Mail: atb@atb-potsdam.de

Schutzgebühr: 13,- €