1. Ziel

Die Notwendigkeit, landwirtschaftliche Produktionsverfahren zu bewerten, wird sich in Zukunft wahrscheinlich nicht vermindern, denn die Agrarstruktur und die wirtschaftlichen Bedingungen werden sich weiterhin ändern und zu privatwirtschaftlicher Anpassung und Planung zwingen. Jede Änderung ist mit erhöhtem Risiko verbunden. Dagegen 'hilft nur die systematische Informationsbeschaffung und Vorauskalkulation' (18).

Mindestens ebenso bedeutsam werden aber Prognosen sein, die mit der Änderung von Rahmenbedingungen notwendig werden. Naheliegende Beispiele sind dafür: Erhöhung der Energie- und Arbeitskosten, gesellschaftliche Forderungen und Auflagen im Bereich des Arbeits-, Tier- und Umweltschutzes. Vielfach fordern öffentliche Verwaltungsstellen oder Gesetzgeber gutachterliche Entscheidungshilfen. Sie betreffen häufig Bedingungen und Verfahren, die in der Praxis noch nicht vorkommen, jedoch absehbar sind.

Derartige Aufgaben erfordern vielfach sehr ins einzelne gehende Berechnungen. Sei es auch nur für die sichere Feststellung, daß eine bestimmte Änderung nur unbedeutende Folgen verursachen würde. Auch solch eine Aussage muß mit genügender methodischer Zuverlässigkeit möglich sein. Sowohl für privatwirtschaftliche als auch für öffentliche Aufgaben wird mit der Anwendung von Simulationsmodellen das Ziel verfolgt, Änderungen von Produktionsverfahren planvoll vollziehen zu können, wenn sie durch Wandlung betriebsinterner oder -externer Faktoren und Bedingungen notwendig werden.

2. Aufgaben und Abgrenzung

Verfahren der Tierproduktion kann man durch Simulation bewerten, indem man deren Aufwands- und Ertragsfunktionen mit mathematischen Modellen beschreibt. Damit sollen folgende Aufgaben zu erfüllen sein:

- Optimieren des Ablaufes der Verfahren und des Zusammenwirkens von Mensch, Tier und technischen Betriebsmitteln.
- Vergleich verschiedener Verfahren.
- Feststellen der Wirkung und Nebenwirkungen von einzelnen Faktoren und deren Gewichtung nach ihrer relativen Bedeutung, um Änderungen, insbesondere Rationalisierungsmaßnahmen gezielt vornehmen zu können.
- Berechnen von Modellen mit betriebsspezifischen Daten, um Entscheidungshilfen für privatwirtschaftliche Produktions- und Unternehmensplanungen zu schaffen.
- Berechnen von Modellen für hypothetische Verfahren und Bedingungen, um deren Wirkung vor ihrer Realisierung abschätzen zu können. Dies gilt sowohl für biologisch-technische Entwicklungen als auch für die Gesetzesplanung.

Diese Aufgaben beschränken sich auf arbeitswissenschaftliche-, produktions-, land- und bautechnische Aspekte. Die zu bildenden Simulationsmodelle erstrecken sich jeweils nur auf einen Produktions- oder Betriebszweig mit mehreren alternativen Produktionsverfahren. Naturale Merkmale werden als Ziel- und Einflußgrößen verwendet. Damit gebildete Aufwands- und Ertragsfunktionen be-

schreiben die Prozesse sehr ins einzelne gehend. Sie werden als algebraische Gleichungen, zumeist in der Form von Regressionsgleichungen dargestellt. Die Simulationsprogramme schließen vorerst keine programmierte Optimierung ein. Für diese Aufgabe müssen deshalb für bestimmte Hypothesen jeweils Modelle gerechnet, deren Ergebnisse verglichen und die Entscheidung daraus logisch abgeleitet werden. Eine programmierte Optimierung soll später versucht werden.

Die notwendige ökonomische Bewertung ist in dem eben umrissenen Bereich nicht eingeschlossen. Sie soll vielmehr darauf aufbauen und die Eingliederung in den Gesamtbetrieb und die monetäre Bewertung vollziehen.

Die genannten Aufwands- und Ertragsfunktionen beinhalten folgende Zielgrößen:

- Arbeitszeitbedarf aller Arbeitsverfahren, mit denen die Arbeitsvorgänge innerhalb der Produktionsprozesse ausgeführt werden. - Eine ergonomische Bewertung der physischen, mentalen und nervösen Beanspruchung ist innerhalb der vom Autor betreuten Projekte wegen Mangels an methodischen und Untersuchungsmöglichkeiten nicht vorgesehen.

- Bedarf an Anlagegütern, insbesondere der Kapitalbedarf für Wirtschaftsgebäude, bauliche Anlagen und technische Einrichtungen.

- Bedarf an umlaufenden Gütern
  Dabei handelt es sich in der Regel um den Bedarf an Futter, Wasser, Einstreu, technischen Betriebsstoffen und technischer Energie in Abhängigkeit von verschiedenen Produktionsverfahren und Bedingungen.

- Bedarf an Dienstleistungen
  Hierunter fallen vor allem Aufwendungen für Arbeitserledigung durch Maschinenring oder Lohnunternehmen, Beratung, Leistungskontrolle, Buchführung, An- und Verkauf, Aufwendungen für Tierarzt, Hygiene und Umweltschutz, Versicherungen, Steuern.

- Ertragsfunktionen beinhalten marktfähige Leistungen (z.B. Milch, Eier, Fleisch) und Faktorlieferungen (z.B. Stalldung).

3. Ausführung

3.1. Systemanalyse

- Abgrenzen des Produktionszweiges,

- Beschreiben der Rahmenbedingungen,

- Auswahl und Definition der Produktions- und Haltungsverfahren innerhalb des Produktionszweiges,

- Auswahl und Definition der biologischen Produktionsmittel (Tier, Futter),

- Feststellen der Arbeitsaufgaben und -bedingungen, Definition der Arbeitsvorgänge und -verfahren,

- Auswahl und Definition der technischen Produktionsmittel (Stallformen, technische Anlagen, Maschinen und Geräte).

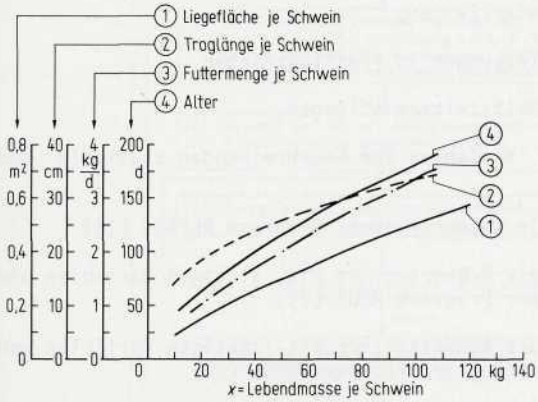
- Feststellen der Wechselwirkung zwischen Tier, Mensch und Betriebsmittel,

- Feststellen der Wechselwirkung zwischen Produktionsverfahren und Umwelt.

3.2. Ermitteln des Bedarfes an biologischen und technischen Betriebsmitteln (entspricht weitgehend der Berechnung des sog. 'Raum- und Funktionsprogramms')

Im wesentlichen ausgehend von den Bestimmungs- und Einflußgrößen Erzeugungsmenge (Ziel), Produktionsverfahren, Stallform und -einrichtung, werden u.a. folgende naturalen Größen berechnet:

- o Anzahl der zu haltenden Tiere in Abhängigkeit von Produktions-, Aufzucht- oder Mastverlauf, Alter und Verlustrate.
- o Stallraumbedarf mit allen Maßen der Stalleinrichtung.
- o Maschinen- und Gerätebedarf in Abhängigkeit von Arbeitsverfahren und vorstehend berechneten Größen.



① Liegefläche je Schwein : $y_1 = 0{,}0165\ x^{0{,}74}$

② Troglänge je Schwein : $y_2 = 6{,}058\ x^{0{,}37}$

③ Futtermenge je Schwein : $y_3 = 0{,}116\ x^{0{,}73}$

④ Alter : $y_4 = 0{,}922 + 8{,}637\ x^{0{,}66}$

Abbildung 1: Produktions- und Stallfunktionen für die Mastschweinehaltung (ausgewählte Beispiele)

Abbildung 1 zeigt einige Beispiele aus der Mastschweinehaltung.

3.3. Ermitteln des Arbeitszeitbedarfes in der Form von Arbeitszeitfunktionen

Bei der Erledigung der im folgenden genannten Einzelmaßnahmen soll nach der für derartige Zielsetzungen entwickelten (1, 8) und standardisierten (3) Methode vorgegangen werden. Damit soll gleichzeitig sichergestellt werden, daß an die bisherigen Ergebnisse der KTBL-Arbeitsgemeinschaft 'Kalkulationsunterlagen' (2) angeknüpft und ein Datenaustausch ermöglicht werden kann.

1. Analysieren des Arbeitszeitablaufes aller ausgewählten Arbeitsverfahren in Arbeitsablaufabschnitte.

2. Auswählen und Definieren aller relevanten Einflußgrößen und Bedingungen.

3. Formulieren von mathematischen Modellen für den Arbeitszeitbedarf der Arbeitsablaufabschnitte in der Form von Arbeitszeitfunktionen (='t-Funktionen'):

$$t = f\,(\text{Einflußgrößen } x_i)$$

4. Daraus Ableiten der Aufgaben für das Ermitteln von Arbeitszeiten und Einflußgrößen nach verschiedenen Methoden:

   - Feldstudien auf Versuchshöfen,
   - Feldstudien auf Praxisbetrieben,
   - Simulierte Arbeitsversuche,
   - Systeme vorbestimmter Zeiten,
   - Erhebungen und Befragungen in Praxisbetrieben.

5. Durchführen dieser Arbeitszeitermittlungen.

6. Deren Auswertung nach Verfahren der beschreibenden Statistik und mit folgenden Programmen:

   - für eindimensionale Meßwertreihen: Programm REFAST (16)
   - für mehrdimensionale Meßwertreihen mit stetigen Variablen und linearen Regressionsmodellen: Programm REGT (7)
   - für mehrdimensionale Meßwertreihen mit stetigen Variablen und nichtlinearen Regressionsmodellen: Programm NONL (20)
   - für mehrdimensionale Meßwertreihen mit diskreten und stetigen Variablen sowie Kovarianzanalysemodellen: Programm NOVAC (21)

7. Einsetzen der Ergebnisse dieser Auswertungen in die Modelle und Arbeitszeitfunktionen für die einzelnen Planarbeitsabschnitte (siehe Punkt 3).

8. Synthese aller t-Funktionen t(i) eines Arbeitsverfahrens gemäß deren Arbeitsablauf (siehe Punkt 1) und damit Formulierung von Arbeitszeitfunktionen T (='T-Funktionen'), die sich auf den Bereich ganzer Arbeitsvorgänge erstrecken:

$$T = \sum_{i=1}^{n} t_i$$

9. Synthese aller 'T-Funktionen' T(j) eines Produktionsverfahrens zum Gesamt-Zeitbedarf des Produktionszweiges T(p):

$$T_p = \sum_{j=1}^{n} T_j$$

Endergebnis dieser einzelnen Schritte soll eine systematische Aggregation von mathematischen Modellen für den Arbeitszeitbedarf aller wesentlichen Produktionsverfahren mit deren zugehörigen und wahlweise einzusetzenden Arbeitsverfahren sein. Dabei muß die Abhängigkeit von allen wesentlichen Einflußgrößen

und Bedingungen beschrieben sein. Konkreten Niederschlag finden diese aggregierten Modelle in FORTRAN-Simulationsprogrammen, die es ermöglichen, durch Modellrechnungen quantitativ belegte Informationen für Entscheidungen und Planungen schnell und sicher bereitzustellen. Derartige Simulationsprogramme sind mit zwei Beispielen zur Berechnung des Arbeitszeitbedarfes der Legehennenhaltung dokumentiert (11, 12). Ihr Ablaufplan ist in Abbildung 2 und die zugrunde liegende Organisation der Einzelmaßnahmen und Dateien in Abbildung 3 auf Seite 94 dargestellt.

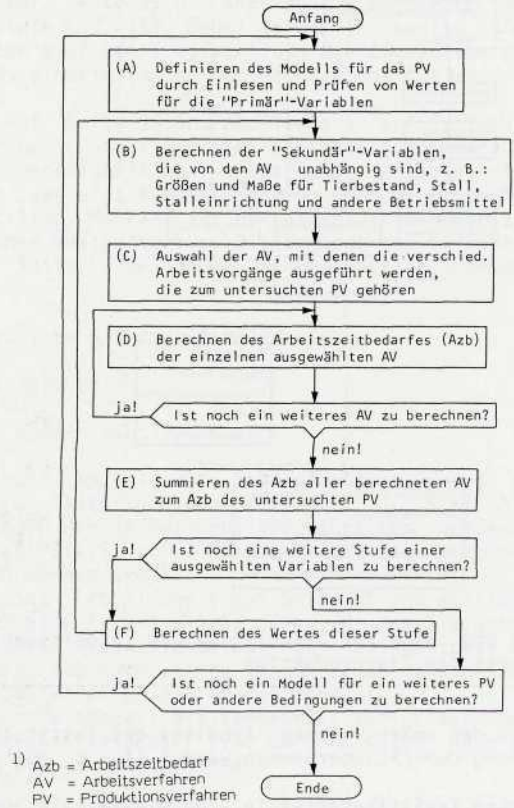


Abbildung 2: Ablauf der Simulationsprogramme zur Berechnung des Arbeitszeitbedarfes von Verfahren der Tierproduktion

Die Dateien für Planzeiten, Systemelemente, Einflußgrößen und Arbeitsverfahren werden mit dem Datenbanksystem FIDAS (19) bearbeitet (14). Ergebnisse derartiger Simulationen des Arbeitszeitbedarfes liegen nur für die Legehennenhaltung vor (15).

3.4. Ermitteln von Kapitalbedarfsfunktionen von Anlagegütern

Bei dieser Aufgabe wird weitgehend analog zu den Schritten vorgegangen, die im Kapitel 3.3. für Arbeitszeitfunktionen dargelegt sind. Besonders bei den Bau- und Gebäudeeinrichtungskosten ist keine eigene Datenermittlung notwendig. Viel-

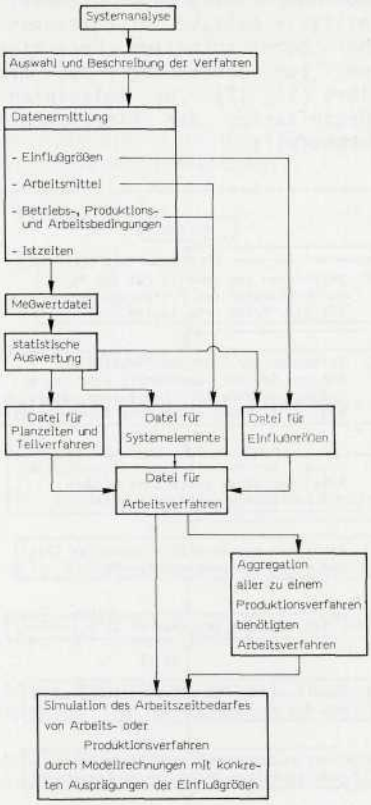


Abbildung 3: Mittel und Wege zur Simulation des Arbeitszeitbedarfes von Verfahren der Tierproduktion

mehr können diese aus den umfangreichen Arbeiten des Instituts für landwirtschaftliche Bauforschung der FAL übernommen werden (4 - 6, 17).

- o Analyse des gesamten Kapitalbedarfes in für die Kalkulation notwendige Bestandteile, z.B. Fundamente, Gebäudehülle, Stallfußboden mit Gängen, Buchten, Dungflächen oder -kanäle, technische Einrichtungen usw. Dabei Berücksichtigung der Aufteilung, wie sie in Preislisten von Herstellerfirmen oder Gewerken von Baufirmen vorgegeben sind.

- o Auswahl und Definition aller relevanten Einflußgrößen und Bedingungen.

- o Formulieren von mathematischen Modellen für die Kapitalbedarfsfunktionen der oben definierten Bestandteile.

- o Eingabe von Preisen in eine eigene Datei, um insbesondere für leichte und kurzfristige Fortschreibung sorgen zu können.

- o Einsetzen dieser Preise in die aufgestellten Modelle.

- Synthese aller Kapitalbedarfsfunktionen (=k- bzw. K-Funktionen) analog zu den Arbeitszeitbedarfsfunktionen (= 7- bzw. T-Funktionen im Kapitel 3.3.).

Zwei derartige Simulationsprogramme wurden bisher erstellt (9 - 10). Deren Anwendung diente der Bewertung von Produktionsverfahren der Legehennenhaltung (13).

4. Beispiele mit Ergebnissen von Simulationsrechnungen

Die Abbildung 4 auf Seite 96 bis Abbildung 9 auf Seite 102 zeigen ausgewählte Ausführungsbeispiele (13, 15). Dabei werden in jeweils aufeinanderfolgenden Abbildungspaaren zur gleichen Fragestellung die Ergebnisse der Simulation des Arbeitszeitbedarfes einerseits und des Kapitalbedarfes andererseits dargestellt.

Die Abbildung 4 auf Seite 96 und Abbildung 5 auf Seite 97 weisen darauf hin, daß sowohl diskrete (=Stallform mit verschiedenen Ausprägungen) als auch stetige (=Anzahl Hennen/Stall bzw. /Betrieb) Variable mit ihren Einzel- und Wechselwirkungen verfolgt werden können. Beide Einflußgrößen verändern die Zielgrößen wesentlich. Markant ist der asymptotisch-degressive Verlauf der Kurven mit zunehmender Bestandsgröße. Die senkrechten Sprünge im Kurvenverlauf der Abbildung 5 auf Seite 97 bei 18000 Hennen/Betrieb, kommen durch folgende Annahmen zustande:

- 3 unterschiedliche Altersgruppen/Betrieb
- 1 Stall/Altersgruppe
- maximal 6000 Hennen/Stall

Deshalb springt die Anzahl der Ställe/Betrieb von 3 auf 6, wenn 18 000 Hennen/Betrieb (3 Altersgruppen/Betrieb x 1 Stall/Altersgruppe x 6000 Hennen/Stall = 18000 Hennen/Betrieb) überschritten werden. Damit fällt gleichzeitig die Tierzahl/Stall auf 3000 Hennen mit entsprechend höherem Kapitalbedarf als bei 6000 Hennen/Stall.
Das nächste Beispiel (Abbildung 6 auf Seite 98 und Abbildung 7 auf Seite 101) bezieht sich auf eine Fragestellung, die für den Tierschutz wichtig ist. Wie wirkt eine veränderte Besatzdichte bei der Käfighaltung? Gleichzeitig kann damit gezeigt werden, daß auch solche ins einzelne gehende Aufgaben mit Hilfe der mathematischen Simulation gelöst werden können:
Während der Arbeitszeitbedarf mit vermehrter Käfigfläche/Henne fast unverändert bleibt, steigt der Kapitalbedarf z.B. um 15 bis 20%, wenn man jeder Henne nicht nur 450, sondern 600 ccm Platz bietet.

Schließlich mögen die Vergleiche der beiden wesentlichen Haltungssysteme für Legehennen, nämlich Boden- und Käfighaltung, als Beispiel dienen: Aus Abbildung 8 auf Seite 101 und Abbildung 9 auf Seite 102 läßt sich entnehmen, daß diese für die Tierschutzdiskussion wesentlichen Vergleiche nur sachgerecht möglich sind, wenn folgendes berücksichtigt wird.

- Die Unterschiede zwischen beiden Haltungssystemen hängen stark von der Anzahl Hennen je Stall oder je Betrieb ab.
- Für beide Haltungssysteme müssen gleichwertige Stallformen und Arbeitsverfahren in den Vergleich einbezogen werden.

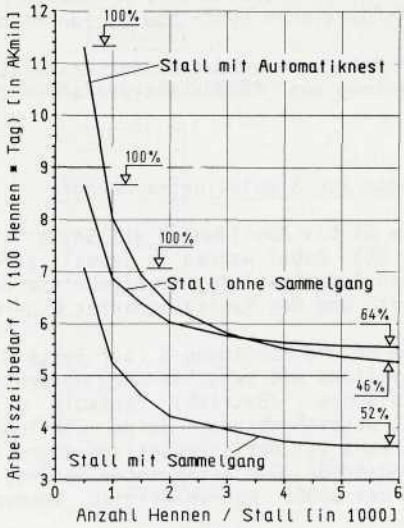


Abbildung 4: Einfluß von Stallform und Bestandsgröße auf den Arbeitszeit- bzw. Kapitalbedarf der Bodenhaltung von Legehennen

Kritik und Zusammenfassung

In diesem Beitrag sollte dargestellt werden, daß mit dem beschriebenen Simulationsverfahren und den zugehörigen Hilfsmitteln folgendes erreicht werden kann:

o Bestehende und hypothetische Produktions- und Arbeitsverfahren können durch mathematische Beschreibung ihrer Aufwands- und Ertragsfunktionen bewertet werden. Alternative Verfahren sind, darauf aufbauend, miteinander zu vergleichen.

o Die Wirkung von diskreten und stetigen Einflußgrößen kann dargestellt werden. Somit ist es möglich, ins einzelne gehende und problemspezifische Modelle zu simulieren.

o Damit lassen sich Entscheidungshilfen

1. sowohl für betriebsspezifische Unternehmensplanungen,

2. als auch für Prognosen bereitstellen. Solche Prognosen erweisen sich ggf. als notwendig, wenn man möglichst frühzeitig die Wirkung z.B. veränderter wirtschaftlicher, struktureller oder gesetzlicher Bedingungen auf den betreffenden Produktionszweig abschätzen will.

o Eine Fortschreibung aller Einzeldaten ist möglich. Das gilt vor allem für die Preise von Betriebsmitteln.

o Ein Datenbanksystem mit ausgeprägter Ausstattung zur Textverarbeitung trägt dazu bei, die einzelnen Daten und simulierten Funktionen zu beschreiben und

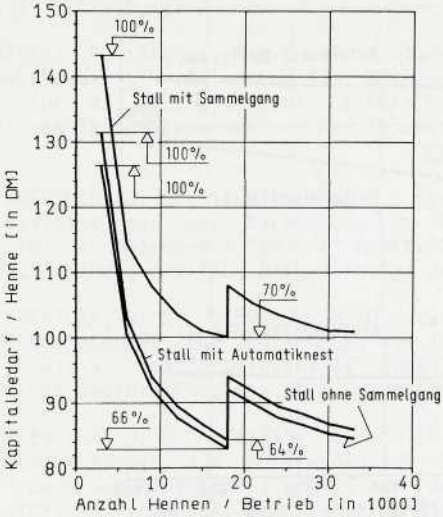


Abbildung 5: Einfluß von Stallform und Bestandsgröße auf den Arbeitszeit- bzw. Kapitalbedarf der Bodenhaltung von Legehennen

zu dokumentieren. Dies soll deren arbeitsteilige Benutzung durch andere Sachbearbeiter fördern.

Die eben aufgeführten Punkte vermitteln wahrscheinlich einen ziemlich günstigen Eindruck von den Möglichkeiten, die Simulation zu realisieren. Zur Einschränkung muß jedoch deutlich auf folgende Schwierigkeiten hingewiesen werden:

Produktionsverfahren sind ein vielfältig zusammengesetztes System. Dementsprechend zahlreich und komplex sind die Bestandteile der zu simulierenden Aufwands- und Ertragsfunktionen. Es bedarf deshalb eines umfassenden Überblicks und realer Anschauung über alle Einzelheiten der Produktionsvorgänge, um die Gefahr der Unvollständigkeit so klein wie möglich zu halten und Modelle zu formulieren, die die Wirklichkeit befriedigend abbilden. Begrenzte Mittel und Arbeitskapazität gestatten es nur in wenigen Schwerpunktfällen, die Richtigkeit der Modelle ander Realität zu prüfen.

Die geschilderte Vielseitigkeit der einzelnen Komponenten führt zu einer Fülle von Einzeldaten. Deren systematische Ordnung bedarf einer besonderen Sorgfalt und Organisation.

Besonders zeitraubend und kostenaufwendig sind die Erhebungen auf Praxisbetrieben zur Ermittlung der notwendigen empirischen Daten. Dies trifft besonders für den Arbeitszeitbedarf und für Betriebsmittelkosten zu. Eine repräsentative Stichprobennahme ist nicht realisierbar und eine statistische Sicherung der Daten demzufolge nur beschränkt möglich.

Zahlreiche Daten und Funktionen, besonders auf biologisch-produktionstechnischem Gebiet, sind in der Literatur zwar vorhanden, jedoch häufig in einer Form, die deren Übernahme in ein Simulationsprogramm erschweren.

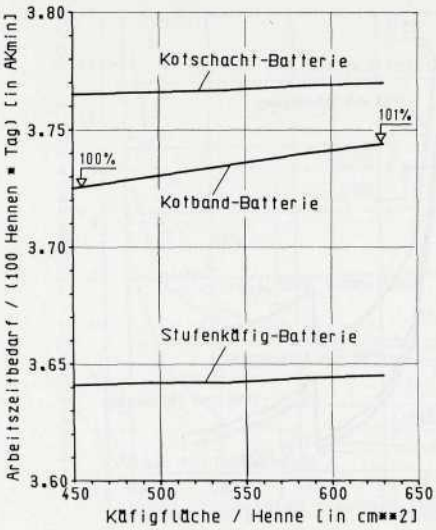


Abbildung 6: Einfluß veränderlicher Besatzdichte auf den Arbeitszeit- bzw. den Kapitalbedarf der Käfighaltung von Legehennen

Dem eingeweihten Sachbearbeiter bereitet die Umsetzung einer ausreichend guten gedanklichen Vorstellung von einem biologischen oder technischen Prozeß in ein mathematisches Modell in der Regel keine unüberwindlichen Schwierigkeiten. Dieses Wissen jedoch anderen, besonders Nachwuchswissenschaftlern und Studenten zu vermitteln, stößt erfahrungsgemäß auf große Schwierigkeiten. Wissenschaftlich auszubildende Landwirte scheinen häufig wenig geneigt oder gar befähigt zu sein, sich der notwendigen analytischen und mathematischen Arbeitsweise zu unterziehen. Sonderseminare zur Fortbildung interessierter Kollegen könnten hier Abhilfe schaffen.

Wahrscheinlich sollte aber bereits dem Studenten im Zusammenhang mit biometrischer Unterrichtung eine Grundvorstellung vermittelt werden. Dagegen sollte eine ausführliche Ausbildung über Datenverarbeitung, insbesondere über Programmierung, wahrscheinlich nur für interessierte und unmittelbar vor der Forschungsaufgabe stehende Mitarbeiter empfohlen werden.

Literatur

1. AUERNHAMMER, H.: Eine integrierte Methode zur Arbeitsanalyse, Planzeiterstellung und Modellkalkulation landwirtschaftlicher Arbeiten, dargestellt an verschiedenen Arbeitsverfahren der Bullenmast; KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 1976

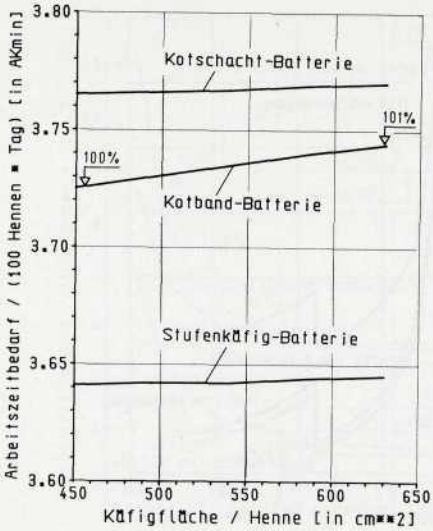


Abbildung 6: Einfluß veränderlicher Besatzdichte auf den Arbeitszeit- bzw. den Kapitalbedarf der Käfighaltung von Legehennen

Dem eingeweihten Sachbearbeiter bereitet die Umsetzung einer ausreichend guten gedanklichen Vorstellung von einem biologischen oder technischen Prozeß in ein mathematisches Modell in der Regel keine unüberwindlichen Schwierigkeiten. Dieses Wissen jedoch anderen, besonders Nachwuchswissenschaftlern und Studenten zu vermitteln, stößt erfahrungsgemäß auf große Schwierigkeiten. Wissenschaftlich auszubildende Landwirte scheinen häufig wenig geneigt oder gar befähigt zu sein, sich der notwendigen analytischen und mathematischen Arbeitsweise zu unterziehen. Sonderseminare zur Fortbildung interessierter Kollegen könnten hier Abhilfe schaffen.

Wahrscheinlich sollte aber bereits dem Studenten im Zusammenhang mit biometrischer Unterrichtung eine Grundvorstellung vermittelt werden. Dagegen sollte eine ausführliche Ausbildung über Datenverarbeitung, insbesondere über Programmierung, wahrscheinlich nur für interessierte und unmittelbar vor der Forschungsaufgabe stehende Mitarbeiter empfohlen werden.

Literatur

1. AUERNHAMMER, H.: Eine integrierte Methode zur Arbeitsanalyse, Planzeiterstellung und Modellkalkulation landwirtschaftlicher Arbeiten, dargestellt an verschiedenen Arbeitsverfahren der Bullenmast; KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 1976

2. BRUNDKE, M.: Datenbank für Landwirtschaftliche Kalkulationsdaten; Nachr. Dok. 28, H. 6, S. 211-215, 1977

3. BRUNDKE, M., JÄGER, P., SIEGEL, F.: Zur Ermittlung und Fortschreibung von Daten des Arbeitsbedarfs - Anleitung für die Zusammenstellung neuer Arbeitsverfahren für die KTBL-Datenbank; KTBL-Arbeitspapier, Herausgeber: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 1977

4. GARTUNG, J., KRENTLER, J.-G., SIEVERS, H.-G.: Systematisierung und Feststellung von Bauleistungen zur Berechnung von Baukosten mit Hilfe von Kostenblöcken, Teil 1: Methodik / Teil 2: Mastbullenställe; Arbeit aus dem Institut für Bauforschung der FAL, Braunschweig, Januar 1981

5. GARTUNG, J., KRENTLER, J.-G., SIEVERS, H.-G.: Systematisierung und Feststellung von Bauleistungen zur Berechnung von Baukosten mit Hilfe von Kostenblöcken; Teil 3: Mastschweineställe; Arbeit aus dem Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der FAL, Braunschweig, Januar 1981

6. GARTUNG, J., KRENTLER, J.-G., SIEVERS, H.-G.: Systematisierung und Feststellung von Bauleistungen zur Berechnung von Baukosten mit Hilfe von Kostenblöcken - Zuchtschweineställe; Arbeit aus dem Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der FAL, Braunschweig, Januar 1982

7. GEBHARDT, F.: Regressionsanalyse mit Tests; FORTRAN-4-Hauptprogramm 'REGT', Darmstadt, 1969

8. HAMMER, W.: Arbeitszeit- und Beanspruchungsfunktionen; Grundlage für landwirtschaftliche Planungsdaten; KTBL-Schrift 202, KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 1976

9. HAMMER, W.: FORTRAN-Programm 'KABO' zur Simulation des Kapitalbedarfs der Bodenhaltung von Legehennen; Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik der FAL, Nr. 72/1981, 1. Teil, Braunschweig, Mai 1981

10. HAMMER, W.: FORTRAN-Programm 'KAKA' zur Simulation des Kapitalbedarfs der Käfighaltung von Legehennen; Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik der FAL, Nr. 72/1981, 2. Teil, Braunschweig, Mai 1981

11. HAMMER, W.: FORTRAN-Programm 'ARBO' zur Simulation des Arbeitszeitbedarfs der Bodenhaltung von Legehennen - 2. verbesserte Version; Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik der FAL, Nr. 74/1981, 1. Teil, Braunschweig, Juni 1981

12. HAMMER, W.: FORTRAN-Programm 'ARKA' zur Simulation des Arbeitszeitbedarfs der Käfighaltung von Legehennen - 2. verbesserte Version; Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik der FAL, Nr. 74/1981, 2. Teil, Braunschweig, Juni 1981

13. HAMMER, W.: Betriebstechnische Bewertung verschiedener Produktionsverfahren der Legehennenhaltung; Landbauforschung Völkenrode 31, Sonderheft 60, S. 164-180, 1981

14. HAMMER, W.: Anwendung des Datenbanksystems FIDAS zur Dokumentation und Verwaltung von Daten für Einflußgrößen, Planzeiten und Arbeitsverfahren; Dokumentation zur Tagung 'Arbeitszeitkalkulation in der Landwirtschaft mit dialogfähigen EDV-Programmen an Groß- und Kleinrechnern'; Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, H. 8, S. 89-105, 1981

15. HAMMER, W., MEYER, E.: Bewertung von Tierproduktionsverfahren nach ihrem Arbeitszeitbedarf, dargestellt am Beispiel der Legehennenhaltung (unveröffentlichtes Manuskript)

16. JOHN, B., NOLLAU, W.: REFA-Standardprogramm zur Auswertung eindimensionaler Meßwertreihen; FORTRAN-Programm 'REFAST'; Darmstadt, 1970

17. KRENTLER, J.-G., GARTUNG, J.: Systematisierung und Feststellung von Bauleistungen zur Berechnung von Baukosten mit Hilfe von Kostenblöcken; Arbeit aus dem Institut für Bauforschung der FAL, Braunschweig, Januar 1980

18. KUHLMANN, F.: Wie kann sich der Landwirt auf die 80er Jahre einstellen? DLG-Mitteilungen 95, H. 2, S. 131-134, 1980

19. LENHARD, H., SCHWARZ, N.: FIDAS - Formularorientiertes, interaktives Datenbanksystem; Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH., Bonn, 1976

20. NOLLAU, W.: Nichtlineare Regressionen; FORTRAN-4-Hauptprogramm 'NONL', Darmstadt, 1967

21. NOLLAU, W., FABER, E.: Nichtorthogonale Varianz- und Kovarianzanalyse; FORTRAN-4-Programm 'NOVAC', Darmstadt, 1973

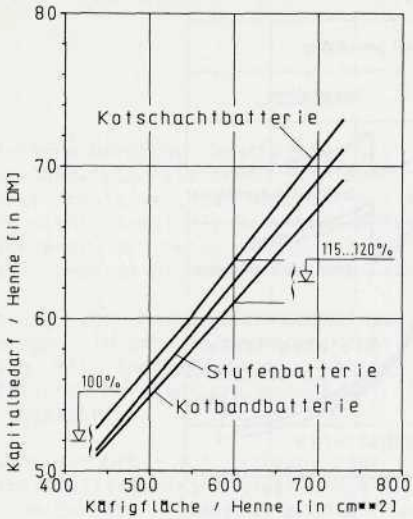


Abbildung 7: Einfluß veränderlicher Besatzdichte auf den Arbeitszeit- bzw. den Kapitalbedarf der Käfighaltung von Legehennen

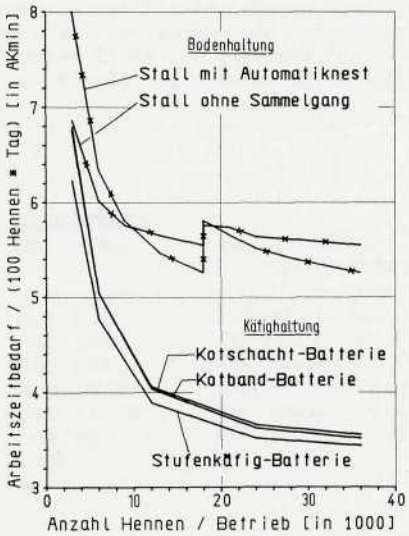


Abbildung 8: Vergleich des Arbeitszeit- bzw. des Kapitalbedarfes von Boden- und Käfighaltung

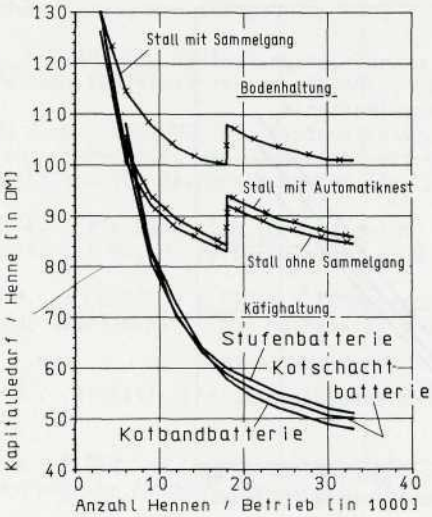


Abbildung 9: Vergleich des Arbeitszeit- bzw. des Kapitalbedarfes von Boden- und Käfighaltung