



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Angewandte Forschung  
und Beratung  
für den ökologischen Landbau  
in Bayern**

**Öko-Landbau-Tag 2007**



**Schriftenreihe**

**ISSN 1611-4159**

**3**

**2007**

**Impressum:**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
E-Mail: [Agraroeekologie@lfl.bayern.de](mailto:Agraroeekologie@lfl.bayern.de)  
Tel.: 08161/71-3640

1. Auflage März / 2007

Druck: Lerchl-Druck, 85354 Freising  
Schutzgebühr: 15,-- €

© LfL



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Angewandte Forschung und Beratung  
für den ökologischen Landbau  
in Bayern**

**Öko-Landbau-Tag 2007  
am 7. März 2007  
in Freising-Weihenstephan**

**Klaus Wiesinger (Hrsg.)**

**Tagungsband**

Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft



## Grußwort



Als bayerischer Landwirtschaftsminister begrüße ich Sie herzlich zum Öko-Landbau-Tag 2007 der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), der unter dem Motto „Angewandte Forschung und Beratung für den Ökologischen Landbau in Bayern“ steht.

An der LfL wird die Forschung zum Ökologischen Landbau mit einem eigenen Arbeitsschwerpunkt instituts- und abteilungsübergreifend koordiniert und durchgeführt. Dieser 3. Öko-Landbau-Tag seit Gründung der LfL im Jahr 2003 soll den Dialog zwischen Forschung, Beratung und Praxis weiter voranbringen.

Die gute Zusammenarbeit der LfL mit der Technischen Universität München, der Fachhochschule Weihenstephan und den vier Öko-Erzeugerringen im Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V. im Rahmen dieser Fachtagung zeigt, dass der Ökolandbau in Bayern breite Unterstützung erfährt.

Forschung und Beratung sind für die erfolgreiche Entwicklung des ökologischen Landbaus in Bayern wichtige Schlüsselbereiche. Derzeit gehen vom Markt starke Impulse aus, die eine weitere Ausdehnung des Ökolandbaus erwarten lassen. Unsere praxisorientierte, angewandte Forschung unterstützt diese Entwicklung mit zahlreichen Projekten und Versuchen, die in enger Zusammenarbeit mit der Beratung entwickelt wurden. Daran werden wir auch künftig festhalten. Auf dem heutigen Öko-Landbau-Tag werden einige ausgewählte Projekte aus Forschung und Beratung vorgestellt. Ich bin überzeugt, dass unsere Forschung zum Ökolandbau für die landwirtschaftliche Praxis und alle Bürgerinnen und Bürger einen hohen Nutzen bringt.

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Josef Miller'. The signature is written in a cursive, flowing style.

Josef Miller

Bayerischer Staatsminister  
für Landwirtschaft und Forsten



## **Inhaltsverzeichnis**

### **Grußwort**

*Josef Miller, Bayerischer Staatsminister für Landwirtschaft und Forsten*

### **Ökologischer Landbau – Beitrag zum Klimaschutz .....9**

*Kurt-Jürgen Hülsbergen & Björn Küstermann*

### **Ökologische Geflügelmast – Lösungsmöglichkeiten für eine 100 % Bio-Fütterung.....23**

*Gerhard Bellof & Eggert Schmidt*

### **Gruppenhaltung ferkelführender Sauen im Ökobetrieb – Vergleich zweier unterschiedlicher Buchten .....35**

*Martin Kühberger & Christina Jais*

### **Innovative Milchvieh-Stallsysteme für den ökologischen Landbau .....45**

*Jochen Simon, Wolfgang Schön & Peter Stötzel*

### **Umstellung zur ökologischen Milchviehhaltung – Vergleich verschiedener Leistungsparameter.....65**

*Balthasar Spann, Michael Diepolder, Eva-Maria Schmidlein, Sandra Tutsch, Andreas Hermüheim & Dorette Sprengel*

### **Möglichkeiten des Praxistransfers anhand des Projektes „Umstellung zur ökologischen Milchviehhaltung“ .....79**

*Peter Manusch, Dieter Sixt & Wolfgang Schleicher*

### **Bekämpfung von Blattläusen und Peronospora im ökologischen Hopfenbau .....85**

*Bernhard Engelhard & Florian Weihrauch*

### **Leguminosen-Untersaaten im ökologischen Getreidebau Ergebnisse dreijähriger Versuchsreihen.....99**

*Rupert Fuchs, Georg Salzeder & Klaus Wiesinger*

### **Erhaltung von Streuwiesen durch Ökobetriebe im bayerischen Alpenvorland.....115**

*Martin Hermle, Christoph Metz & Peter Manusch*

### **Sortenberatung Winterweizen im ökologischen Landbau in Bayern.....131**

*Rupert Fuchs, Georg Salzeder, Lina Fuchs & Klaus Wiesinger*

### **Strategien zur Reduzierung der Kupferaufwandmengen im ökologischen Kartoffelanbau - Projekt „ÖKO-SIMPHYT“ .....137**

*Marianne Benker, Michael Zellner, Lars-Wilhelm Bangemann, Benno Kleinhenz & Gerhard Bartels*



# Ökologischer Landbau – Beitrag zum Klimaschutz

Technische Universität München,  
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau

Kurt-Jürgen Hülsbergen & Björn Küstermann

## Zusammenfassung

Mit der Veröffentlichung des IPCC-Berichtes zur Klimaveränderung der Erde im Februar 2007 erreichten die Diskussionen auch die breite Öffentlichkeit. In allen gesellschaftlichen Bereichen, auch in der Landwirtschaft, muss nach Wegen zum Klimaschutz gesucht werden.

Im Beitrag wird das Model REPRO vorgestellt. Es verbindet die Analyse von C-, N- und Energieflüssen im System Boden-Pflanze-Tier-Umwelt, um die klimarelevanten CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Quellen bzw. -Senken bestimmen zu können. Zur Ermittlung des Treibhauspotenzials werden die C-Speicherung der Böden, CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Einsatz fossiler Energie, CH<sub>4</sub>-Emissionen der Tierhaltung und die N<sub>2</sub>O-Emissionen der Böden berechnet.

Das Modell wird erstmals im ökologischen (öko) und integrierten (int) Betriebssystem des Versuchsgutes Scheyern in Süddeutschland sowie in 28 kommerziellen Betrieben (18 öko, 10 int) mit vergleichbaren Boden-Klimaregionen angewendet.

Der organische Betrieb ist vielseitig strukturiert, mit einer auf Leguminosen basierten Fruchtfolge. Durch seine Tierhaltung (1,4 GV ha<sup>-1</sup>) ist der Betrieb stofflich als kreislauforientiert, energetisch als Low-Input System (Energie-Input 4,5 GJ ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) einzustufen. Der integrierte Betrieb ist ein einfach strukturiertes Marktfruchtssystem. Der Betrieb ist stofflich als Mineral N basiert (N Input 145 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) und Durchfluss orientiert, energetisch als High-Input System (Energie-Input 14,0 GJ ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) einzuordnen. Den größten Einfluss auf das Treibhauspotenzial haben die C-Speicherung im Boden und die N<sub>2</sub>O-Emissionen. In Scheyern kommt es zur C-Speicherung bei organischer Bewirtschaftung (+0,20 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) und zum Humusabbau bei integrierter Bewirtschaftung (-0,25 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). Vergleicht man die ökologischen und integrierten Betriebe, wurden aufgrund geringerer N- und Energieinputs für die organischen Betriebe deutlich geringere N<sub>2</sub>O- und CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet. In der Summe liegt das flächenbezogene Treibhauspotenzial der integrierten Betriebe (2618 kg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) fast um den Faktor 3 über dem der organischen Betriebe (918 kg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>); produktbezogen sind die Unterschiede geringer.

Die Untersuchungen lassen Schlussfolgerungen zur Betriebsoptimierung und Minderung des Treibhauspotenzials zu. Nach unseren Ergebnissen besitzt der Ökolandbau ein hohes Potenzial zur C-Speicherung im Boden und zur Minderung der Emission von Treibhausgasen.

## Summary

With publication of the IPCC assessment report of climate change in February 2007, the discussion about climate change reached new public interest. In all social areas, also in agriculture, we need mitigation strategies to reduce greenhouse gas emissions.

In this article we describe the model software REPRO. It couples the balancing of C, N and energy fluxes in the system soil-plant-animal-environment with the target to estimate the climate relevant CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O sources and sinks. For the determination of the net global warming potential (GWP), calculations of the C sequestration in the soil, CO<sub>2</sub> emissions from the use of fossil energy, CH<sub>4</sub> emissions from livestock keeping and N<sub>2</sub>O emissions from the soil have been made.

The model has been applied in the organic (org) and integrated (int) experimental farm Scheyern in Southern Germany and also in 28 commercial farms (18 org, 10 con) with comparable soil and climate conditions in the surroundings of Scheyern.

The organic farm is multi structured and has a legume-based crop rotation. Due to the livestock keeping (1.4 LSU ha<sup>-1</sup>) the farm is oriented on closed mass cycles. From the energetic point of view it represents a low-input system (energy input 4.5 GJ ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). The integrated farm is a simple structured cash crop system, based on mineral N (N input 145 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) on transition which corresponds to a high energy input of 14.0 GJ ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. The strongest influence on the GWP is exerted by C sequestration and N<sub>2</sub>O emissions. In Scheyern, C sequestration sets in under organic management (+0.20 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>), while humus depletion has been recorded in the conventional system (-0.25 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>).

Comparing the conventional and organic farming systems due to lower N and energy inputs, clearly lower N<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> emissions were obtained for the organic farms. Summing up the area-related GWP of the integrated farms (2618 kg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>), it turns out to be nearly three times higher than that of the organic farms (918 kg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>); the product-related GWPs deviate less. The analyses allow to draw conclusions for management optimization and GWP mitigation. Our findings underline that organic farming possesses a high potential of C sequestration and for the reduction of greenhouse gas emissions.

## 2 Einleitung

Anfang Februar 2007 legte das IPCC, das UN-Expertengremium für Klimaänderungen, seinen neuesten Bericht vor. Demnach ist seit Mitte des 19. Jahrhunderts die Erdoberfläche um fast 1 Grad Celsius wärmer geworden, vorwiegend infolge menschlicher Aktivitäten. Klimasimulationen zeigen, dass sich die globale Mitteltemperatur bis Ende des 21. Jahrhunderts um weitere 1,0 bis 6,3 °C erhöhen wird, wenn die Emissionen von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen unvermindert ansteigen. Die Intensität der Niederschläge und die damit verbundene Hochwassergefahr werden zunehmen, ebenso die Dauer von Trockenperioden, d. h. die Witterungsextreme vergrößern sich. Infolge der thermischen Ausdehnung der Ozeane und der Schmelze von grönländischem Eis steigt der Meeresspiegel bis Ende des Jahrhunderts um bis zu 58 cm. Die Daten und Modellrechnungen sind so alarmierend, dass Presse und Fernsehen ausgiebig über den IPCC-Report berichteten. Das Thema Klimaschutz hat die öffentliche Diskussion erreicht und wird wohl das Umweltthema der Zukunft sein.

In allen gesellschaftlichen Bereichen, auch in der Landwirtschaft, muss nach Wegen zum Klimaschutz gesucht werden. Die Diskussion wird auch vor dem ökologischen Landbau nicht Halt machen. Kann der ökologische Landbau einen wirksamen Beitrag zum Klimaschutz leisten? Wie hoch sind die Emissionen von Treibhausgasen im ökologischen Landbau im Vergleich zu anderen Landnutzungsformen? Welche Minderungspotenziale gibt es und wie können diese effizient genutzt werden?

Zur Einführung in die Problematik wird eine Übersicht zum globalen Kohlenstoffkreislauf, zu Emissionen klimarelevanter Gase und, daraus abgeleitet, zu möglichen Strategien der Emissionsminderung im ökologischen Landbau gegeben. Von dieser globalen Betrachtung wird zum ökologischen Landbau in einer konkreten Region – dem Tertiärhügelland Bayerns – übergeleitet. Mit einem neuen Modell wird auf der Grundlage betrieblicher Kohlenstoffkreisläufe das Treibhauspotenzial ökologischer und integrierter Betriebssysteme berechnet.

## 3 Klimawandel und Landwirtschaft

Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre nahm seit 1750 um 35 % von 280 ppm auf 379 ppm im Jahr 2005 zu (IPCC 2007). Im globalen C-Kreislauf sind u. a. folgende C-Pools miteinander verbunden – die Atmosphäre (760 Gt C), die Vegetation (500 Gt C), der Boden (2000 Gt C) und die Ozeane (39.000 Gt C). Durch Photosynthese werden jedes Jahr etwa 60 Gt C in der pflanzlichen Biomasse gebunden. Ein Teil dieser Biomasse gelangt in die Böden und trägt zur C-Speicherung im Humus bei. Etwa 60 Gt C werden jährlich durch Bodenmikroorganismen wieder veratmet und an die Atmosphäre abgegeben. Damit wäre der Kreislauf geschlossen. Durch menschliche Einflüsse wird der globale C-Kreislauf verändert. Allein durch die Nutzung fossiler Energieträger werden 6,3 Gt C a<sup>-1</sup> als CO<sub>2</sub> emittiert, infolge von Landnutzungsänderungen (z. B. Rodung tropischer Wälder) 1,7 Gt C a<sup>-1</sup>. Ungefähr die Hälfte dieser CO<sub>2</sub>-Emissionen wird in Ozeanen und in terrestrischen Senken (z. B. Wälder) gebunden. Der gemessene Anstieg des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Atmosphäre von 1,5 ppm pro Jahr entspricht einer C-Menge von 3,2 Gt a<sup>-1</sup>.

Eine einfache Kalkulation kann diese Werte in Beziehung zu möglichen Minderungsstrategien setzen (Schimel et al. 2001): Die Emission von 6,3 Gt C a<sup>-1</sup> entspricht bei einer Weltbevölkerung von 6 Milliarden Menschen einer mittleren Emissionsrate von 1 t C pro

Kopf und Jahr. Um einen Ausgleich mit der derzeitigen Rückbindung in Ozeanen und Biosphäre zu erreichen, müsste die Emissionsrate auf 500 kg C pro Kopf und Jahr reduziert werden. Derzeit sind die Emissionsraten in den USA 10mal, in Europa 4mal höher. Erwartet wird bis 2050 kein Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern – je nach Szenario – ein deutlicher Anstieg auf mind. 11 Gt C a<sup>-1</sup> (Newton et al. 2007).

Theoretisch sind drei Wege zur Minderung des CO<sub>2</sub>-Anstiegs möglich (Janzen 2004):

- a) die Reduzierung des Einsatzes fossiler Energie,
- b) der Ersatz fossiler Energie durch Bioenergeträger,
- c) die C-Bindung in Vegetation und Böden (C-Sequestrierung).

Die Strategien berühren allesamt den ökologischen Landbau.

- a) In der Landwirtschaft müssen – wie in jedem Wirtschaftsbereich – Möglichkeiten zur Energieeinsparung genutzt werden. Ein wichtiges Bewertungskriterium landwirtschaftlicher Systeme ist daher der Einsatz fossiler Energie je Flächen- bzw. je Produkteinheit. Wie hoch sind der Energieeinsatz und die Energieeffizienz im ökologischen Landbau?
- b) Bioenergeträger können fossile Energieträger substituieren. Welche Möglichkeiten und Grenzen der Erzeugung und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe bestehen im ökologischen Landbau? Sind energieautarke ökologische Betriebe möglich? Welche Systeme (Biogaswirtschaft, Mischfruchtbau, ...) passen in den ökologischen Landbau?
- c) Die C-Speicherung im Humus landwirtschaftlich genutzter Böden ist eine Option zur Minderung des CO<sub>2</sub>-Anstiegs, die weltweit diskutiert wird. Humus besteht zu etwa 58 % aus Kohlenstoff, der aus der Atmosphäre stammt. Wenn der Humusgehalt von Böden durch geeignete Maßnahmen (Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung) erhöht wird, kommt es zur C-Akkumulation. Welches Potenzial hat der ökologische Landbau zur C-Speicherung? Bestehen systembedingte Unterschiede zum integrierten Landbau?

Neben CO<sub>2</sub> sind Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) als Treibhausgase bedeutsam, deren Konzentration seit 1750 um 148 % bzw. 18 % zunahm (IPCC 2007). In eine Emissionsinventur landwirtschaftlicher Betriebe müssen CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O aufgrund der hohen spezifischen Treibhauspotenziale einbezogen werden, auch wenn die emittierten Mengen zumeist deutlich geringer sind als die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## 4 Material und Methoden

In mehreren Forschungsprojekten wurden in den vergangenen Jahren ökologische und integrierte Landwirtschaftsbetriebe Bayerns bezüglich ihrer Stoffkreisläufe und Umweltwirkungen untersucht. Ein Schwerpunkt der Analysen lag auf der Berechnung von Treibhausgas-Emissionen, um das Treibhauspotenzial unterschiedlicher Betriebssysteme einschätzen zu können. Zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen ist es notwendig, die auf Betriebsebene relevanten Stickstoff-, Kohlenstoff- und Energieflüsse zu analysieren. Hierzu wurde das Betriebsmodell REPRO (Hülsbergen 2003) verwendet. Mit REPRO können betriebliche Stoffkreisläufe und Energieflüsse in Abhängigkeit von Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen berechnet werden. Als Einflussfaktoren werden die

Betriebsstrukturen (Tierbesatz, Fruchtfolge), die Bewirtschaftungsintensität (Stoff- und Energieinputs) sowie die Verfahren (z. B. Bodenbearbeitung) berücksichtigt.

Während zur Analyse von Stickstoff- und Energieflüssen auf Betriebsebene ausgereifte Modelle existieren, gibt es kaum Ansätze zur Analyse der Kohlenstoffflüsse im System Boden – Pflanze – Tier – Umwelt. Das von uns entwickelte Modell ist auf die Darstellung dieser betrieblichen C-Kreisläufe ausgerichtet. Zur Quantifizierung der C-Stoffströme (Beispiele in Abb. 1 und 2) kommen u. a. folgende Methoden zur Anwendung:

- Die C-Speicherung im Humus wird mit Humusbilanzen ermittelt. Hierbei wird der Einfluss der Fruchtarten (abhängig von Standort und Ertrag) und der organischen Dünger (abhängig von Menge und Qualität) auf den Humusgehalt des Bodens bilanziert. Die Parameter wurden in Dauerversuchen mit unterschiedlichen Fruchtfolge- und Düngungssystemen aus der Entwicklung der C-Vorräte abgeleitet. Sie berücksichtigen indirekt Wurzelmasse, Rhizodeposition der Fruchtart und Intensität der Bodenbearbeitung.
- Die C-Assimilation und der C-Input durch Pflanzen. Die C-Netto-Assimilation der Pflanzen wird aus der gebildeten Biomasse und den C-Gehalten der Biomasse abgeleitet. Der Ernteertrag der Hauptprodukte geht als Messwert ein. Die C-Inputs zum Boden werden fruchtarten-, ertrags- und standortabhängig unter Berücksichtigung von Nebenprodukten, Ernterückständen (Stoppeln), Wurzeln und Rhizodepositionen (Exsudate und während der Vegetationsperiode umgesetzte Wurzeln) berechnet.
- CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Einsatz fossiler Energie. Die CO<sub>2</sub>- und Energiebilanz sind miteinander gekoppelt; berücksichtigt werden der direkte (z. B. Kraftstoff) und indirekte (z. B. Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Investitionsgüter) Einsatz fossiler Energie und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen (Hülsbergen et al. 2001).
- CH<sub>4</sub>-Emissionen. Die stoffwechselbedingten Methanemissionen der Tierhaltung werden tierarten-, leistungs- und fütterungsabhängig berechnet. Ausgehend von der Futterbruttoenergie wird die Methanausscheidung anhand von Konversionsfaktoren geschätzt. Zur Quantifizierung der Methanverluste bei der Lagerung organischer Dünger wird in Abhängigkeit vom Exkrementanfall (Menge, Inhaltsstoffe, Abbaubarkeit) das Methanbildungspotenzial berechnet und die gebildete Methanmenge in Abhängigkeit vom Lagerungssystem kalkuliert (IPCC 1997).

Die für eine Emissionsinventur relevanten N-Flüsse werden wie folgt ermittelt:

- N<sub>2</sub>O-Emissionen. Die Berechnung der N<sub>2</sub>O-Emissionen erfolgt unter Verwendung des IPCC-Ansatzes (IPCC 1997). Stark vereinfachend wird unterstellt, dass 1,25 % des den Böden durch organische und mineralische Düngung, N<sub>2</sub>-Fixierung und N-Deposition zugeführten Stickstoffs als N<sub>2</sub>O-N emittiert werden. Die von den gasförmigen NH<sub>3</sub>-Verlusten sowie den N-Auswaschungsverlusten ausgehenden N<sub>2</sub>O-Emissionen werden über Emissionsfaktoren quantifiziert.
- N<sub>2</sub>-Fixierung. Die Berechnung der symbiontischen N<sub>2</sub>-Fixierung von Leguminosen erfolgt in der Annahme, dass die Fixierleistung mit wachsendem Ertrag steigt. Für jede Leguminosenart wird ein spezifischer Ndfa-Wert (Ndfa = Nitrogen derived from the atmosphere) angenommen, der je nach Bedingungen, u. a. dem Gehalt an pflanzenaufnehmbarem Stickstoff im Boden, modifiziert wird (z. B. Klee gras im ökologischen Anbau: Ndfa = 0,90, Klee gras im integrierten Anbau: Ndfa = 0,80). Die in Wurzeln, Ernterückständen und Rhizodeposition enthaltenen N-Mengen werden über

fruchtartenspezifische Parameter geschätzt. Beim Gemengeanbau geht der Leguminosenanteil (Masse %) als Mess- oder Schätzwert in die Berechnung ein.

Die CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen werden unter Nutzung der spezifischen Treibhauspotenziale, die den relativen Beitrag eines Gases zum Treibhauseffekt charakterisieren, in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet [CO<sub>2</sub> eq]. Abhängig von der Absorption der infraroten Strahlung und der Verweildauer in der Atmosphäre beträgt das Treibhauspotenzial von Methan 23, das von Lachgas 296, bezogen auf die Wirksamkeit von CO<sub>2</sub> (= 1) (IPCC 2001).

### Untersuchungsstandort und Untersuchungsbetriebe

Das Modell kommt (1) in dem 40 km nördlich von München gelegenen Versuchsbetrieb Scheyern sowie (2) in 28 Praxisbetrieben der gleichen Boden-Klima-Region zum Einsatz.

(1) Der Versuchsbetrieb Scheyern wurde im Jahr 1992 in zwei eigenständige Betriebe geteilt. Ein Betrieb (31 ha Ackerland, 25 ha Grünland) wird ökologisch, ein Betrieb (30 ha Ackerland) integriert bewirtschaftet. Der Versuchsbetrieb liegt 445 - 498 m über NN in einer Hügellandschaft. Die Böden sind teilweise von Löß bedeckt. Der Jahresniederschlag beträgt 833 mm, die Jahresdurchschnittstemperatur 7,4°C. Die Flächen des ökologischen Betriebes weisen stärkere Hangneigungen und ein geringeres Ertragspotenzial (im Mittel 48 Bodenpunkte) als die Flächen des integrierten Betriebes (im Mittel 52 Bodenpunkte) auf.

Im ökologischen Betrieb werden Mutterkühe (1,4 GV ha<sup>-1</sup>) gehalten. Die Fruchtfolge war:

1. Klee gras, 2. Kartoffeln + Untersaat-Senf, 3. Winterweizen, 4. Sonnenblumen + Untersaat-Klee gras, 5. Klee gras, 6. Winterweizen, 7. Winterroggen + Untersaat-Klee gras.

Der integrierte Betrieb ist auf Marktfruchtbau spezialisiert. Die Fruchtfolge war:

1. Kartoffeln + Zwischenfrucht-Senf, 2. Winterweizen, 3. Mais + Zwischenfrucht-Senf, 4. Winterweizen. Die Bodenbearbeitung ist den Anbausystemen angepasst. In der siebenfeldrigen ökologischen Fruchtfolge werden dreimal ein Pflug und zweimal ein Grubber eingesetzt; in der integrierten Fruchtfolge wird auf den Einsatz des Pfluges verzichtet.

Auf den Betriebsflächen wird seit mehr als 15 Jahren ein intensives Messprogramm durchgeführt. Seit Untersuchungsbeginn werden alle Arbeitsgänge in einer Ackerschlagkartei dokumentiert. Somit existiert ein umfangreicher Datenpool, der zur Modell-Validierung genutzt werden kann. Als Untersuchungszeitraum wurden die Jahre 1999 bis 2002 gewählt.

(2) Die 28 Praxisbetriebe liegen im Umkreis von Scheyern (max. Entfernung 60 km). Von den untersuchten Betrieben werden 18 ökologisch (öko) und 10 integriert (int) bewirtschaftet. Die Böden sind denen in Scheyern ähnlich, weisen aber mit durchschnittlich 58 (40 bis 74) Bodenpunkten (öko) bzw. 61 (45 bis 77) Bodenpunkten (int) im Mittel eine etwas höhere Ertragsfähigkeit auf. Der Tierbesatz beträgt 0,5 (0,0 bis 1,4) GV ha<sup>-1</sup> (öko) bzw. 0,8 (0,0 bis 2,2) GV ha<sup>-1</sup> (int). Die Fruchtfolgen variieren stark. Der Getreideanteil beträgt 60 (35 bis 80) % der AF (öko), bzw. 70 (50 bis 80) % der AF (int), der Leguminosenanteil 25 (15 bis 45) % der AF (öko) bzw. 5 (0 bis 20) % der AF (int), der Hackfruchtanteil 3 (0 bis 25) % der AF (öko) bzw. 15 (0 bis 50) % der AF (int).

## 5 Ergebnisse und Diskussion

### Betriebliche C-Kreisläufe am Beispiel von Scheyern

Zusammenhänge zwischen Bewirtschaftung, C-Kreisläufen und Emissionspotenzialen werden beispielhaft am Versuchsbetrieb Scheyern dargestellt. Strukturbedingt sind die Stoffkreisläufe beider Betriebssysteme grundlegend verschieden. Das ökologische System ist kreislauf-orientiert (Abb. 1). Damit kommt Scheyern (öko) einem grundlegenden Prinzip des ökologischen Landbaus, dem des weitgehend geschlossenen Stoffkreislaufs in einem vielseitig strukturierten Betriebssystem, nahe. Lediglich der relativ hohe Futterzukauf und die damit verbundenen C- und N-Importe verstärken die betrieblichen Stoffkreisläufe in nennenswertem Umfang und schränken die Nährstoffautarkie ein.

Der integrierte Betrieb Scheyern ist ein sehr einfach strukturiertes Marktfruchtssystem mit einer Fruchtfolge geringer Diversität. Der Betrieb ist stofflich als Mineral-N basiert und durchfluss-orientiert (Abb. 2), energetisch als High-Input-System einzustufen.

Die C-Assimilationsleistung des ökologischen Betriebes beträgt fast 70 % der Leistung des integrierten Betriebes. Der C-Input durch Ernte- und Wurzelrückstände (EWR) des ökologischen Systems ist 80 % höher als der des integrierten (infolge hoher EWR-Mengen des Kleeegrases). Andererseits werden den Böden des integrierten Betriebes sehr hohe C-Mengen als Stroh und Grünmasse zugeführt, so dass der Gesamt-C-Input zum Boden mit  $4253 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  den des ökologischen Betriebes ( $3497 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) übertrifft.

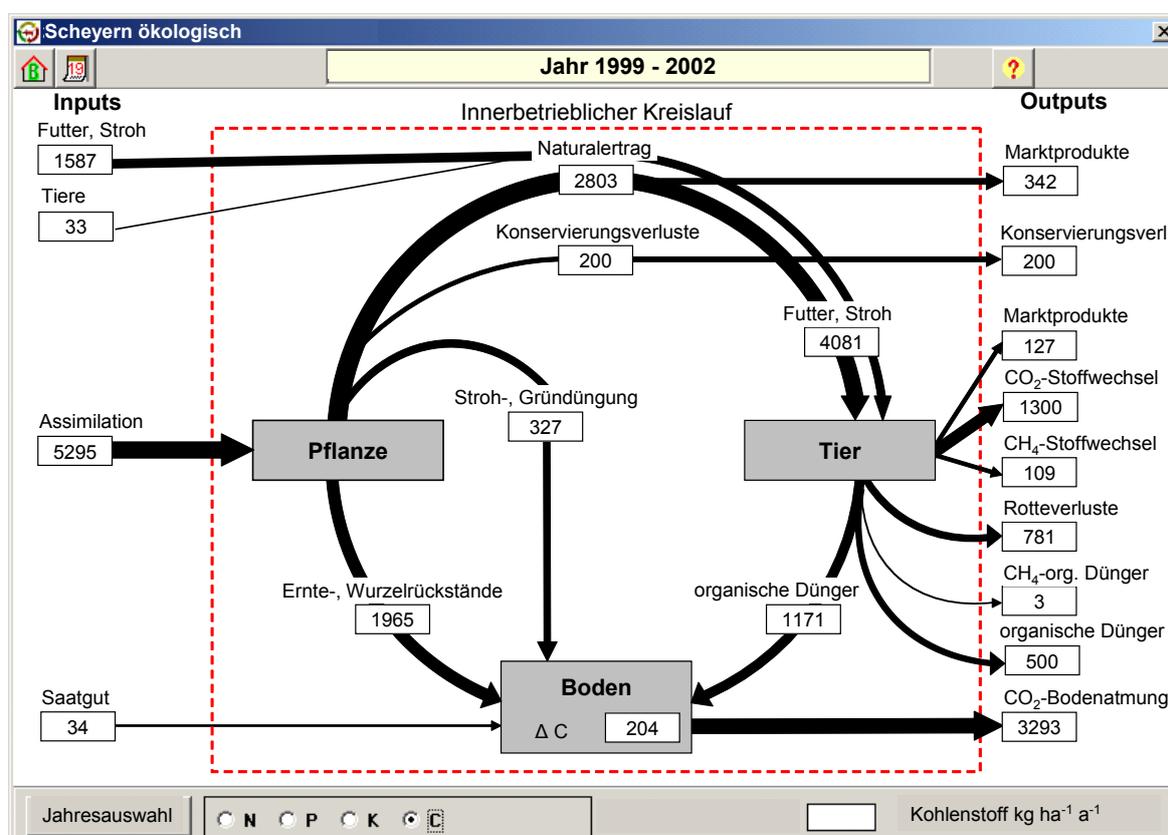


Abb. 1: Kohlenstoffkreislauf im Versuchsbetrieb Scheyern, ökologisch (1999-2002) Bildschirm-Anzeige REPRO, nach Küstermann et al. (2007)

Die Anbausysteme in Scheyern haben unterschiedliche Wirkung auf die Humus-Vorräte. Auf die LF bezogen wurde eine mittlere C-Speicherung von  $0,20 \text{ t ha}^{-1}$  (öko) bzw.  $-0,25 \text{ t ha}^{-1}$  (int) berechnet (Abb. 1, 2). Die chemisch-analytische Bestimmung der C-Vorräte (Rühling et al. 2005) zeigt nach 10jähriger differenzierter Flächennutzung (1991 bis 2001) einen Anstieg um  $0,18 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (öko;  $n = 106$ ) bzw. eine Abnahme um  $0,12 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (int;  $n = 116$ ).

Oftmals hat die Qualität (Stoffgruppenzusammensetzung, Zersetzungsgrad) der organischen Primärschubstanz größeren Einfluss auf die C-Speicherung der Böden als die zugeführte C-Menge. In Scheyern steigen die C-Mengen bei ökologischer und sinken bei integrierter Bewirtschaftung, obwohl die integrierte Fruchtfolge ein Mulchsaat-System ist und höhere C-Inputs erhält. Nach der Humusbilanz sind für die C-Speicherung die Qualität der organischen Dünger (Stalldung vs. Stroh) sowie der Leguminosenanteil der Fruchtfolge ausschlaggebend. Für Klee gras wird eine C-Speicherung von  $0,93 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  ausgewiesen, für Mais ( $-0,72 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) und Kartoffeln ( $-0,93 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ; int) werden negative Effekte auf die C-Vorräte berechnet. Zur C-Speicherung mehrjähriger Leguminosen liegen in der Literatur zahlreiche Ergebnisse vor, die die hier mitgeteilten Werte stützen. So betrug die C-Speicherung von Luzerne in Feldexperimenten  $0,5$  bis  $> 1,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (Su 2006, Robertson et al. 2000, Meyer-Aurich 2006, Hülsbergen 2003).

Die Berechnung der Treibhauspotenziale erfolgt unter Berücksichtigung der C-Speicherung. Zu beachten ist, dass die durch Bewirtschaftungsumstellungen initiierte C-An- und Abreicherung zeitlich begrenzt ist, und  $\Delta C$  mit der Annäherung an neue Fließgleichgewichte letztlich auf 0 sinkt (Johnson et al. 1995). Die  $\text{CO}_2$ -Bodenatmung (Abb. 1, 2) von  $3293 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (öko) u.  $4501 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (int) ergibt sich rechnerisch ( $= \Sigma \text{ C-Input} - \Delta C$ ).

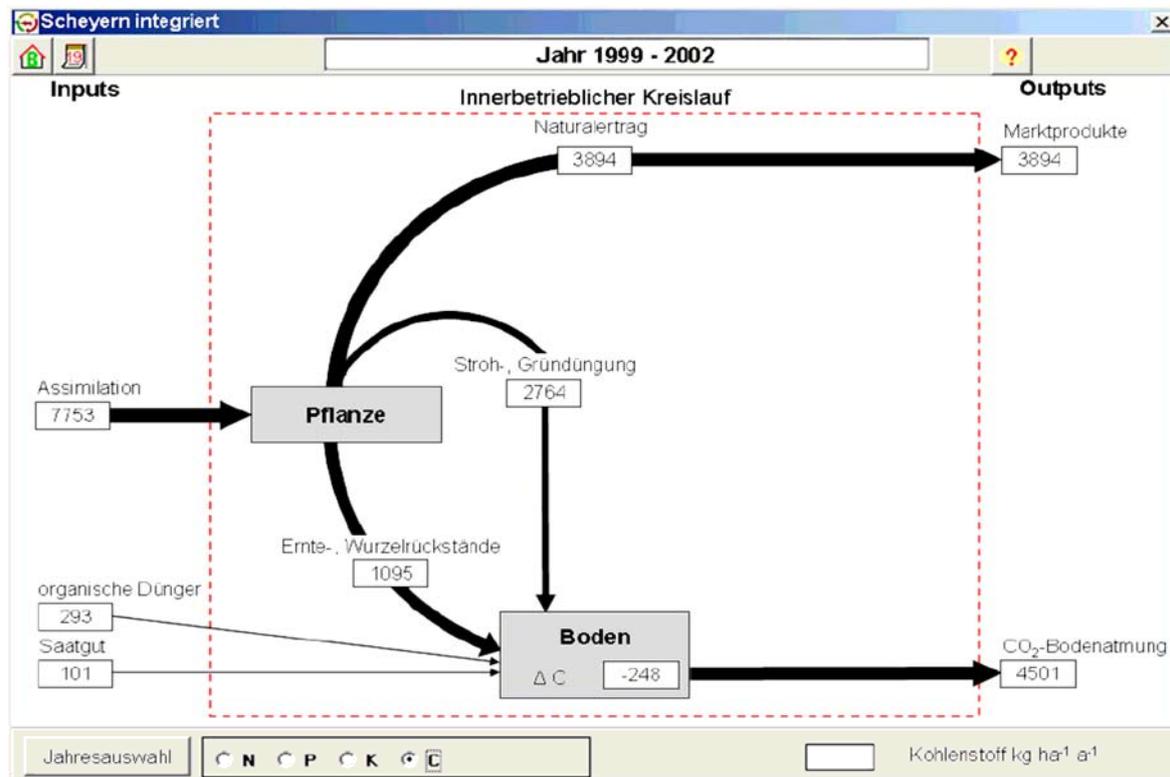


Abb. 2: Kohlenstoffkreislauf im Versuchsbetrieb Scheyern, integriert (1999-2002). Bildschirm-Anzeige REPRO, nach Küstermann et al. (2007)

Aufgrund der differenzierten Ertragsleistungen, vor allem aber aufgrund der unterschiedlichen Ertragsverwendung, gibt es substanzielle Differenzen im C-Output. In den pflanzlichen Marktprodukten sind 342 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (öko) bzw. 3894 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (int) gebunden; die C-Menge in tierischen Produkten beträgt 127 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (öko). Im tierhaltenden ökologischen Betrieb treten C-Verlustprozesse auf, die im Marktfruchtbetrieb fehlen, z. B. stoffwechselbedingte CH<sub>4</sub>-Emissionen (109 kg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Tiere (1300 kg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) sowie die Verluste bei der Lagerung der Wirtschaftsdünger (Abb. 1).

### Ergebnisse der Untersuchung von 28 Praxisbetrieben

Die Anwendung des Modells in 28 Betrieben in Süddeutschland zeigt, dass gravierende Unterschiede zwischen ökologischen und integrierten Betrieben bezüglich der Struktur, der Stoff- und Energieinputs, der Erträge, der C-Speicherung und der Treibhauspotenziale bestehen (Tab. 1, Abb. 3). Um die Vergleichbarkeit der Betriebe zu gewährleisten wird ausschließlich der Pflanzenbau analysiert (Tab. 1, Abb. 3).

Tab. 1: Kennzahlen zum Stoff- und Energiehaushalt, zur C-Sequestrierung und zu Treibhausgasemissionen im Pflanzenbau der Untersuchungsbetriebe; nach Küstermann et al. (2007)

Parameter	ME	Ökologische Betriebe (n = 18)		Integrierte Betriebe (n = 10)	
		Scheyern	Mittel (Min – Max)	Scheyern	Mittel (Min – Max)
Energie-Input	GJ ha <sup>-1</sup>	5,9	<b>5,4</b> (4,1 – 7,8)	14,0	<b>11,9</b> (9,5 – 15,0)
N-Input	kg N ha <sup>-1</sup>	185	<b>149</b> (108 – 227)	275	<b>240</b> (193 – 304)
TM-Ertrag	t ha <sup>-1</sup>	6,5	<b>3,6</b> (2,0 – 7,7)	14,5	<b>7,5</b> (4,5 – 9,0)
Output/Input-Verhältnis		18,0	<b>12,4</b> (6,0 – 19,3)	11,1	<b>11,9</b> (6,1 – 16,2)
<b>Treibhauspotenzial</b>					
CO <sub>2</sub> -Emission (Energie-Input)	kg CO <sub>2</sub> eq ha <sup>-1</sup>	504	<b>451</b> (320 – 750)	1220	<b>1018</b> (819 – 1215)
C-Speicherung im Humus*	kg CO <sub>2</sub> eq ha <sup>-1</sup>	-1350	<b>-402</b> (-1830 – 489)	910	<b>202</b> (-659 – 638)
N <sub>2</sub> O-Emissionen	kg CO <sub>2</sub> eq ha <sup>-1</sup>	1227	<b>869</b> (631 – 1322)	1317	<b>1398</b> (1123 – 1771)
Treibhauspotenzial	kg CO <sub>2</sub> eq ha <sup>-1</sup>	323	<b>918</b> (106 – 1875)	3697	<b>2618</b> (1878 – 3112)
Treibhauspotenzial	kg CO <sub>2</sub> eq t <sup>-1</sup>	50	<b>274</b> (23 – 431)	255	<b>370</b> (271 – 388)

\* Positive Werte bedeuten einen Humusabbau und die Abgabe von im Boden gebundenem C an die Atmosphäre, negative Werte einen Humusaufbau und die Rückbindung von C aus der Atmosphäre in den Boden.

Der mittlere Energieinput der ökologischen Betriebe beträgt 5,4 GJ ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (Tab. 1) und ist auf dem Niveau des ökologischen Betriebes in Scheyern. Bedingt durch Unterschiede in Anbaustruktur und Management liegen einige Betriebe aber auch um bis zu 50 % über diesem Wert. Der Einsatz mineralischer Dünger und chemischer Pflanzenschutzmittel führt bei den integrierten Betrieben zu deutlich höheren Energieinputs (11,9 GJ ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>).

Bei einem weiten Schwankungsbereich ( $9,5 - 15,0 \text{ GJ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) überschreitet nur ein Betrieb die Anbauintensität des integrierten Betriebes in Scheyern ( $14,0 \text{ GJ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ).

Die TM-Erträge der ökologischen Betriebe weisen mit  $2,0$  bis  $7,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  eine größere Schwankungsbreite als die der integrierten Betriebe ( $4,5$  bis  $9,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) auf. Die ökologischen Betriebe mit den höchsten Erträgen erreichen das Ertragsmittel der integrierten Betriebe. Die TM-Erträge sind nicht nur vom Anbausystem (öko vs. int), sondern auch von der Nutzung der gebildeten Biomasse abhängig. Hohe TM-Erträge werden bei hohem Harvest-Index (z. B. durch Nutzung der Nebenernteprodukte und Zwischenfrüchte) erreicht. Die Energieeffizienz, ausgedrückt als Output/Input-Verhältnis, ist in ökologischen und integrierten Betrieben etwa auf gleichem Niveau.

Die Spanne der berechneten C-Speicherung [ $\text{CO}_2 \text{ eq}$ ] ist bei den ökologischen Betrieben und den integrierten Betrieben sehr groß. Im Mittel erreichen die ökologischen Betriebe eine C-Akkumulation ( $+ 110 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  = Reduktion des Treibhauspotenzials um  $402 \text{ kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ), während die integrierten Betriebe C abreichern ( $-55 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  = Erhöhung des Treibhauspotenzials um  $202 \text{ kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ). Die unterschiedliche Entwicklung der C-Vorräte ist durch Unterschiede in den Fruchtfolgen (hohe Leguminosenanteile (öko) vs. hohe Hackfrucht- und Getreideanteile (int)) sowie in Menge und Qualität der den Böden zugeführten organischen Substanzen bedingt.

Aufgrund geringerer N- und Energieinputs wurden für die ökologischen Betriebe deutlich geringere  $\text{N}_2\text{O}$ - und  $\text{CO}_2$ -Emissionen als für die integrierten Betriebe berechnet. Im Mittel emittieren die integrierten Betriebe  $2618 \text{ kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Unter Berücksichtigung der Boden-C-Vorratsänderung liegt dies fast um den Faktor 3 über der berechneten Emission der ökologischen Betriebe ( $918 \text{ kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ). Produktbezogen [je t TM] sind die Unterschiede aufgrund der deutlich geringeren Erträge der ökologischen Betriebe geringer ( $274 \text{ kg CO}_2 \text{ eq t}^{-1}$  (öko) vs.  $370 \text{ kg CO}_2 \text{ eq t}^{-1}$  (int)).

Mit dem Mineral N und Energieinput steigen die flächenbezogenen  $\text{N}_2\text{O}$ - und  $\text{CO}_2$ -Emissionen; daher besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Energieinput und Treibhauspotenzial (Abb. 3). Bei der Berechnung der Treibhauspotenziale werden die C-Speicherung, die symbiotische  $\text{N}_2$ -Fixierung und der Energieinput durch den Einsatz von Maschinen und Kraftstoffen berücksichtigt; dies erklärt die enorme Variabilität der  $\text{CO}_2$ -Emissionen der ökologischen und integrierten Betriebe (Abb. 3). Überprägt wird der Zusammenhang von Energieinput und Treibhauspotenzial durch die aus dem Humusaufbau bzw. -abbau abgeleiteten  $\text{CO}_2$ -Äquivalente. Würde beispielsweise  $\Delta \text{C}$  für den Versuchsbetrieb Scheyern unberücksichtigt bleiben, so stiege das Treibhauspotenzial der ökologischen Fruchtfolge deutlich an, das Treibhauspotenzial der integrierten Fruchtfolge würde sich vermindern (Abb. 3).

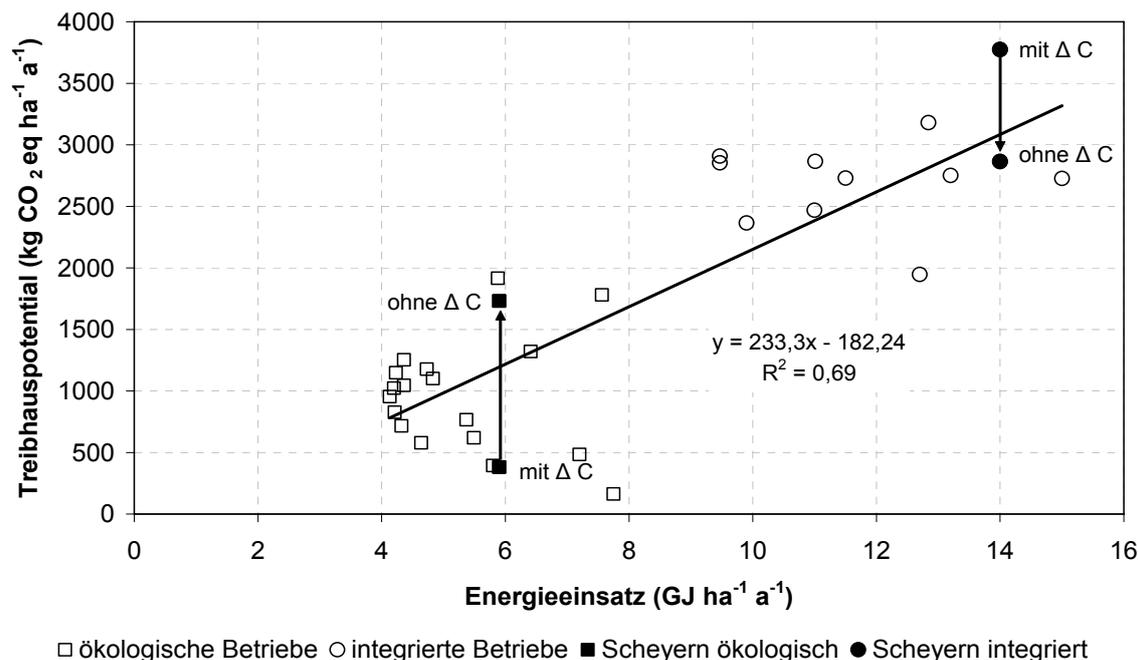


Abb. 3: Beziehung zwischen Energieinput und Treibhauspotenzial im Pflanzenbau,  $n = 30$ , nach Küstermann et al. (2007)

Auch andere Autoren, z. B. Haas et al. (1995), Flessa et al. (2002), Petersen et al. (2006), fanden geringere flächenbezogene Treibhausgas-Emissionen ökologischer Betriebe gegenüber integrierten Vergleichsbetrieben.

## 6 Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen lassen Schlussfolgerungen zur Betriebsoptimierung und Minderung der Treibhausgas-Emissionen zu. Nach unseren Ergebnissen besteht im ökologischen Landbau ein Potenzial zur C-Speicherung in Böden, vor allem durch den Anbau mehrjähriger Leguminosen und den Einsatz hochwertiger organischer Dünger. Im integrierten Anbau sind Leguminosen und Stalldung fast bedeutungslos; die Humusbilanzen weisen auf die Abnahme der C-Vorräte hin. Einzelbetrieblich kann die Situation jedoch je nach Fruchtfolge und Verfahrensgestaltung gänzlich anders sein, so dass letztlich betriebsbezogene Empfehlungen und Optimierungsstrategien notwendig sind.

Der landwirtschaftliche Betrieb steht bei unseren Untersuchungen im Fokus, weil auf dieser Ebene Managemententscheidungen getroffen werden, die umwelt- und klimarelevant sind. Zur Emissionsminderung müssen die Problembereiche betriebsbezogen identifiziert und darauf abgestimmte Maßnahmen und Strategien abgeleitet werden. Für die Akzeptanz durch die Landwirte ist es wichtig abzuschätzen, welche ökonomischen und ökologischen Konsequenzen deren Realisierung hätte. Mit dem Modell REPRO verfolgen wir daher das Ziel der Gesamtbewertung von Betrieben nach multiplen Kriterien. Neben der in dieser Arbeit beschriebenen Bilanzierung der C-, N- und Energieflüsse sind weitere Module, z. B. Bodenschadverdichtung, Erosion und Biodiversität in der Entwicklung. In Kooperation mit wissenschaftlichen Einrichtungen und Praxispartnern wird das Modell derzeit in 90 Landwirtschaftsbetrieben der Bundesrepublik Deutschland getestet, um es künftig nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch im Betriebsmanagement einsetzen zu können.

## Literaturverzeichnis

- Flessa, H., Ruser, R., Dörsch, P., Kamp, T., Jimenez, M.A., Munch, J.C., Beese, F. (2002): Integrated evaluation of greenhouse gas emissions (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) from two farming systems in southern Germany. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91:175-189.
- Haas, G., Geier, U., Schulz, D.G., Köpke, U. (1995): Vergleich konventioneller und organischer Landbau - Teil I: Klimarelevante Kohlendioxid-Emission durch den Verbrauch fossiler Energie. *Ber. Landw.* 73: 401–415.
- Hülsbergen, K.-J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Shaker Verlag Aachen.
- Hülsbergen, K.-J., Feil, B., Biermann, S., Rathke, G.-W., Kalk, W.-D., Diepenbrock, W. (2001): A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 86: 303–321.
- IPCC (1997): Revised (1996): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris.
- IPCC (2001): *Climate Change: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, UK.
- IPCC (2007): *Climate Change (2007): The physical science basis*. IPCC Secretariat, Geneva, CH.
- Janzen, H.H. (2004): Carbon cycling in earth systems - a soil science perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 399–417.
- Johnson, M.G., Levine, E. R., Kern, J. S. (1995): Soil organic matter: Distribution, genesis, and management to reduce greenhouse gas emissions. *Water, Air and Soil Pollution* 82: 593-615.
- Küstermann, B., Kainz, M., Hülsbergen, K.-J. (2007): Modelling Carbon Cycles and Estimation of the Global Warming Potential of Organic and Conventional Farming Systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*. Submitted.
- Meyer-Aurich, A., Weersink, A., Janovicek, K., Deen, B. (2006): Cost efficient rotation and tillage options to sequester carbon and mitigate GHG emissions from agriculture in Eastern Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 117: 119-127.
- Newton, P.C.D., Carran, R.A., Edwards, G.R., Niklaus, P.A. (2007): *Agroecosystems in a changing climate*. Advances in agroecology. Taylor & Francis.
- Petersen, S.O., Regina, K., Pöllinger, A., Rigler, E., Valli, L., Yamulki, S., Esala, M., Fabbri, C., Syväsalo, E., Vinther, F.P. (2006): Nitrous oxide emissions from organic and conventional crop rotations in five European countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 200–206.
- Robertson, G. P., Paul, E. A., Harwood, R. R. (2000): Greenhouse Gases in Intensive Agriculture: Contributions of Individual Gases to the Radiative Forcing of the Atmosphere. *Science* 289: 1922-1925.
- Rühling, I., Ruser, R., Kölbl, A., Priesack, E., Gutser, R. (2005): Kohlenstoff und Stickstoff in Agrarökosystemen. In: Osinski, E., Meyer-Aurich, A., Huber, B. Rühling, I.,

Gerl, G. & Schröder, P. [Eds.]: Landwirtschaft und Umwelt – ein Spannungsfeld. oekom Verlag München, S. 99-154.

Schimel, D.S. et al. (2001) : Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems. Nature 414, 169-172.

Su, Y. Z. (2006): Soil carbon and nitrogen sequestration following the conversion of cropland to alfalfa forage land in northwest China. Soil & Tillage Research 92: 181-189.



# Ökologische Geflügelmast

## Lösungsmöglichkeiten für eine 100 % Bio-Fütterung

Fachhochschule Weihenstephan  
Gerhard Bellof & Eggert Schmidt

### Zusammenfassung

Das zentrale Problem in der ökologischen Geflügelfütterung ist die Bereitstellung von Futtermitteln mit ausreichend hohen Gehalten an essentiellen Aminosäuren – insbesondere Methionin und Lysin. Die beabsichtigte Umstellung auf 100 %-Biofütterung zwingt zum Verzicht auf bislang in der ökologischen Geflügelfütterung bewährte Eiweißfuttermittel aus konventioneller Herkunft (z. B. Kartoffeleiweiß, Bierhefe).

Um eine bedarfsgerechte Nährstoffversorgung zu erreichen, kann die Eigenschaft des Geflügels, die Futteraufnahme bis zu einem gewissen Grad nach der aufgenommenen Energie zu steuern, genutzt werden, indem den Tieren Rationen mit niedrigerem Energiegehalt angeboten werden. Durch die Mehraufnahme an Futter bei geringerem Energiegehalt können mehr Rohprotein und damit essentielle Aminosäuren aufgenommen und somit der Bedarf der Tiere an essentiellen Aminosäuren gedeckt werden. Die an der FH Weihenstephan durchgeführten Fütterungsversuche mit Masthähnchen und Mastputen bestätigen diesen Ansatz. Futtermischungen mit deutlich abgesenkten Energiegehalten ( $< 12$  MJ ME/kg) sowie erniedrigten Gehalten an essentiellen Aminosäuren (EAS) - bei konstantem Verhältnis von EAS zu ME - können in der ökologischen Hühner- und Putenmast mit Erfolg eingesetzt werden.

### Summary

The crucial problem in organic poultry feeding is the supply of feedstuff with adequate contents of essential amino acids – especially methionine and lysine. The intended conversion to 100 % organic feeding obliges to the abdication of protein feedstuffs of conventional origin (e.g. potato protein, brewer's yeast) so far well proven in organic poultry feeding.

In order to obtain a nutrient supply as required, the poultry's capacity to control the feed intake to a certain extent according to the ingested energy can be used by offering rations with lower energy content to the animals. Due to the increased feed intake with lower energy content more crude protein and therewith essential amino acids can be taken in. Consequently the animal requirements for essential amino acids can be met. The feeding trials with broilers and turkeys carried out at the Weihenstephan University of Applied Sciences confirm this approach. Feed mixtures with clearly reduced energy contents ( $< 12$  MJ ME/kg) as well as lowered contents of essential amino acids (eAA) – with constant eAA : ME ratio – can be successfully used in organic poultry and turkey fattening.

## 1 Einleitung

Für die ökologische Geflügelfütterung sind einige produktionstechnische Besonderheiten zu beachten, die sich aus den gesetzlichen Vorgaben (EU-Öko-Verordnung) und den Richtlinien der Anbauverbände ergeben. Das zentrale Problem in der ökologischen Geflügelfütterung ist die Bereitstellung von Futtermitteln mit ausreichend hohen Gehalten an essentiellen Aminosäuren – insbesondere Methionin und Lysin. Die beabsichtigte Umstellung auf 100 %-Biofütterung zwingt zum Verzicht auf bislang in der ökologischen Geflügelfütterung bewährte Eiweißfuttermittel aus konventioneller Herkunft (z. B. Kartoffel-eiweiß, Bierhefe). Somit verschärft sich das skizzierte Problem.

Um eine bedarfsgerechte Nährstoffversorgung zu erreichen, kann die Eigenschaft des Geflügels, die Futteraufnahme bis zu einem gewissen Grad nach der aufgenommenen Energie zu steuern, genutzt werden, indem den Tieren Rationen mit niedrigerem Energiegehalt angeboten werden. Durch die Mehraufnahme an Futter bei geringerem Energiegehalt können mehr Rohprotein und damit essentielle Aminosäuren (EAS) aufgenommen und somit der Bedarf der Tiere an essentiellen Aminosäuren gedeckt werden. Wie die Modellrechnungen in Tabelle 1 für die Broilermast zeigen, bleibt aufgrund der energieabhängigen Futteraufnahme die tägliche Aufnahme an Aminosäuren konstant.

Somit stellt die Absenkung des Energiegehaltes in der Futtermischung eine sinnvolle Möglichkeit dar, auch mit geringeren EAS-Gehalten in der Mischung eine bedarfsgerechte Versorgung sicherzustellen. Bedeutsam ist hierbei, dass das in Tabelle 1 dokumentierte Verhältnis der wichtigsten Aminosäuren zum ME-Gehalt beachtet wird.

Tab. 1: Erforderliche Gehalte an Aminosäuren pro kg Alleinfuttermischung in Abhängigkeit vom ME-Gehalt des Alleinfutters für Masthühner

Inhaltsstoff	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
ME (MJ/kg)	13,50	13,00	12,00	11,00
Lys/ME (g/MJ) <sup>1</sup>	0,85	0,85	0,85	0,85
Lys (g/kg)	11,48	11,05	10,20	9,35
relativ zu Var 1	100	96	89	81
Met/ME (g/MJ)	0,31	0,31	0,31	0,31
Met (g/kg)	4,19	4,03	3,72	3,41
relativ zu Var 1	100	96	89	81

<sup>1</sup> nach Empfehlungen der GfE, 1999

In eigenen Untersuchungen wurde dieser Lösungsansatz sowohl für die Hühnermast als auch die Putenmast in der ökologischen Landwirtschaft geprüft (Bellof et al. 2005, Schmidt u. Bellof 2006). Einige wesentliche Ergebnisse aus diesen Untersuchungen werden nachfolgend dargestellt.

## 2 Hühnermast

### 2.1 Fragestellungen

Ziel eines Hühnermastversuchs war es, folgende Fragen zu klären:

- Können Futtermischungen mit deutlich abgesenkten Energiegehalten (< 12 MJ ME/kg) sowie erniedrigten Gehalten an essentiellen Aminosäuren (EAS) (bei konstantem Verhältnis von EAS : ME) in der ökologischen Broilermast mit Erfolg eingesetzt werden?
- Lässt sich eine 100 %-Biofütterung unter den o. g. Vorgaben für die Broilermast realisieren?
- Führen abgestufte Fütterungskonzepte (unterschiedliche ME- und Aminosäureausstattung der Futtermischungen) zu vergleichbaren Aufzucht- und Mastergebnissen?
- Wie ist der Schlachtkörperwert bei diesem Fütterungsregime zu beurteilen?

### 2.2 Tiere, Material und Methoden

In einem Durchgang wurden 960 geschlechtssortierte Eintagsküken des Genotyps ISA J 257 (langsam wachsende Herkunft aus ökologisch gehaltener Elterntierherde) eingestallt und nach den Vorgaben der EU-Öko-Verordnung gehalten (24 Abteile á 40 Tiere). Als Start- oder Aufzuchtphase wurde der Zeitraum 1. bis 4. Woche, als Mastphase die Zeitspanne 5. bis 8. Woche festgelegt. Für die Aufzucht wurden zwei (A1, A2), für die Mast vier Futtermischungen (M1 bis M4) mit unterschiedlichen Energie- (ME) und Aminosäuregehalten (EAS) konzipiert (s. Tab. 2).

Tab. 2: Versuchsanordnung

Phase	Inhaltsstoff	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Aufzucht		A1		A2	
(1. - 4. Wo.)	ME (MJ/kg)	12,00		11,00	
	Lys/ME (g/MJ)	0,85		0,85	
	Met/ME (g/MJ)	0,31		0,31	
	Lys (g/kg)	10,20		9,35	
	Met (g/kg)	3,72		3,41	
Mast		M1	M2	M3	M4
(5. - 8. Wo.)	ME (MJ/kg)	12,40	12,40	11,20	11,20
	Lys/ME (g/MJ)	0,72	0,65	0,72	0,65
	Met/ME (g/MJ)	0,27	0,24	0,27	0,24
	Lys (g/kg)	8,93	8,04	8,06	7,26
	Met (g/kg)	3,35	3,01	3,02	2,72

ME = scheinbare Umsetzbare Energie (WPSA 1984), Lys = Lysin, Met = Methionin,  
 A = Aufzuchtmischung; M = Mastmischung

Die Ausstattung der Versuchsmischungen hinsichtlich der wichtigsten essentiellen Aminosäuren (g EAS/MJ ME) orientierte sich an den Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1999). Die Versuchsanordnung ist Tabelle 2 zu entnehmen. In den Mastmischungen M2 und M4 wurden die entsprechenden EAS-ME-Relationen auf das Niveau "90 % der GfE-Empfehlungen" abgesenkt. Die verwendeten Rohstoffe stammten aus ökologischer Erzeugung (Verzicht auf Kartoffeleiweiß und Bierhefe; Maiskleber nur in der Aufzucht- und Mastmischung für die Gruppe 1). Die Zusammensetzung der Versuchs-Futtermischungen ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Tab. 3: Zusammensetzung der Futtermischungen in der Aufzucht- und Mastphase von Masthühnern aus ökologischer Erzeugung

<b>Rohstoff</b>		<b>A 1</b>	<b>A 2</b>	<b>M 1</b>	<b>M 2</b>	<b>M 3</b>	<b>M 4</b>
Maiskleber	%	2,0	-	2,0	-	-	-
Erbsen	%	10,0	12,0	14,0	14,0	12,0	12,0
Sojabohnen	%	10,0	-	15,0	12,0	-	-
Sojakuchen	%	13,0	15,0	-	-	12,0	10,0
Sonnenblumenkuchen	%	6,0	9,0	7,0	5,0	5,0	3,0
Leinkuchen	%	5,0	7,0	5,0	4,0	4,0	3,0
Weizen	%	18,0	14,0	21,0	23,0	21,0	20,0
Gerste	%	10,3	14,0	11,2	15,2	14,0	20,0
Mais	%	21,0	18,0	19,0	21,0	19,0	18,0
Hafer	%	-	7,5	-	-	9,3	10,3
Sonnenblumenöl	%	1,0	-	2,0	2,0	-	-
Monocalciumphosphat	%	1,5	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5
Futterkalk	%	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Viehsalz	%	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Vormischung	%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

A = Aufzuchtmischung; M = Mastmischung

Die Tiere wurden nach einer Mastdauer von 57 Tagen geschlachtet. Von 72 repräsentativ ausgewählten Tieren (Lebendendgewicht der ausgewählten Schlachttiere entsprach dem durchschnittlichen Endgewicht aller Tiere eines Abteils) wurden relevante Schlachtkörpermerkmale erhoben.

### 2.3 Ergebnisse und Diskussion

Der Versuch verlief störungsfrei. Dies belegen auch die geringen Verluste von durchschnittlich 1,3 % über die gesamte Mast. In der Gruppe der männlichen Tiere lagen die Verluste mit 2,3 % signifikant höher als in der Gruppe der weiblichen Tiere. Zwischen den Fütterungsgruppen ergaben sich keine Unterschiede.

Die wichtigsten Ergebnisse zur Mast- und Schlachtleistung sind in Tabelle 4 dargestellt. Die Futtermittelaufnahme (durchschnittlich 88,5 g pro Tier und Tag) in den Fütterungsgruppen verlief umgekehrt proportional zum ME-Gehalt der Futtermischungen. Somit kompensierten die Tiere der Gruppen 3 und 4 die geringeren ME-Gehalte der Futtermischungen in der Aufzucht- und Mastphase. Auf die gesamte Versuchszeit von 57 Tagen bezogen, ergab sich für die Gruppe 1 mit durchgehend hoher ME-Ausstattung sowie die Gruppe 4 mit durchgehend niedriger ME-Ausstattung nahezu die gleiche Aufnahme an Umsetzbarer Energie (jeweils 62 MJ ME/Tier). Hinsichtlich der Versorgung mit den beiden erstlimitierenden Aminosäuren Lysin und Methionin wurde in der Gruppe 4 im Vergleich zur Gruppe 1 ein Niveau von 93 % bzw. 90 % erreicht.

Die im Versuch erzielten Mast- und Schlachtleistungsergebnisse lagen für ökologische Erzeugungsbedingungen auf einem hohen Niveau. Während in der Aufzuchtphase alle vier Gruppen nahezu die gleichen Lebendmassen erzielten (Durchschnitt: 802 g/Tier), ergaben sich in der Mastphase statistisch abgesicherte Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Gruppe 1 wies signifikant höhere Endgewichte auf als die drei Vergleichsgruppen (Tab. 4). Die Gruppe 3 lag im Merkmal Endgewicht knapp 100 g (96 %) unter der Gruppe 1. Die Gruppen 2 und 4 erreichten 94 % bzw. 93 % des Gewichtsniveaus der Gruppe 1.

Der Futtermittelaufwand pro kg Zuwachs lag mit durchschnittlich 2,16 kg auf einem vergleichsweise günstigen Niveau. Wie aus Tabelle 4 zu entnehmen ist, ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

Die Überlegenheit der Gruppe 1 kommt auch in der Mehrzahl der Schlachtkörpermerkmale zum Ausdruck. So war diese Gruppe hinsichtlich Schlachtkörpergewicht und Brustgewicht den anderen Gruppen überlegen. Der Brustfleischanteil wurde ebenfalls von der Fütterung signifikant beeinflusst. Die Tiere der Gruppe 1 erzielten gegenüber den Vergleichstieren der Gruppe 4 in dem Teilstück Brust einen um 2 % höheren Fleischanteil bei einem um einen Prozentpunkt niedrigeren Fettanteil. In diesem veränderten Ansatz dokumentiert sich die bessere Versorgung der Gruppe 1 mit den beiden erstlimitierenden Aminosäuren Lysin und Methionin. Die Versorgung mit Methionin stellte in der Mastphase offenbar den das Wachstum begrenzenden Faktor dar. Während der Gruppe 1 rechnerisch 0,42 g Methionin pro Tier und Tag zur Verfügung standen, nahmen die Gruppen 2, 3 und 4 in diesem Abschnitt täglich 0,37; 0,38 respektive 0,35 g Methionin auf. Diese Reihenfolge spiegelt sich exakt in den End- bzw. Schlachtkörpergewichten der Gruppen wider (Tab. 4).

Tab. 4: Ergebnisse der Mastleistung sowie des Schlachtkörperwertes (LS-Mittelwerte und Standardfehler)

Merkmal		Gruppe				p <sup>1)</sup>
		1	2	3	4	
Futtermittelaufnahme (Aufzucht u. Mast)	g/d	87,5 <sup>ac</sup> ±1,29	84,2 <sup>a</sup> ±1,29	90,5 <sup>bc</sup> ±1,29	91,8 <sup>b</sup> ±1,29	***
Endgewicht	g	2377 <sup>a</sup> ±20,92	2231 <sup>bc</sup> ±20,92	2277 <sup>b</sup> ±20,92	2215 <sup>c</sup> ±20,92	***
Futtermittelaufwand pro kg Zuwachs (Aufzucht und Mast)	kg/kg	2,04 <sup>a</sup> ±0,03	2,09 <sup>ab</sup> ±0,03	2,19 <sup>b</sup> ±0,03	3,31 <sup>b</sup> ±0,03	***
Schlachtkörpergewicht	g	1651 <sup>a</sup> ±16,5	1555 <sup>b</sup> ±16,5	1563 <sup>b</sup> ±16,5	1497 <sup>c</sup> ±16,5	***
Schlachtausbeute	%	71,7 ±0,54	71,9 ±0,54	71,6 ±0,54	72,1 ±0,54	n.s.
Brustgewicht	g	479 <sup>a</sup> ±7,3	447 <sup>bc</sup> ±7,3	452 <sup>b</sup> ±7,3	427 <sup>c</sup> ±7,3	***
Abdominalfett	g	38 ±2,5	38 ±2,5	38 ±2,5	35 ±2,5	n.s.

<sup>1)</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit; n.s. = nicht signifikant, \*\*\* = höchst signifikant  
 Unterschiedliche Hochbuchstaben (<sup>a, b, c</sup>) kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen (p ≤ 0,05)

### 3 Putenmast

#### 3.1 Fragestellungen

Ziel eines Putenmastversuchs war es, folgende Fragen zu klären:

- Können Futtermischungen mit deutlich abgesenkten Energiegehalten (< 12 MJ ME/kg) sowie erniedrigten Gehalten an essentiellen Aminosäuren (EAS) (bei konstantem Verhältnis von EAS : ME) in der ökologischen Putenmast mit Erfolg eingesetzt werden?
- Wie reagieren langsam wachsende Herkünfte auf veränderte ME-Gehalte im Vergleich zu konventionellen Masthybriden (Genotyp-Umwelt-Interaktion)?
- Welche Veränderungen ergeben sich hinsichtlich des Schlachtwertes?

#### 3.2 Tiere, Material und Methoden

Der Mastversuch wurde mit 480 Eintagsküken durchgeführt. Hierbei wurden jeweils 120 männliche und 120 weibliche Tiere der Hybridzuchtunternehmen BUT (British United Turkeys) und KELLY-TURKEY-FARMS einbezogen. Die weiblichen Tiere wurden mit einem Alter von 18 bzw. 20 Wochen, die männlichen Tiere mit einem Alter von 22 Wochen geschlachtet. Die Aufzucht und Mast wurde in vier Phasen unterteilt: 1. bis 6. Woche, 7. bis 12. Woche, 13. bis 18. Woche und 19. bis 22. Woche (Tab. 5).

Tab. 5: Versuchsanordnung sowie geplante ME- und EAS-Gehalte der Alleinfuttermischungen in den Fütterungsphasen des Putenmastversuches

Merkmal	Phase			
	Aufzucht (0-6 Wo.)	Mast 1 (7-12 Wo.)	Mast 2 (13-18 Wo.)	Mast 3 (19-22 Wo.)
<b>Gruppe A</b>				
ME (MJ/kg)	11,0	11,6	12,0	12,0
Lysin (g/kg)	15,5	12,2	10,2	7,4
Methionin (g/kg)	6,1	5,0	4,6	3,6
<b>Gruppe B</b>				
ME (MJ/kg)	11,6	12,2	13,0	13,0
Lysin (g/kg)	16,4	12,8	11,1	8,1
Methionin (g/kg)	6,4	5,3	4,9	3,9

Es wurden zwei Intensitätsstufen (A und B) gebildet, die sich hinsichtlich der Gehalte an Umsetzbarer Energie (ME) sowie der wichtigsten essentiellen Aminosäuren (EAS) unterschieden. Die Tiere der Gruppe B erhielten Alleinfuttermischungen, die in ihrer ME-Ausstattung an konventionelle Mischungen angelehnt sind. Gegenüber den Empfehlungen der BUT (BUT 2002) für BIG 6-Genotypen wurden allerdings die EAS-Gehalte (Gramm EAS/MJ ME) in der Aufzuchtphase um 10 % sowie in den Mastphasen um 5 % abgesenkt. Die Empfehlungen zu den Relationen zwischen den wichtigsten EAS (Lysin, Methionin, Tryptophan, Threonin) wurden beachtet. In der Fütterungsgruppe A erfolgte ein Einsatz von Futtermischungen mit abgesenkten ME- und EAS-Gehalten. Gegenüber der Gruppe B lagen die ME-Gehalte der Mischungen um 5 bis 8 % niedriger. Auch die Gehalte für die wichtigsten AS liegen - bezogen auf g/kg Alleinfutter - unter den entsprechenden Gehaltswerten der Gruppe B (Tab. 5). Die Haltung der Tiere erfolgte in 24 Stallabteilen, so dass drei Wiederholungen pro Faktorstufe für die statistische Analyse zur Verfügung standen. Die Erfassung der Körpergewichte und Futtermittelmengen erfolgte im 14-tägigen Rhythmus. Die Rohstoffgehalte der Futtermischungen sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tab. 6: Zusammensetzung der Futtermischungen in der Aufzucht- und Mastphase von Mastputen aus ökologischer Erzeugung

Rohstoff	Phasen und Futtergruppen							
	1		2		3		4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Kartoffeleiweiß %	11,00	12,50	4,00	6,00	-	-	-	-
Maiskleber %	12,50	15,50	10,50	13,00	9,00	13,00	3,50	8,00
Sojabohnen %	5,00	17,00	10,00	14,00	13,00	20,00	8,00	11,00
Sojakuchen %	15,00	5,00	14,00	11,00	15,00	14,00	6,00	9,00
Erbsen %	5,00	8,00	6,00	4,00	-	-	-	-
Sonnenblumenkuchen %	15,00	10,00	14,00	5,00	16,00	5,00	25,00	10,00
Gerste %	19,70	10,00	-	-	-	-	-	-
Mais %	12,00	17,20	24,00	38,60	37,10	38,10	39,70	47,00
Weizen %	-	-	13,30	4,00	6,00	4,00	15,00	10,00
Sonnenblumenöl %	-	-	-	-	0,50	2,50	0,50	2,50
Mineralstoffmischung %	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Calciumphosphat %	2,50	2,50	2,10	2,30	1,40	1,40	0,50	0,80
Kohlens. Futterkalk %	1,70	1,70	1,50	1,50	1,40	1,40	1,20	1,10
Viehsalz %	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

### 3.3 Ergebnisse und Diskussion

Der Versuch verlief störungsfrei. Dies belegen auch die geringen Verluste von durchschnittlich 0,8 % (P 1-3, Hennen) bzw. 3,1 % (P 1- 4, Hähne).

In Abbildung 1 ist die Lebendmasseentwicklung der Tiere differenziert nach den Futtergruppen A und B dargestellt. Bis zur 18. Lebenswoche erreichten die Tiere beider Fütterungsvarianten ein durchschnittliches Körpergewicht von ca. 13 kg. Die vorliegenden Ergebnisse belegen, dass die eingesetzten ökologischen Futtermischungen geeignet sind, ein adäquates Wachstum von Mastputen zu ermöglichen. Abbildung 1 zeigt weiter, dass zwischen den Fütterungsgruppen keine Unterschiede in der Gewichtsentwicklung auftraten.

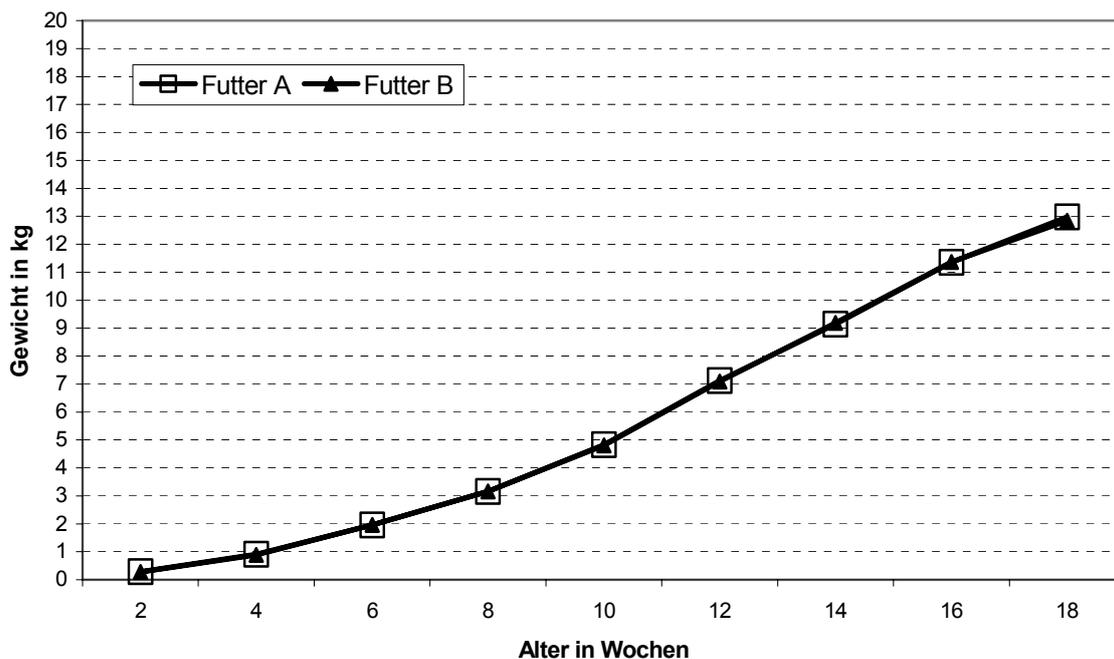


Abb. 1: Durchschnittliche Gewichtsentwicklung in den Fütterungsgruppen der ökologischen Putenmast (Geschlecht und Genetik zusammengefasst)

Die reduzierte Energieausstattung der Futtermischung A führte zu einer deutlich höheren Futteraufnahme (Abb. 2). Bei gleicher Gewichtsentwicklung kann festgehalten werden, dass die Tiere der Gruppe A eine vergleichbare Versorgung mit ME erreichten wie die Tiere der Gruppe B (Hähne: 717 MJ ME versus 722 MJ ME). Damit werden die Befunde aus der ökologischen Hähnchenmast bestätigt.

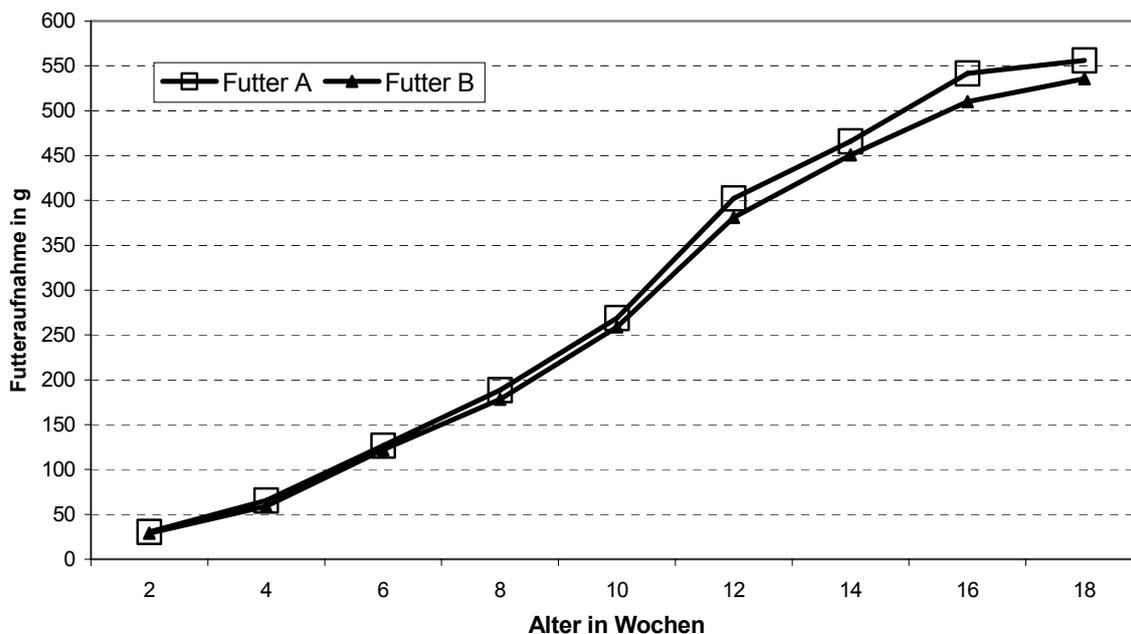


Abb. 2: Durchschnittliche tägliche Futteraufnahme in den Fütterungsgruppen der ökologischen Putenmast (Geschlecht und Genetik zusammengefasst)

Das Schlachtkörpergewicht, die wichtigsten Teilstückanteile des Schlachtkörpers und der Abdominalfettanteil sind in Tabelle 7 dokumentiert.

Tab. 7: Schlachtkörpergewicht und Teilstückanteile des Schlachtkörpers von Putenhähnen in den Fütterungsgruppen (beide Genotypen)

Merkmal		Fütterung		p <sup>1</sup>
		A	B	
Schlachtkörpergewicht (kalt)	g	16478	16342	n.s.
Schlachtausbeute	%	80,9	81,5	n.s.
Brust	%	41,4	40,4	*
Oberkeule	%	15,8	16,3	*
Unterkeule	%	11,8	11,8	n.s.
Rücken	%	15,5	16,0	n.s.
Flügel	%	9,0	9,1	n.s.
Abdominalfett	%	0,91	1,00	n.s.

<sup>1)</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit; n.s. = nicht signifikant, \* = signifikant

Zwischen den Fütterungsgruppen ergaben sich für die Merkmale Schlachtkörpergewicht und Schlachtausbeute keine gesicherten Unterschiede. Die Hähne der Fütterungsgruppe A wiesen gegenüber der Gruppe B höhere Brustfleischanteile im Schlachtkörper auf. Zusammengefasst betrachtet setzten die Hähne der Gruppe B 98 % der Fleischmasse von A an. Die Hähne der Gruppe A wiesen einen tendenziell niedrigeren Abdominalfettanteil auf. Somit kann für die Gruppe A ein erhöhter Fleisch- und ein verringerter Fettansatz konstatiert werden. Dieser Ansatz spiegelt die etwas bessere Versorgung der Gruppe A mit der Aminosäure Methionin wider. Die Methionin-Versorgung stellte offenbar den begrenzenden Faktor für den Fleischansatz dar. Während den Hähnen der Gruppe A rechnerisch 1,66 g Methionin pro Tier und Tag zur Verfügung standen, nahmen die Tiere der Gruppe B täglich 1,60 g Methionin auf. Die Aminosäure Lysin wirkte sich im vorliegenden Versuch nicht limitierend auf den Fleischansatz aus.

In Analogie zu den Ergebnissen der Mastleistung konnten auch für die Merkmale des Schlachtkörperwertes keine signifikanten Genotyp-Umwelt-Interaktionen ermittelt werden. Die Reduktion der Energiegehalte in der Ration A führte auch bei Hähnen des Genotyps BIG 6 nicht zu einer Abnahme der Brustfleischanteile.

## 4 Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden Ergebnissen beider Mastversuche lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Futtermischungen mit deutlich abgesenkten Energiegehalten ( $< 12$  MJ ME/kg) sowie erniedrigten Gehalten an essentiellen Aminosäuren (EAS) - bei konstantem Verhältnis von EAS zu ME - können in der ökologischen Hühner- und Putenmast mit Erfolg eingesetzt werden.
- Solche Mischungen ermöglichen für die Broilermast eine "100 %-Biofütterung", bei akzeptablen Mast- und Schlachtleistungsergebnissen sowie geringen Tierverlusten.

Für die ökologische Putenmast sind weitergehende Untersuchungen in Richtung "100 %-Biofütterung" erforderlich.

## Literatur

Bellof, G., Schmidt, E. und Ristic, M. (2005): Einfluss abgestufter Aminosäuren-Energie-Verhältnisse im Futter auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert einer langsam wachsenden Herkunft in der ökologischen Broilermast. Archiv für Geflügelkunde, 69, 252-260

BUT (2002): British United Turkeys Limited, (2002): B.U.T. Breeds.  
[www.but.co.uk/frame-breed.htm](http://www.but.co.uk/frame-breed.htm), Download vom 20.9.04

GfE – Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1999): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

Schmidt, E. und Bellof, G. (2006): Einsatz ökologisch erzeugter Proteinträger in der Putenmast. Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im ökologischen Landbau (Projekt-Nr. 03OE451)

WPSA - Working Group No. 2 - Nutrition (1984): The prediction of apparent metabolizable energy values for poultry in compound feeds. World's Poultry Sci. Journal, 181-182



# **Gruppenhaltung ferkelführender Sauen im Ökobetrieb**

## **Vergleich zweier unterschiedlicher Buchten**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Tierhaltung und Tierschutz

Martin Kühberger & Christina Jais

### **Zusammenfassung**

Von Februar 2004 bis März 2005 wurden zwei verschiedene Buchten zur Gruppenhaltung ferkelführender Sauen im Hinblick auf ihre Wirkung auf Produktionsleistung und Tierverhalten verglichen. Die „Kojenbucht“ wies eine Strukturierung in Einzelliegeplätze („Kojen“) und einen gemeinsamen Aktivitätsbereich auf. In der „Einraumbucht“ fehlte diese Unterteilung. Alle Sauen ferkelten einzeln in Bewegungsbuchten ab. Jeweils drei Sauen mit ihren Würfen wurden zusammengestellt, sobald der jüngste Wurf 10 Tage alt war. In beiden Gruppenbuchten wurden die Daten von jeweils sechs Sauengruppen erfasst.

Es traten keine Unterschiede zwischen den beiden Buchtenvarianten hinsichtlich Produktionsleistungen und Tierverhalten auf.

Im Durchschnitt wurden 11,2 Ferkel je Wurf lebend geboren. Bis zum 7. Lebenstag traten 12,4 % Ferkelverluste auf, von der Geburt bis zum 35. Lebenstag der Ferkel beliefen sich diese auf 13,2 %. Es traten keine Ferkelverluste auf, die durch die Gruppenhaltung verursacht worden waren. Das Geburtsgewicht lag im Schnitt bei 1579 g. Am 28. Lebenstag wogen die Ferkel 8464 g, was einer täglichen Zunahme von 246 g entspricht.

Die Sauen der Kojenbucht lagen nur zu rund 60 % der Gesamtliegezeit in den Liegekojen. Das Ziel, durch das Angebot von Liegekojen die Sauen zum Liegen und Säugen zu vereinzeln, wurde somit nicht uneingeschränkt erreicht. Pro Tag wurden in der 3. Laktationswoche 27,2 Säugeakte, in der 4. Laktationswoche 26,6 Säugeakte beobachtet. Die Synchronität der Säugeakte lag auf einem sehr hohen Niveau. Der Anteil der erfolgreichen Säugeakte mit Milchfluss lag bei 91,3 %.

### **Summary**

From February 2004 until March 2005 two different types of group housing systems for suckling sows were compared. Production criteria and animal behaviour were recorded. In one group housing system (“Kojenbucht”) the sows were offered separated lying areas with closed walls on three sides and open to the common activity area. In the other system (“Einraumbucht”) lying area and activity area were not divided. All sows farrowed in separated panels. As soon as the youngest litter was 10 days old, three sows and their litters were brought in one the two group housing systems. For each group housing system 6 groups of sows were recorded.

There were no differences in production criteria and in animal behaviour found between the two group housing systems.

On average 11.2 piglets were born alive per litter. Losses of piglets reached 12.4 % until day 7 and 13.2 % until day 35. No loss of piglets was caused by group housing. Average birth weight was 1579 g. At day 28 the piglets weighed 8464 g with an average daily weight gain of 246 g.

In the “Kojenbucht” the sows lay in the separated areas only for 60 % of total lying time. The aim to separate the sows when lying by offering them separated areas therefore was not totally reached. Per day 27.2 suckling acts were recorded in week 3 and 26.6 suckling acts in week 4. Suckling acts were highly synchronized. 91.3 % of all suckling acts were successfully (piglets received milk).

## 1 Problemstellung und Zielsetzung

Während sich bei der Wartesauenhaltung und auch im Deckbereich Gruppenhaltungssysteme in der Praxis etabliert haben, wird die Gruppenhaltung ferkelführender Sauen noch sehr kontrovers diskutiert. Untersuchungen zu verschiedenen Aspekten dieses Haltungssystems kommen hinsichtlich produktionstechnischer Ergebnisse, aber auch bezüglich der Tiergerechtigkeit dieses Haltungsverfahrens zu unterschiedlichen Bewertungen.

Schwierigkeiten ergeben sich insbesondere bei verstärktem Auftreten von fremdsaugenden Ferkeln und dadurch ausgelösten Störungen beim Säugeakt, die zu geringerem und uneinheitlichem Wachstum der Ferkel, zu Verletzungen und nachfolgenden Infektionen führen können.

Bei der Gruppenhaltung ferkelführender Sauen sind gleichzeitig die Ansprüche an das Management und die Beobachtung der Tiere sehr hoch.

In der vorliegenden Studie wurden zwei verschiedene Buchtentypen zur Gruppenhaltung ferkelführender Sauen verglichen. Es wurde geprüft, ob durch eine Strukturierung der Bucht in Liege- und Aktivitätsbereich der Anteil der Störungen bei den Säugeakten verringert werden kann und ob dadurch die Gewichtsentwicklung der Ferkel positiv beeinflusst wird. Versuchsbeschreibung, Ergebnisse und eine ausführliche Diskussion inklusive Literaturüberblick wurden 2006 als Heft 14 der LfL-Schriftenreihe (ISSN 1611-4159) veröffentlicht und sind auch im Internet ([www.LfL.bayern.de/publikationen/](http://www.LfL.bayern.de/publikationen/)) nachzulesen, (LfL 2006).

## 2 Versuchsbuchten und Versuchsablauf

Die so genannte „Kojenbucht“ wies eine Strukturierung in Einzelliegeplätze („Kojen“) und einen gemeinsamen Aktivitätsbereich für die Sauen auf. In der „Einraumbucht“ fehlte diese Unterteilung nach Liege- und Aktivitätsbereich. Die Sauen ferkelten einzeln in Bewegungsbuchten ab. Die Zusammenstallung von jeweils drei Sauen mit ihren Würfen erfolgte, sobald der jüngste Wurf 10 Tage alt war.

In beiden Gruppenbuchten wurden die Daten von jeweils sechs Sauengruppen erfasst. Der Versuchszeitraum erstreckte sich auf die Zeit von Februar 2004 bis März 2005. Es wurden sowohl produktionstechnische Daten (Aufzuchtergebnis, Verluste mit Ursachen, individuelle Ferkelgewichte) als auch Verhaltensparameter in der 3. und 4. Lebenswoche der Ferkel erfasst. Da es sich um ein nicht klimatisiertes Stallgebäude handelte, wurden begleitend die Stallklimadaten aufgenommen.

### 2.1 Beschreibung der „Kojenbucht“

Die Kojenbucht wies deutlich voneinander getrennte Funktionsbereiche auf (siehe Abb. 1 u. 2). Sie ließ sich unterteilen in den Liegebereich („Koje“) für die einzelnen Sauen mit angegliedertem Ferkelnest und den Aktivitätsbereich, in dem auch die Fütterung stattfand.

Die Liegebereiche waren durch Holzabtrennungen zu den Nachbarkojen hin und durch einen 12 cm hohen Holzbalken (Streuschwelle) zum Aktivitätsbereich hin abgegrenzt. Seitlich und im hinteren Bereich der Liegefläche waren Ferkelabweiser zum Schutz der Ferkel vor Erdrückung angebracht. Die Ferkelnester wurden lediglich mit Elektro-Infrarotstrahler beheizt. Die Liegefläche und die Ferkelnester wurden mit Stroh, der

Aktivitätsbereich wurde meist mit Sägespänen, zum Teil aber auch mit wenig Stroh, eingestreut.



Abb. 1: „Kojenbucht“ mit Aktivitätsbereich, Liegekojen der Sauen und Ferkelnester

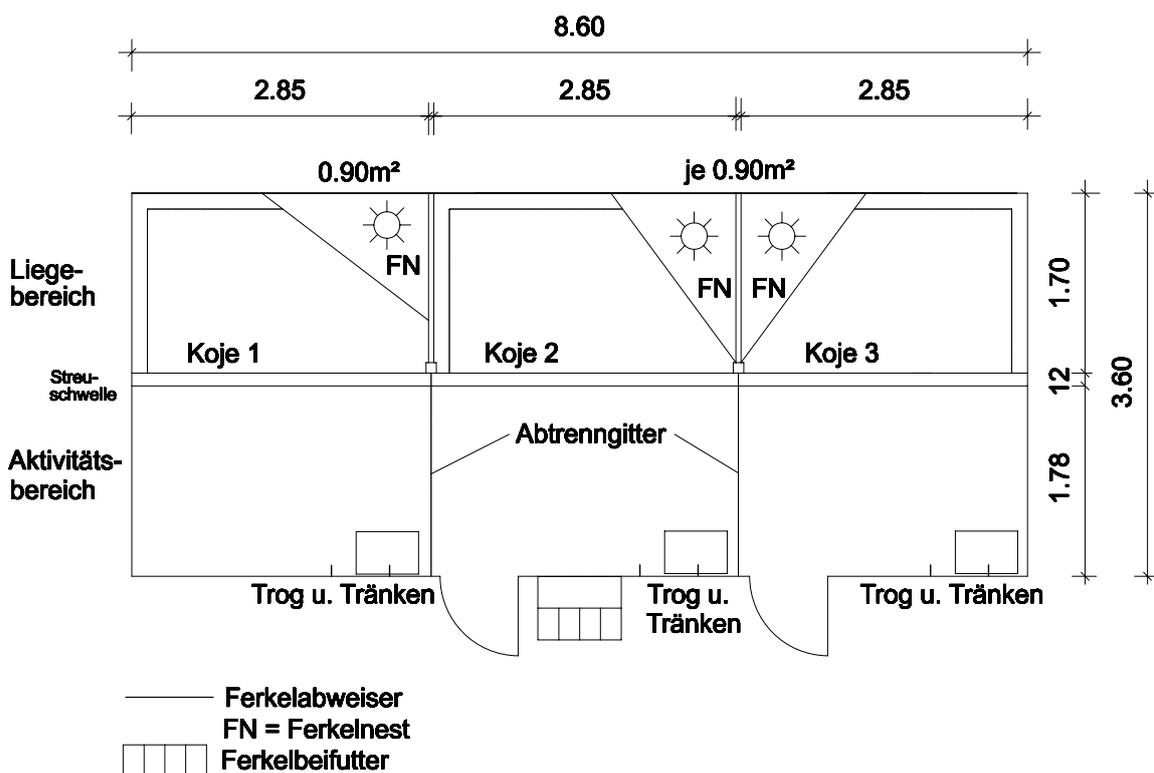


Abb. 2: Grundriss der „Kojenbucht“

Die Gruppenbucht konnte durch Abtrenngitter im Aktivitätsbereich in drei einzelne Bewegungsbuchten unterteilt werden. Die Sauen ferkelten in Einzelhaltung in diesen Bewegungsbuchten ab. Sobald der jüngste Wurf 10 Tage alt war, wurden die Abtrenngitter im Aktivitätsbereich entfernt. Den drei Sauen und ihren Würfen stand dann der gesamte Buchtenraum von rund 31 m<sup>2</sup> zur Verfügung.

## 2.2 Beschreibung der „Einraumbucht“

Die „Einraumbucht“ wies einen annähernd quadratischen Grundriss auf ohne weitere Unterteilung in Liege- und Aktivitätsbereich (s. Abb. 4). Die gesamte Bucht, inklusive Ferkelnest, wurde mit Stroh eingestreut. Ihre Gesamtfläche betrug rund 32 m<sup>2</sup>.

Die Sauengruppen wurden auch hier eingestallt, sobald der jüngste Wurf 10 Tage alt war. Im Unterschied zur Kojenbucht war die Einstallung in die Einraumbucht aber immer mit einem Ortswechsel der Tiere verbunden.



Abb. 3: „Einraumbucht“ mit Einstreu und Gruppenferkelnest: Unterschiedliches Liegeverhalten beim Säugen

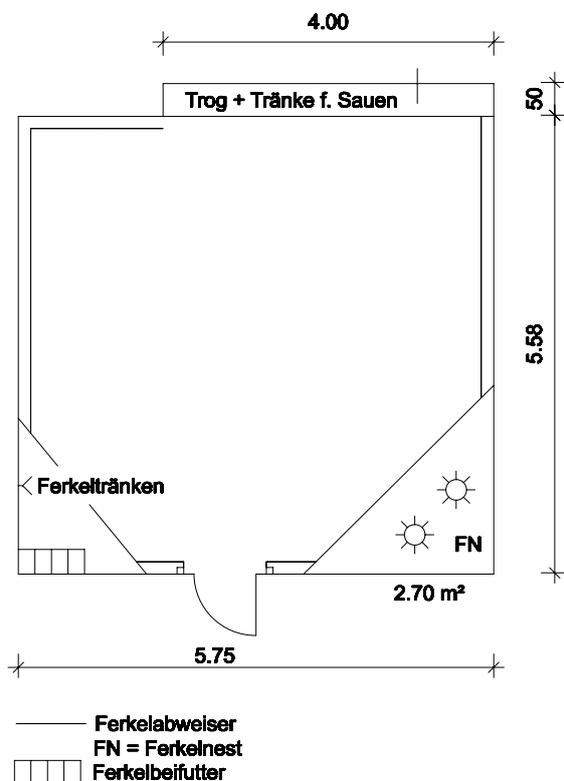


Abb. 4: Grundriss der „Einraumbucht“

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Abgesetzte Ferkel

Im Durchschnitt wurden von den 36 Sauen 11,2 Ferkel je Wurf lebend geboren. Bis zum 7. Lebenstag traten insgesamt 12,4 % Ferkelverluste auf. Die Spanne der Verlusten bis zum 7. Tag zwischen den Würfen lag relativ hoch, mit 0 % Verlusten (13 Würfe oder 36 % der Würfe) bis 53,3 % Verlusten (Tab. 1). Vom 7. bis zum 35. Lebenstag der Ferkel traten insgesamt noch einmal drei Verlustferkel auf, so dass sich die Gesamtverluste bis zum Absetzen auf 13,2 % beliefen. Es konnten somit 9,7 Ferkel je Wurf abgesetzt werden. In der Zeit des Gruppensäugens traten keine Ferkelverluste auf, die durch die Gruppenhaltung verursacht worden waren.

Tab. 1: Geborene / abgesetzte Ferkel aller 12 Versuchsdurchgänge (36 Würfe, Kojenbucht und Einraumbucht gemeinsam)

	Einheit	Schnitt $\pm$ s	Min	Max
Wurfzahl		3,47 $\pm$ 2,0	1	9
Lebend geborene Ferkel	Stck./Wurf	11,19 $\pm$ 2,49	6	16
Tot geborene Ferkel	Stck./Wurf	0,50	0	8
Verluste bis 7. Tag	Prozent	12,4 %	0 %	53,3 %
Ø Verlusttag	Alter in Tagen	1,38 $\pm$ 1,68		
Verluste bis 35. Tag	Prozent	13,2 %	0 %	54,5 %
Abgesetzte Ferkel	Stck./Wurf	9,72 $\pm$ 2,04	5	14

##### 3.1.1 Trittverletzungen

Trittverletzungen traten bei 2,3 % der abgesetzten Ferkel zu verschiedenen Zeitpunkten (die Hälfte davon in der Zeit der Gruppenhaltung) und mit unterschiedlich starker Auswirkung auf die Entwicklung der Ferkel auf.

Insbesondere der Zeitraum um die Zusammenstellung der ferkelführenden Sauen verdient hier besondere Aufmerksamkeit. In Gruppen, in denen Aggressionen zwischen den Muttertieren auftreten, sind besondere Gefährdungspotenziale gegeben.

##### 3.1.2 Gewichtsentwicklung der Ferkel

Von den 403 lebend geborenen Ferkeln aus 36 Würfen wurden, im Mittel am 38. Lebenstag, 350 Ferkel abgesetzt. Das Geburtsgewicht lag im Schnitt bei 1579 g. Am 28. Lebenstag hatten die Ferkel ein Gewicht von 8464 g erreicht, was einer täglichen Zunahme von 246 g entspricht (Tab. 2).

Tab. 2: Gewichtsentwicklung der Ferkel in den beiden Buchtenvarianten (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung)

	<b>Kojenbucht</b>	<b>Einraumbucht</b>	<b>Gesamt</b>
Ferkel <sup>1)</sup>	<b>162</b>	<b>177</b>	<b>339</b>
Geburtsgewicht (g)	<b>1560</b> $\pm 308$	<b>1596</b> $\pm 360$	<b>1579</b> $\pm 336$
28-Tage-Gewicht (g)	<b>8505</b> $\pm 1728$	<b>8427</b> $\pm 1713$	<b>8464</b> $\pm 1718$
Tageszunahmen 4 Wochen (g/Tag)	<b>248</b> $\pm 56$	<b>244</b> $\pm 53$	<b>246</b> $\pm 54$

<sup>1)</sup> Anzahl Ferkel in statistischer Auswertung

Die beiden Buchtenvarianten unterschieden sich bei den Tageszunahmen in den ersten vier Lebenswochen um lediglich 4 g. Für die erste, zweite und vierte Lebenswoche der Ferkel konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Buchtenvarianten festgestellt werden. Eine Ausnahme bildet die 3. Lebenswoche, in der sich ein signifikanter Vorteil der Kojenbucht bei den täglichen Gewichtszunahmen der Ferkel zeigte. Dieser kurzzeitige Vorteil der Kojenbucht mag auf das Beibehalten der vertrauten Umgebung zum Zeitpunkt der Gruppierung zurück zu führen sein. In der Einraumbucht war das Zusammenstellen in die Gruppe mit einem Ortswechsel für Sauen und Ferkel verbunden, was vorübergehend zu größerer Unruhe auch bei den Säugeakten führte. Bei Betrachtung des gesamten Einstellungszeitraumes im Gruppensäugesystem zeigen sich jedoch ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Buchtenvarianten.

Würfe, die bei niedrigeren Stalltemperaturen (unter 14 °C) eingestallt waren, zeigten in den ersten 3 Lebenswochen höhere Tageszunahmen als die Ferkel, die bei Stalltemperaturen über 14 °C eingestallt waren.

In beiden Buchten war ein Rückgang des Variationskoeffizienten (relative Streuung) der Ferkelgewichte der Einzelwürfe in der Zeit der Gruppenhaltung zu verzeichnen. Es kam also im Versuch in beiden Varianten zu einem „Zusammenwachsen“ der Wurfgeschwister. Wenn jedoch in Einzelwürfen Unregelmäßigkeiten (z.B. Durchfall der Ferkel, Gesäu-geentzündungen) oder auch vermehrte Auseinandersetzungen der gesäugten Ferkel (eigene oder Kämpfe mit Fremdferkeln) auftraten, wuchsen die Ferkel „auseinander“.

## 3.2 Verhaltensparameter

### 3.2.1 Akzeptanz der Liegekojen

Das Liegen/Ruhen der Sauen in der Kojenbucht fand durchschnittlich nur zu rund 60 % der Gesamtlichezeit in den Liegekojen statt. Bei höheren Temperaturen wurden die eingestreuten Liegekojen tendenziell weniger genutzt. Mit fortschreitender Laktation war eine Tendenz zu vermehrtem Zusammenliegen der Tiere zu beobachten.

Die vorgegebene Strukturierung der Kojenbucht in Liege- und Aktivitätsbereich wurde von den Tieren in der 3. und 4. Laktationswoche also nur unzureichend angenommen. Das Ziel, durch das Angebot von Liegekojen die Sauen zum Liegen und Säugen zu vereinzeln und dadurch eine Verringerung der Störungen beim Säugen zu erreichen, wurde somit nicht uneingeschränkt erreicht.

### 3.2.2 Anzahl und Verlauf der Säugeakte

Pro Tag wurden in der 3. Laktationswoche in beiden Buchtenvarianten 27,2 Säugeakte, in der 4. Laktationswoche 26,6 Säugeakte beobachtet. Es fand kein wesentlicher Rückgang der Säugeakte von der 3. zur 4. Laktationswoche statt. Das Säugeintervall betrug durchschnittlich 53 Minuten.

Die beobachtete Synchronität der Säugeakte (3 Sauen säugen gemeinsam) lag mit knapp 80 % in der 3. Laktationswoche und knapp 90 % in der 4. Laktationswoche in beiden Buchtenvarianten auf einem sehr hohen Niveau. Ein hohes Maß an Synchronität der Säugeakte führt zu ruhigeren Säugeakten und wirkt dem Auftreten von Fremdsaugern und Störungen durch Fremdferkel entgegen.

Im Durchschnitt der beiden Beobachtungstage und über beide Varianten hinweg lag der Anteil der erfolgreichen Säugeakte (mit Milchfluss) bei 91,3 %. Der Anteil der Säugeakte mit eindeutigem Milchfluss stieg in beiden Buchten von der 3. zur 4. Laktationswoche von knapp 90 % auf 93 % an.

In der Gesamtheit der Direktbeobachtungen wurden 75 % der Säugeakte durch das Muttertier beendet. Nur ein vergleichsweise geringer Prozentsatz von 2,3 % der Säugeakte wurde aufgrund des Einflusses einer anderen Sau beendet. Bei knapp 16 % der Säugeakte waren Fremdferkel der Auslöser für die Beendigung.

Beim Ablauf der Säugeakte (Säugeintervall, Synchronität, Dauer) zeigten sich keine Unterschiede zwischen den beiden Buchtenvarianten. Es wurden in der Einraumbucht zwar etwas mehr Säugeakte mit Beteiligung von Fremdferkeln bzw. Fremdsaugern und auch eine höhere Gesamtzahl von Fremdferkeln bei den Säugeakten beobachtet, jedoch zeigte dies keine Auswirkung bezüglich der beobachteten Störung der Säugeakte im Vergleich der beiden Buchten.

#### 3.2.2.1 Störung durch anwesende Fremdferkel

In vorliegender Untersuchung lag der Anteil der Säugeakte ohne jeglichen Einfluss von Fremdferkeln sehr hoch. In der Vor- und Nachmassage wurde bei 70 % der Säugeakte kein oder nur ein Fremdferkel registriert. Während des Milchflusses lag dieser Anteil bei knapp 90 %. Dementsprechend wurden auch relativ wenig Säugeakte in der Vormassage und beim Milchfluss aufgrund des Einflusses von Fremdferkeln abgebrochen. In der Nachmassage wurden rund 12 % der Säugeakte wegen anwesender Fremdferkel abgebrochen.

Bei Betrachtung aller Beobachtungen zeigt sich, dass mit steigender Anzahl von Fremdferkeln der Störungsgrad in allen drei Säugeaktphasen zunimmt. Treten in der Phase der Vormassage vermehrt Fremdferkel in Erscheinung, so sind negative Auswirkungen auf den Erfolg des Säugeakts zu erwarten.

#### 3.2.2.2 Fremdsauger

Insgesamt wurden 530 Säugeakte in den beiden Buchten an zwei Tagen (je ein Tag in der 3. und 4. Laktationswoche) beobachtet. Bei 81 Säugeakten bzw. 15,3 % der Gesamtbeobachtungen wurden Fremdsauger beobachtet.

Es wurden bei den Beobachtungen zusammengefasst über die beiden Buchtenvarianten in der 3. Laktationswoche 15 Fremdsauger (4,2 % der gesäugten Ferkel), in der 4. Laktationswoche 20 Fremdsauger (5,8 % der gesäugten Ferkel) beobachtet. Der Anteil der Fremdsauger an den einzelnen Beobachtungstagen erreichte Werte von 0 % bis 20 % der

gesäugten Ferkel. An 9 der insgesamt 24 Beobachtungstage (37,5 %) wurden keine Fremdsauger beobachtet. An 4 Beobachtungstagen wurden mehr als 10 % Fremdsauger beobachtet. Durchschnittlich betrug die Anzahl der fremdsaugenden Ferkel bei Säugeakten mit Fremdsaugern 1,2 Ferkel.

## 4 Schlussfolgerungen

### 4.1 Vergleich der Buchtensysteme

Da keine Unterschiede zwischen den beiden Buchtensystemen hinsichtlich Produktionsleistungen und Tierverhalten festgestellt wurden, muss sich im Einzelfall die Entscheidung für das Aufstallungssystem nach den einzelbetrieblichen Voraussetzungen unter Berücksichtigung der weiteren Vor- bzw. Nachteile der beiden Buchten richten.

Vorteile der Kojenbucht zeigen sich insbesondere bei der flexibleren Nutzung dieser Bucht, da eine Doppelnutzung als Einzelbucht für die Abferkelung und als Gruppenbucht für die spätere Säugezeit möglich ist. Da die Kojenbucht durch Zusammenfassung von drei einzelnen Bewegungsbuchten entstanden ist, können bei Bedarf in dieser Bucht Sauen mit ihren Würfen auch während der gesamten Säugezeit einzeln aufgestellt bleiben (Problemsauen, aggressive Tiere, ...). Gleichzeitig ist hier eine Umstellung der Tiere beim Zusammenstellen nicht notwendig - mit entsprechenden Vorteilen bezüglich einer geringeren Stressbelastung der Tiere, aber auch in arbeitswirtschaftlicher Hinsicht.

Da die vorgesehene Strukturierung in der Kojenbucht nur unzureichend angenommen wurde, kam es zum Teil zur Verschmutzung der Liegekojen. Als nachteilig bei der gewählten Buchtenaufteilung ist daher insbesondere der erhöhte Arbeitsaufwand für die Entmistung der Liegebereiche zu nennen.

In der Einraumbucht ist grundsätzlich eine flexiblere Grundrissgestaltung möglich, da sich die Buchtenform nicht an den Erfordernissen einer Abferkelbucht orientieren muss. Gleichzeitig können hier leichter die jeweiligen Funktionsbereiche für Sauen und Ferkel (z. B. Fressbereich, Ferkelnest) zusammengefasst und damit besser gestaltet werden. Da die Bucht nicht zur Abferkelung genutzt wird, können im Stallgebäude auch tiefere Temperaturen akzeptiert werden. Aufgrund der flexibleren Grundrissgestaltung und des weiteren Temperaturbereiches ist die Nutzung von Altgebäuden oder einfacheren Stallgebäuden besser möglich.

### 4.2 Empfehlungen zu Management und Buchtengestaltung

Die Beobachtungen im Versuch zeigen, dass beim Gruppensäugen unabhängig von der Buchtenvariante verschiedene tierindividuelle Verhaltensweisen zum Tragen kommen, die bei einer Einzelhaltung der Sauen weniger Bedeutung haben bzw. nicht in Erscheinung treten.

So zeigten sich bei den festgestellten Aktivitätsmustern, aber auch bei Anzahl und Dauer der Säugeakte starke tierindividuelle Unterschiede, die beispielsweise die Synchronität der Säugeakte und auch die Ruhe in der gesamten Gruppe maßgeblich beeinflussen können. Ein Einzeltier, welches im Verhaltensmuster stark von den weiteren Sauen der Gruppe abweicht, kann somit den Erfolg der gesamten eingestellten Gruppe in starkem Maße negativ beeinflussen. Auffällige Abweichungen von Einzelsauen im Säuge- oder Sozialverhalten können auch auf eine Überforderung des Tieres durch die Gruppensituation hinweisen (z. B. vermehrte Säugeakte im Stehen, Abbruch von Säugeakten bis zur Säugeverweigerung durch die Sauen). Hier ist eine sehr gute Beobachtungsgabe und entsprechende

Erfahrung des Betreuungspersonals gefragt, um im Einzelfall zu entscheiden, ob das betreffende Tier in der Gruppe verbleiben kann oder nicht.

Beim Gruppensäugen kommen auch die Muttereigenschaften der Einzeltiere stärker zum Tragen als in der Einzelhaltung mit Fixierung der Muttersau. Die Bereitschaft der Sauen, ihre Ferkel gegenüber dem Betreuungspersonal oder auch gegenüber anderen Sauen zu verteidigen, kann bei den Routinearbeiten eine erhebliche Gefahrenquelle darstellen. Bei der Planung von Gruppensäugebuchten sollten daher Fixiermöglichkeiten für die Sauen vorgesehen werden. Gleichzeitig sollte eine gewisse Anzahl von „Reserve-Einzelbuchten“ eingeplant werden, um Einzeltiere gesondert aufstallen zu können. Langfristig ist eine Selektion von Muttertieren mit guten Muttereigenschaften bei möglichst niedrigem Aggressionspotenzial nötig. Die jüngsten Ferkel sollten zum Zeitpunkt der Gruppenbildung wenigstens 10 Tage alt sein, der Altersunterschied zwischen den verschiedenen Würfen höchstens 5 Tage betragen.

Aus den Erfahrungen des Versuches lassen sich weitere Punkte definieren, die bei der Planung von Gruppensäugebuchten berücksichtigt werden sollten.

Folgende Elemente sind vorzusehen:

- Einzelfresstische für die Sauen: Sie ermöglichen eine tierindividuelle Fütterung und können als Fixiermöglichkeit für die Sauen genutzt werden (Verminderung Unfallrisiko!). Gleichzeitig führen gemeinsame Mahlzeiten bei einer Trogfütterung zu mehr Ruhe in der Gruppe und beim Säugen.
- Ein attraktiver, eingestreuter (gemeinsamer) Liegeplatz für die Sauen.
- Ein ausreichend großes, beheizbares (Gemeinschafts-) Ferkelnest in unmittelbarer Nähe zum Sauen-Liegeplatz. Ein breiter Ferkelschlupf zum Liegebereich der Sauen hin.
- Schieber o. ä. zum Verschließen des Ferkelnestes und zum Wegsperrern und Einfangen der Ferkel.
- Ein attraktiver Beifütterungsplatz, möglichst in der Nähe des Sauentroges. Die Grundsätze der Ferkelbeifütterung sind unbedingt zu beachten, z. B. Beifutter von höchster Qualität und Zusammensetzung, mehrmals tägliche, möglichst breitflächige Futtervorlage.
- Ein möglichst kompakter und übersichtlicher Grundriss der Bucht, insbesondere bei zusätzlichem Auslauf, um den Ferkeln das Finden der Mütter zu erleichtern.

Im Versuchsstall standen je Sau und Wurf etwa 10 m<sup>2</sup> Buchtenfläche im Stall zur Verfügung. Ein ausreichendes Platzangebot fördert die Ruhe in der Gruppe, da sich Einzeltiere notfalls besser ausweichen können. Generell sind Engstellen zu vermeiden, die im Umfeld von Trog und Tränke auftreten können, aber auch bei zu engen Gängen oder zu knapp bemessenem Liegebereich. Insbesondere bei Stallungen mit unterschiedlichen Klimazonen ist es notwendig, dass alle Sauen ihre Ferkel bequem im warmen Bereich säugen können. Die Gruppenhaltung ferkelführender Sauen stellt damit eher höhere Platzansprüche als die Einzelhaltung.

Abschließend soll noch einmal festgestellt werden, dass das Verfahren des Gruppensäugens nach den Erfahrungen dieses Versuchs noch höhere Anforderungen an Beobachtung und Management der Tiere stellt als die Einzelhaltung. Der Einfluss des Betreuungspersonals ist besonders hoch. Die Entscheidung für das Verfahren wie auch für die Buchtengestaltung muss sich an den einzelbetrieblichen Gegebenheiten orientieren.

# Innovative Milchvieh-Stallsysteme für den ökologischen Landbau

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik

Jochen Simon, Wolfgang Schön & Peter Stötzel

## Zusammenfassung

Stallanlagen gemäß EG-Öko-VO haben gegenüber konventionellen Anlagen einen wesentlich höheren Flächenanteil pro Tierplatz. Bei Milchviehställen ergibt sich dies vor allem über zusätzliche Auslaufflächen, die zunächst Mehrkosten verursachen. Um diese zu kompensieren, wurden unterschiedliche Stallbautypen auf Einsparpotenziale untersucht. Hauptkriterium waren dabei unterschiedliche Bauweisen bei Stallgebäuden und Anordnungsweisen bei Melkhäusern. Eine Kostenerhebung auf der Basis vorhandener Milchviehställe zeigt eine große Bandbreite (3.000-6.500 €/Kuhplatz ohne Eigenleistung) zwischen z. T. gleichen Systemen und lässt keine belastbaren Aussagen darüber zu, welche Baulösungen kostengünstiger sind. Deshalb wurden Modellkalkulationen zu unterschiedlichen Bau- und Anordnungsweisen auf der Grundlage einer einheitlichen Planung durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass durch zusätzliche Funktionsflächen wie einen Warte- bzw. Selektionsbereich zur Verbesserung der Arbeitsabläufe im Stall gleichzeitig das notwendige Flächenangebot gemäß EG-Öko-VO erreicht wird.

Im Vergleich der unterschiedlichen Bauweisen verringert sich bei mehrhäusigen Gebäude-lösungen der Investitionsbedarf um bis zu 30 - 33 %. Die wesentlichen Einsparungen werden durch die Wahl der Tragkonstruktion erzielt. Neben den reinen Baukosten sind bei der Bewertung der einzelnen Stallbauweisen auch noch andere Faktoren wie der mögliche Umfang an Eigenleistungen oder eine spätere Umnutzung zu berücksichtigen.

Die Anordnung des Melkhauses im Stall hat erhebliche Auswirkungen auf die Funktionalität. Integrierte Melkhäuser eignen sich bevorzugt in beengter Hoflage. Abgesehen von einer geringfügigen Flächeneinsparung zeigt die seitliche Anordnung des Melkhauses keine Vorteile hinsichtlich der Gebrauchsfähigkeit gegenüber der integrierten bzw. separaten Anordnung. Die separate Anordnung des Melkhauses ergibt für die gesamte Stallanlage die größte Flexibilität und Funktionalität. Bei gleichem Raumprogramm, gleicher Ausstattung und gleicher Größe ergeben sich für die Melkhäuser allein keine wesentlichen Kostenunterschiede zwischen den Varianten. Mehrkosten entstehen bei der integrierten Anordnung vor allem durch die teurere Überdachung des Melkhauses und die Überdachung des Wartebereiches. Darüber hinaus führen zusätzliche Funktionsflächen vor dem Melkhaus für den Fressgang und Futtertisch zu höheren Kosten. Auf Grund der funktionalen Vorteile ist eine separate Anordnung auch bei kleineren Anlagen in Betracht zu ziehen.

## Summary

Dairy farms in accordance with the EU Regulation on Organic Farming allocate significantly more space per animal than those of conventional farms. In dairy stables mainly larger open yards are provided causing higher investment costs. For their compensation in terms of cost reduction different construction types of stables were investigated.

The study focussed on the different construction systems of stables and arrangements of milking houses. A cost survey of existing stables for dairy cattle shows a wide scope (3,000-6,500 € per milk cow without internal labour) of partly the same systems, not allowing reliable statements on the most cost-effective construction systems. Therefore model calculations were conducted comparing different types of construction and arrangements on the base of a standardised plan.

The results indicate that stable solutions with additional waiting and selection areas optimise working conditions and at the same time comply with the open space demands of the EU Regulation.

The comparison of different construction methods shows that cow kennel solutions reduce investment needs by up to 30 - 33 % compared to single house stables. Generally the most significant cost saving factor is the supporting structure of the stable. Beside these costs, however, the evaluation should also consider other factors such as the possible amount of personal contribution or options for future modifications and conversions. The allocation of the milking house in the stable decisively influences functionality. Integrated milking houses are particularly useful in narrow locations. Apart from a minimal area reduction the side-by-side arrangement of the milking-house shows no functional advantage compared to integrated or separated layouts. Separated milking-houses show best usability and functionality. On the condition of the same space allocation, same equipment and size the study shows no significant cost difference of the milking-house itself. Higher costs of integrated solutions mainly originate from more expensive roof constructions of the milking house and from a roof covering of the waiting area. Finally, additional areas for feeding table and corridor lead to higher costs. Based on the functional advantages the separated location of the milking house should also be considered for smaller farms.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

In den Jahren 2005 und 2006 ist der Umsatz an Öko-Lebensmitteln um ca. 15 % jährlich gestiegen. Nach Einschätzung von Marktexperten kann von einem weiteren Anstieg des Bedarfes in den nächsten Jahren ausgegangen werden. In Folge dessen kann derzeit im Milchsektor die Nachfrage über die in Deutschland verfügbaren Erzeugerkapazitäten nicht mehr gedeckt werden, wobei schon ab 2007 mit einer Vergrößerung dieser Marktlücke zu rechnen ist. Der erhöhten Verbrauchernachfrage stehen Produktionsweisen in der ökologischen Tierhaltung gegenüber, die häufig auf der Grundlage veralteter Wirtschaftsgebäude und Haltungstechniken basieren. In Bayern werden nach Aussagen der Verbandsberatung speziell im Alpenvorland noch rund 60 % der Kühe auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Anbindeställen mit Weidegang gehalten. Nach dem derzeitigen Stand der Gesetzgebung läuft 2010 die Übergangsregelung gemäß VO EWG 2092/91 (EG-Öko-VO) für die Betriebe mit Anbindehaltung in Verbund mit Sommerweidegang aus, so dass die Haltung in Laufställen, außer für Kleinbetriebe mit Weidegang und Winterauslauf (2 mal wöchentlich), Pflicht wird. Um auf den Markt zu reagieren, die Haltungsrichtlinien erfüllen zu können und insgesamt konkurrenzfähig zu bleiben, stehen viele Landwirte vor allem mit kleineren Betrieben vor der Entscheidung, vorhandene Ställe umzubauen oder zu erweitern bzw. neue Gebäude zu errichten. Baumaßnahmen sind jedoch mit einem erheblichen finanziellen Aufwand verbunden. So müssen für Neubauten im Milchviehbereich je nach Bestandsgröße zwischen 250.000 € - 350.000 €/Arbeitskraft investiert werden. Im Hinblick auf die Standortsicherung der ökologischen Milchproduktion, die finanzielle Belastung durch Baumaßnahmen und die geringen Gewinnspannen in der landwirtschaftlichen Produktion ist es daher notwendig, auf kostengünstige Lösungen zurückzugreifen bzw. diese weiterzuentwickeln, die darüber hinaus eine arbeitswirtschaftlich effiziente Milchproduktion ermöglichen und dabei den artgemäßen Bedürfnissen der Kühe entsprechen.

Neben dem Investitionsbedarf muss ein weiteres Hauptaugenmerk auf die Zahl der verfügbaren Arbeitskräfte in den Betrieben gerichtet werden. Sind heute noch durchschnittlich 1,5 Familienarbeitskräfte auf den Betrieben beschäftigt (Bayerischer Agrarbericht, 2004), so müssen künftig die anfallenden Arbeiten bei Vollerwerbsbetrieben mit einer Größenordnung von 50 – 80 Kühen im Wesentlichen durch eine Arbeitskraft erledigt werden. Entscheidend für eine optimierte Arbeitswirtschaft ist die Anordnung der Funktionsbereiche im Stall. Dies betrifft insbesondere die Lage des Melkhauses mit allen vor- und nachgeschalteten Funktionsräumen und -flächen (Wartebereich, Selektions- und Abkalbbereich) sowie die Organisation der Funktionsachsen im Stall (Fütterung, Entmistung). Bei der Analyse von Praxisbetrieben findet sich z. B. erst bei wenigen Neubauten ein eigener Selektionsbereich. Dieses Defizit macht sich nach Aussage befragter Landwirte dann bemerkbar, wenn beispielsweise die bisher in den Betriebsablauf integrierten Eltern altersbedingt nicht mehr aktiv am Betriebsgeschehen teilnehmen können.

Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung des Investitionsbedarfs und die Beurteilung der Gebrauchsfähigkeit unterschiedlicher Bauweisen von Milchviehställen (einhäusig / mehrhäusig) sowie unterschiedlicher Anordnungsweisen des Melkhauses (integriert / seitlich / separat) in Verbindung mit dem Gesichtspunkt der höheren Flächenanforderungen gemäß EG-Öko-VO. Im Rahmen einer umfassenden Dokumentation bestehender Milchviehbetriebe und dem Vergleich der Baukosten von realisierten Projekten haben sich von Betrieb zu Betrieb erhebliche Abweichungen ergeben, so dass aus einer Analyse dieser Vorhaben keine allgemein gültigen Hinweise gezogen werden konnten. Um Kostenunter-

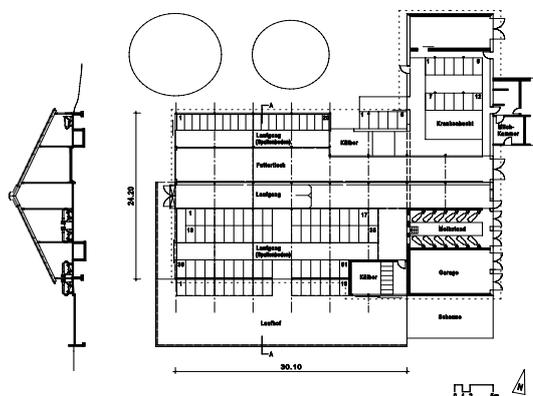
schiede und Einsparmöglichkeiten durch unterschiedliche Bau- und Anordnungsweisen systematisch untersuchen zu können, wurden deshalb standardisierte Modellplanungen erstellt, die sich an realisierten Beispielen aus der Praxis orientieren.

Der Investitionsbedarf für diese Modellplanungen wurde über Angebote von bauausführenden Firmen sowie durch eine eigene Kostenberechnung ermittelt. Durch diese Vorgehensweise wird ein objektiverer Vergleich möglich. Der Begriff Baukosten, wie er in der DIN 276 (1993) definiert wird, bezeichnet dabei alle baulichen Aufwendungen, die zur Realisierung eines Projektes notwendig sind. Aus landwirtschaftlicher Sicht ist dies dem Investitionsbedarf gleichzusetzen. Beide Begriffe werden daher synonym verwendet.

## 2 Untersuchung bestehender Praxisbetriebe

Um den Investitionsbedarf unterschiedlicher Baulösungen zu ermitteln, wurden zunächst realisierte und abgerechnete Projekte ausgewertet. Bei einer Kostenspanne von 3.000 bis 6.500 €/Kuhplatz (ohne Eigenleistungsanteil) konnten keine belastbaren Vergleichszahlen ermittelt werden (Simon et al. 2006). Der Grund dafür liegt in der unterschiedlichen baulich-technischen Ausstattung, dem unterschiedlichen Anteil an Eigenleistungsstunden, am Verhandlungsgeschick des Bauherren, z. T. erheblichen Preisnachlässen bei Basispositionen wie Stahl, Beton o. ä., der allgemeinen konjunkturellen Lage im jeweiligen Gestehungsjahr und der Region. Aus dieser umfassenden Bestandsaufnahme sollen folgende Beispiele von aktuellen Projekten im Ökolandbau einen Überblick geben (Abb. 1 – 3).

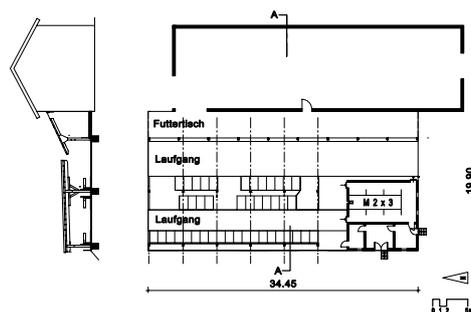
### Einhäusige Stallgebäude



Fertigstellung		2001 (Mitglied bei Biokreis seit 1999)
Grundfläche / Fläche pro Tierplatz		30,10 x 24,20 m / 15,2 m <sup>2</sup> pro TP (davon nicht überdacht 5,4 m <sup>2</sup> )
Milchviehplätze		60 mit 43 Jungviehplätzen
Fressplatz- / Tiervershältnis		1 : 1 (keine Gruppenfütterung)
Melkhaus		im Bestandsgebäude, 2 x 6 FGM
Wartebereich		nicht vorhanden
Abkalbebereich		im Stall
Selektionsbereich		separater Bereich im Altbestand
Gebäude	Halle	Satteldach – Ziegeleindeckung
Konstruktion	Halle	Stützen seitlich/mittig – Stahl
		Pfetten / Sparren – Holz
Kosten/TP bzw. m <sup>2</sup> (netto)		3.950,-€ / TP bzw. 257,-€ / m <sup>2</sup> (ohne Fahrsilo/Güllegrube)
Eigenleistungsanteil		1.500 Stunden (gem. Angaben Betriebsleiter)

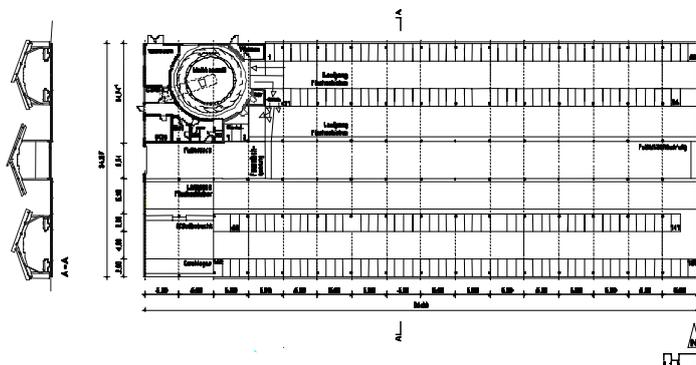
Abb. 1: Betrieb MV 18 (Bayern) mit Ansicht, Grundriss und Schnitt

### Mehrhäusige Stallgebäude



Fertigstellung	2002 (Mitglied bei Naturland seit 1986)	
Grundfläche / Fläche pro Tierplatz	34,45 x 19,90 m / 11,2 m <sup>2</sup> pro TP (davon nicht überdacht 1,2 m <sup>2</sup> )	
Milchviehplätze	40 ohne Nachzucht (bei 43 Liegeplätzen)	
Fressplatz- / Tierverhältnis	1 : 1 (keine Gruppenfütterung)	
Melkhaus	integriert, 2 x 3 ATM	
Wartebereich	nicht vorhanden	
Abkalbbereich	im Stall	
Selektionsbereich	nicht vorhanden	
Gebäude	Liegehalle	Flachdach – Extensivbegrünung
	Futtertisch	Pultdach – Trapezblecheindeckung
Konstruktion	Liegehalle	Einbündiger Rahmen – Holz
	Futtertisch	Kragträger – Holz
Kosten/TP bzw. m <sup>2</sup> (netto)	4.950€ / TP bzw. 247,-€ / m <sup>2</sup> (ohne Fahrsilo/Güllegrube)	
Eigenleistung	1.230 Stunden (gem. Angaben Betriebsleiter)	

Abb. 2: Betrieb MV 5 (Bayern) mit Ansicht, Grundriss und Schnitt

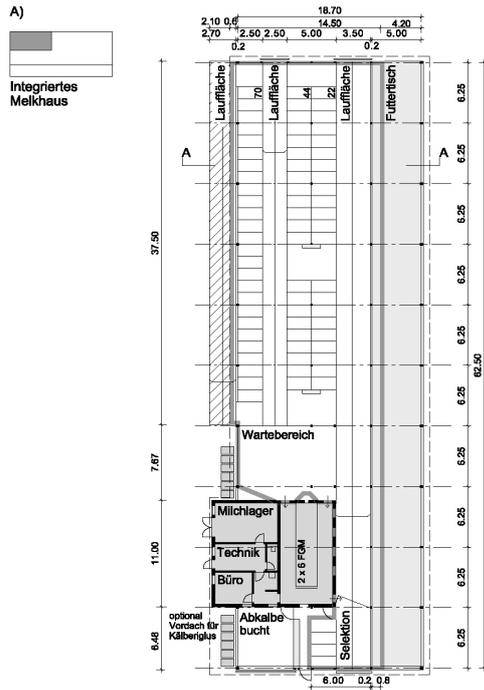


Fertigstellung	2005 (Betriebsausrichtung gem. EG-Öko-VO seit 1990)	
Grundfläche / Fläche pro Tierplatz	80,00 x 34,27 m / 11,6 m <sup>2</sup> pro TP (davon nicht überdacht 1,3 m <sup>2</sup> )	
Milchviehplätze	derzeit 180 (Stallkapazität 197)	
Fressplatz- / Tierverhältnis	1 : 1 (Gruppenfütterung möglich)	
Melkhaus	integriert, 20er RMS	
Wartebereich	nicht vorhanden	
Abkalbbereich	im Stall	
Selektionsbereich	seitlich des Melkstands	
Gebäude	Liegehalle	Satteldach – Ziegeleindeckung
	Futtertisch	Satteldach – Ziegeleindeckung
Konstruktion	Liegehalle	Zweigenrahmen – Holz
	Futtertisch	Stützen eingespannt – Stahl
		Pendelstützen – Holz
		Binder – Holz
Kosten/TP bzw. m <sup>2</sup> (netto)	4.880€ / TP bzw. 473,-€ / m <sup>2</sup> (ohne Fahrsilo, Güllebehälter)	
Eigenleistung	keine Eigenleistung (gem. Angaben Betriebsleiter)	

Abb. 3: Betrieb MV 19 (Bayern) mit Ansicht, Grundriss und Schnitt

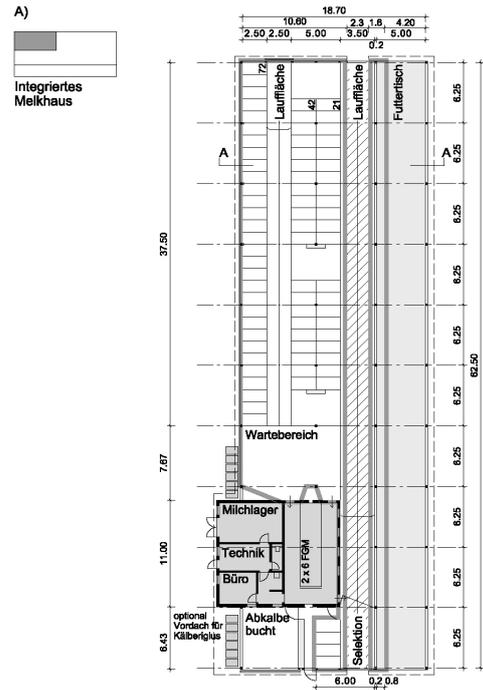
### Bau- und Anordnungsweisen bei Modellplanungen

Da über realisierte Projekte keine belastbaren Kostendaten ermittelt werden konnten, wurden Modellplanungen erstellt (Abb. 4). Diese basieren auf dem Grundriss eines Laufstalls mit 3-reihiger Liegeboxenanordnung für ca. 70 Plätze (= ca. 84 GV). Die Zahl der Tierplätze schwankt je nach Anordnungsweise des Melkhauses durch die sich daraus ergebenden notwendigen Übergänge. Mit dem Selektions- und Abkalbbereich werden für diese Anzahl an Tierplätzen 7 Binderfelder benötigt. Für die Planungsbeispiele im Rahmen dieser Untersuchung wurde eine ganzjährige Stallhaltung im Laufstall angenommen, so dass gem. EG-Öko-VO, Anhang VIII für Milchvieh 6,0 m<sup>2</sup> Stallmindestfläche/TP und 4,5 m<sup>2</sup> Auslauffläche/TP (außerhalb des Stalles) festgelegt sind. Auslaufflächen können nach den Festlegungen in Bayern (LfL 2006) bis zu 75 % (= 3,375 m<sup>2</sup>/TP) überdacht sein. Bei Stallanlagen, „bei denen eine eindeutige Zuordnung von Stall-Innen- und Stall-Außenflächen nicht möglich ist“, können diese beiden Flächenanteile zusammengefasst werden. Damit ist es möglich, das gesamte Flächenangebot im Stall (z. B. Warte- bzw. Selektionsbereich) in diese 10,5 m<sup>2</sup> Fläche einzurechnen. Voraussetzung ist, dass diese Flächen über den Melkbetrieb hinaus ganztägig zur Verfügung stehen. Gleichfalls mit eingerechnet werden kann der Futtertisch auf eine Tiefe von 0,80 m (= Trogtiefe) über die für die Herde nutzbare Länge. Diese Anrechnung ist bei Offenfrontställen mit einseitigem Futtertisch und vollständig zu öffnenden Traufwänden (bis auf eine Wandverschalung mit ca. 1,25 m Höhe) möglich. Gleiches gilt für mehrhäusige Anlagen sowie Cuccettenställe. Der Abkalbbereich kann in diese Flächenbilanz nicht mit einbezogen werden, da er dem Rest der Herde funktionsbedingt nicht zur Verfügung steht. Die Zahl der hier vorgesehenen Plätze ist aber der Gesamttierzahl im Stall anrechenbar. Die hier zur Verfügung stehenden Flächen entsprechen der Literatur (ALB 2006). Bei einhäusigen Anlagen mit innenliegendem Futtertisch und beiderseitig angeordneten Liegebereichen bzw. anderer Wandgestaltung und -ausführung ist diese Zusammenfassung der Flächen nicht möglich, so dass die vollen 4,5 m<sup>2</sup> als separate Auslauffläche (davon 25 % nicht überdacht) zur Verfügung stehen müssen. Die, über 6,0 m<sup>2</sup> hinausgehende Funktionsflächen im Stall können also nicht in die Gesamtflächenbilanz mit eingerechnet werden. Die Grundrisse werden mit unterschiedlichen Bauweisen für die Tragkonstruktion (ein- bzw. mehrhäusig) und Anordnungsweisen für das Melkhaus ((A) = integriert, B) = seitlich und C) = separat) kombiniert. Bei einer Laufgangbreite von 2,50 m zwischen den Liegeboxen, einer Fressgang-Breite von 3,50 m am Futtertisch und den genannten zusätzlichen Funktionsflächen (Warte-, Selektionsbereich) ergeben sich die geforderten Flächen gem. EG-Öko-VO. Bei den mehrhäusigen Lösungen sind somit keine zusätzlichen Auslaufflächen mehr nötig. Bei den einhäusigen Lösungen, die in dieser Untersuchung die Kriterien der Offenfrontställe erfüllen, wird zwar die geforderte Gesamtfläche im Stall erreicht, nicht jedoch die nicht überdachte Auslauffläche. Dies macht die zusätzliche Anordnung eines Laufhofes notwendig. Um Kosten zu sparen, könnten die zusätzlichen Funktionsflächen für den Warte- bzw. Selektionsbereich reduziert werden. Im Hinblick auf die Behornung der Tiere bleibt es dem Landwirt vorbehalten, dieses Flächenangebot zur Vermeidung von Konflikten durch Rangordnungsstreitigkeiten zu erhöhen. Bei einer angenommenen Fressplatzbreite von 0,85 m (Behornung) ergibt sich für die Varianten A) auf Grund der zusätzlichen Fressplätze vor dem Melkhaus ein Fressplatz : Tierverhältnis von ca. 1 : 1. Bei B) bzw. C) reduziert sich dieses auf ca. 1 : 1,6. Bei ganztägiger Futtevorlage wird dies jedoch sowohl bei Grünfutter- als auch TMR-Vorlage als unproblematisch angesehen. Sind z. B. aus Förderungsgründen zusätzliche Fressplätze notwendig, dann können diese außerhalb des Gebäudes durch Verlängerung des Futtertisches geschaffen werden.



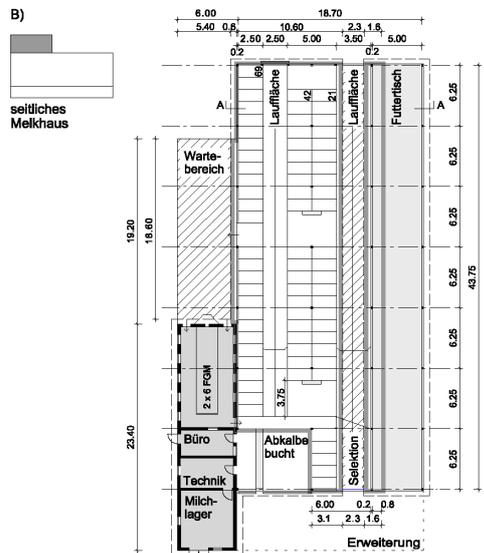
841 m<sup>2</sup> Stallfläche (12,6 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 762 m<sup>2</sup> überdachte Fläche (11,4 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 79 m<sup>2</sup> nicht überdachte Fläche (1,2 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)

3-Reiher mit 2x6 FGM für ca. 67 Kühe + 3 Abkalbplätze



740 m<sup>2</sup> Stallfläche (10,7 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 596 m<sup>2</sup> überdachte Fläche (8,6 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 144 m<sup>2</sup> nicht überdachte Fläche (2,1 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)

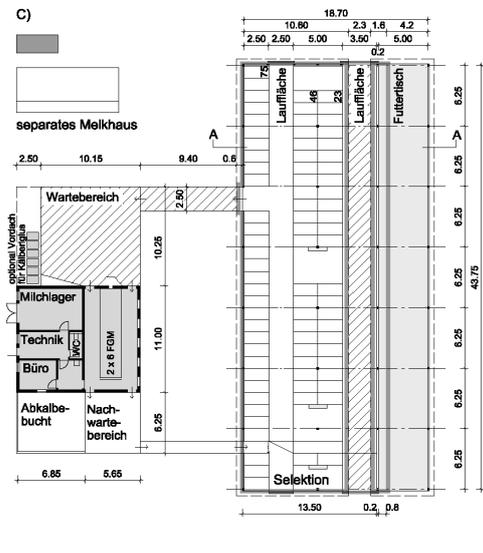
3-Reiher mit 2x6 FGM für ca. 69 Kühe + 3 Abkalbplätze



699 m<sup>2</sup> Stallfläche (10,6 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 498 m<sup>2</sup> überdachte Fläche (7,5 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 201 m<sup>2</sup> nicht überdachte Fläche (3,1 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)

699 m<sup>2</sup> Stallfläche (10,6 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 598 m<sup>2</sup> überdachte Fläche (9,1 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 100 m<sup>2</sup> nicht überdachte Fläche (1,5 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)

3 - Reiher mit 2 X 6 FGM für 66 Kühe + 3 Abkalbplätze



759 m<sup>2</sup> Stallfläche (10,5 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 536 m<sup>2</sup> überdachte Fläche (7,4 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 223 m<sup>2</sup> nicht überdachte Fläche (3,1 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)

759 m<sup>2</sup> Stallfläche (10,5 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 636 m<sup>2</sup> überdachte Fläche (8,8 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)  
 123 m<sup>2</sup> nicht überdachte Fläche (1,7 m<sup>2</sup>/ Tierplatz)

3 - Reiher mit 2 X 6 FGM für 72 Kühe + 3 Abkalbplätze

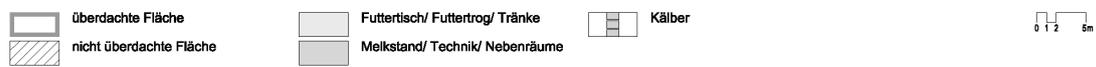


Abb. 4: Grundrissvarianten mit integriertem, seitlichem und separatem Melkhaus in Kombination mit unterschiedlichen Bauweisen (mehr- / einhäusig)

## 2.1 Stallanlagen in einhäusiger Bauweise

Im Hinblick auf Konstruktion und Anordnung einzelner baulicher Funktionseinheiten werden als Grundtypen ein- und mehrhäusige Stallanlagen unterschieden. Zwar sind mehrehäusige Ställe in Bayern noch nicht sehr häufig verbreitet (ca. 13 % der LKV-Betriebe, LKV 2005), doch ist davon auszugehen, dass diese Bauweise in Zukunft eine stärkere Verbreitung finden wird.

Bei einhäusigen Stallgebäuden werden die Funktionen Liegen, Laufen, Fressen und Futtervorlage in einem Gebäude zusammengefasst, mit der Konsequenz, dass zunehmend größere bauliche Anlagen entstehen. Die Anforderungen an die Flächen gem. EG-Öko-VO, insbesondere den nicht überdachten Auslaufflächen, wurden bereits beschrieben. Das Melkhaus kann bei allen Bauweisen integriert, seitlich oder als freistehendes Gebäude ausgeführt werden.

Für die Tragkonstruktion (Abb. 5) finden sich zum einen Stützenkonstruktionen mit Pfetten oder Bindern bzw. Rahmen (Modelle II/3), die zur Verringerung der Spannweiten zusätzliche Stützen erhalten. Soll das Gebäudeinnere stützenfrei ausgeführt sein, sind auf Grund der dadurch entstehenden Spannweiten Tragwerke z. B. mit Bindern in Fachwerkbauweise, mit Zugband oder als 2- bzw. 3-Gelenk-Rahmen (Modell III/3a) notwendig. Ein Pfettendachstuhl bzw. eingespannte Stützen mit freitragendem Trapezblech sind bei diesen Spannweiten konstruktiv nicht ausführbar. Relativ neu im landwirtschaftlichen Bauen sind Bogenkonstruktionen in Stahlleichtbauweise mit Folieneindeckung (Modell III/3b), die in unserer Region bei ersten Projekten eingesetzt werden.

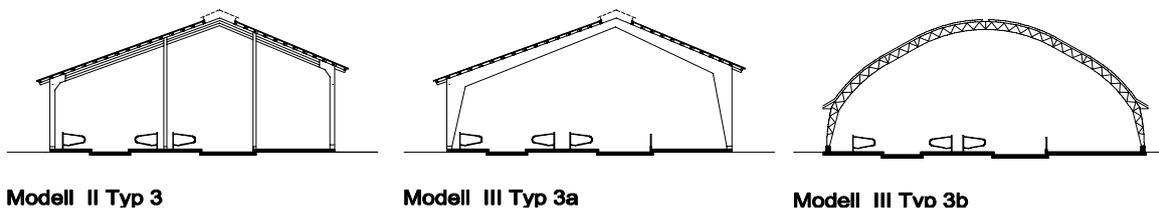


Abb. 5: Einhäusige Stallanlagen in unterschiedlichen Konstruktionsweisen

## 2.2 Stallanlagen in mehrehäusiger Bauweise

Bei mehrehäusigen Anlagen sind die Funktionseinheiten der Liegehalle, Laufgänge, Fressplatz und Futtertisch in mehrere Baukörper aufgeteilt. Im Hinblick auf trockene Liegeflächen und den Schutz des Futters vor direkten Witterungseinflüssen werden diese Bereiche überdacht, wohingegen Laufflächen zum Teil keine Überdachung erhalten. Hier können sich die Tiere dem Außenklimareiz direkt aussetzen (Zähler et al. 2000). Diese Bereiche erfüllen die Kriterien der EG-Öko-VO als nicht überdachte Auslaufflächen. Die Möglichkeiten der Anordnung des Melkhauses entsprechen den mehrehäusigen Lösungen.

Als Konstruktionsweisen für die Tragwerke dieser mehrehäusigen Stallanlagen werden Stützenkonstruktionen mit Pfetten (Modelle I/1a und 1b) oder Bindern bzw. Rahmen (Modell I/3) angenommen (Abb. 6). Bei den Pfettendach-Konstruktionen kann die Aussteifung der Tragwerke über Windverbände (Modell I/1a) oder eingespannte Stützen (Modell I/1b) erfolgen. Modell I/1a ist speziell als Rundholzkonstruktion konzipiert. Kennzeichnend für mehrehäusige Anlagen sind die auf die reinen Funktionsmaße reduzierte Bauhöhe und geringe Spannweiten.

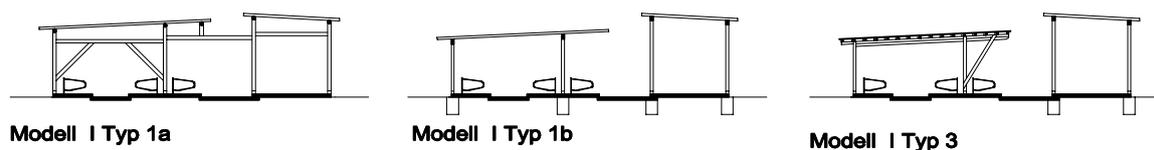


Abb. 6: Mehrhäusige Stallanlagen in unterschiedlichen Konstruktionsweisen

### 3 Anordnungsweisen von Melkhäusern

In Milchviehställen nimmt der Melkstand mit Nebenräumen (Milchlagerraum, Technikraum, Büro, WC) eine zentrale Stellung ein. Bei der Zuordnung zur Liegehalle werden in der Praxis unterschiedliche Varianten (integriert, seitlich, separat) ausgeführt. Ausstattung und Flächen für Melkstände und Nebenräume sind in der Literatur umfassend beschrieben (ALB 2005a, 2005b) und werden im Rahmen dieser Arbeit nur an Hand der wichtigsten Kriterien beschrieben.

Bei der Planung des Melkstands ist zunächst die Art und Größe ein wichtiger Gesichtspunkt. Einzelne Melkstandtypen werden im Rahmen dieser Arbeit nicht bewertet. Für die Musterplanungen wurde ein auf 2 x 6 Standplätze ausgelegter Fischgrätenmelkstand für einen Tierbestand von 50 – 80 Stück Milchvieh zu Grunde gelegt. Diese Größenordnung hat sich in bayerischen Betrieben im Hinblick auf die Leistungsanforderung an den melkenden Landwirt bewährt (Ordolff et al. 2004). Der Fischgrätenmelkstand ist auf Grund arbeitswirtschaftlicher Vorteile die in Bayern mit 75 % (LKV 2005) am meisten verbreitete Melkstandform. Bei der Planung sind die herstellereigenen Maße und eine mögliche Erweiterung zu berücksichtigen.

Den Planungen wurden die Angaben der Literatur zu Grunde gelegt (ALB 2006). Im Hinblick auf den Umtrieb durch eine Person wird die Anordnung eines Wartebereichs mit geradem Eintrieb in den Melkstand empfohlen. In diesen wird der laktierende Teil der Herde zunächst eingetrieben, bevor mit dem Melkbetrieb begonnen wird. Um den Flächenaufwand zur Erreichung der Festlegungen in der EG-Öko-VO nicht zusätzlich zu erhöhen, wurde im Rahmen dieser Untersuchung davon ausgegangen, dass diese Flächen den Tieren nach dem Melkbetrieb ganztägig als Lauffläche zur Verfügung stehen. Die Entmistung und Reinigung kann hier durch Abspritzen in Verbindung mit einem Ablaufkanal oder Spaltenboden erfolgen. Den Wartebereichen liegt eine Flächenannahme von 1,6 m<sup>2</sup>/Tier zu Grunde (empfohlen 1,4 – 2,0 m<sup>2</sup>/Tier). Dabei wurde die gesamte zu melkende Gruppe ohne Abzug der Standplätze im Melkstand gerechnet.

Darüber hinaus ist zur Bewältigung des Melkbetriebs durch 1 Arbeitskraft eine entsprechende technische Grundausstattung notwendig. Neben einer direkten Unterstützung vor dem Melken (Nachtreibeinrichtung im Wartebereich) und beim Melken (Stimulation, Nachmelkautomatik, Servicearm etc.) stellt sich vermehrt die Frage nach einer automatischen Selektionsmöglichkeit über elektronische Tiererkennung. Durch die fortschreitende Entwicklung der Sensorik zur Erfassung der Tiergesundheit werden dem Landwirt beim Melken immer früher Abweichungen beim einzelnen Tier mitgeteilt. Sind die Vorkehrungen zu einer einfach durchführbaren Selektion vorhanden, können zeitnah und ohne großen Aufwand betroffene Kühe von der Herde abgetrennt werden. Bauliche Voraussetzung für die Möglichkeit der Selektion sind zum einen die Anordnung und Erschließung der entsprechenden Funktionsflächen sowie notwendige Wegelängen zwischen Austrieb und Selektionsbereich, die ein sicheres Erkennen der Tiere durch die Identifizierungstechnik gewährleisten. Ein längerer Rücklauf zum Futtertisch wird dabei von den Tieren durchaus

bewältigt, birgt allerdings das Risiko, dass vereinzelt Tiere stehen bleiben und so die nachfolgenden Tiere am Weitergehen hindern und den Rücklauf verzögern.

Erhebungen zu den Selektionsvorgängen in einem Milchviehlaufstall (Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum der LfL in Achselschwang) im Zeitraum von Januar 2005 bis März 2006 haben eine durchschnittliche Zahl von 3,5 % Selektionsvorgängen pro Tag über ein automatisches Selektionstor vom Melkstand aus ergeben. Diese Zahlen konnten auch bei einer Vergleichserhebung auf einem Praxisbetrieb bestätigt werden. Die Tiere werden zur Durchführung von Besamungen, Behandlungen und Untersuchungen sowie zum Trockenstellen und zur Klauenpflege aus der Herde genommen. Empfohlen werden 5 – 7 % Selektionsplätze, um eine gewisse Pufferkapazität vorzuhalten. Wenn dieser Platz an Spitzentagen trotzdem nicht ausreicht, dann können weitere Tiere über den eigentlichen Selektionsbereich hinaus z. B. durch ein Selbstfangfressgitter im angrenzenden Fressgangbereich fixiert werden. Der Selektionsbereich sollte in gleicher Weise wie der übrige Stall gestaltet sein, um den Stress der Tiere in dieser ungewohnten Situation zu reduzieren.

## **4 Methodik der Kostenberechnungen für Modellplanungen**

### **4.1 Statische Vordimensionierung im Rahmen der Kostenermittlung**

Um exakte Massen und Dimensionierungen für die Kostenermittlung zu erhalten, wurden die Bauelemente Gründung, Bodenplatte und Tragwerk durch ein Statikbüro vordimensioniert. Dabei wurde normal gründungsfähiger, nicht bindiger Boden gemäß DIN 1054 (2005) mit einer maximalen Flächenpressung von 220 kN/m<sup>2</sup> sowie für eine Schneelast von 1,30 kN/m<sup>2</sup> gem. DIN 1055-5 (2004) angenommen. Die Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten gem. DIN 1045-1 (2001) ist auf  $w_k = 0,20$  mm gerechnet. Für die Modelle I – III wurde von einer Flächengründung auf Frostschuttkies gem. DIN EN 13285 (2003) ausgegangen. Eine derartige Gründung ist möglich, wenn die Bodenplatte statisch und rechnerisch mit in das Tragsystem einbezogen wird. In diesem Fall werden die auftretenden Lasten nicht über die Fundamente, sondern über die Bodenplatte in den Untergrund eingeleitet.

Auf dieser Grundlage wurden Angebote für die Tragwerke bei ausführenden Zimmerer- bzw. Stallbauunternehmen eingeholt. Die ermittelten Massen für Gründung und Bodenplatte wurden gleichzeitig für eine eigene Kostenermittlung herangezogen. Die Endsummen entsprechen einer Ausführung des Bauvorhabens ausschließlich durch Firmen ohne Eigenleistung von Seiten des Landwirts. Die Kosten aus den Angeboten der beteiligten Firmen sowie der eigenen Kostenberechnung fließen als gemittelte Werte ohne Mehrwertsteuer in die Darstellung ein. Eine Differenzierung nach einzelnen Regionen Bayerns ist im Hinblick auf die Zielsetzung dieser Untersuchung nicht vorgenommen worden. Bei einer Übertragung der hier ermittelten Kostenkennwerte auf andere Projekte muss jedoch mit Kostenunterschieden gerechnet werden, die sich z. B. aus der regionalen Infrastruktur (z. B. Anzahl der örtlichen Kies- und Betonwerke), Entfernungen zwischen den Zulieferfirmen und der Baustelle o. ä. ergeben können. Zeitlich bedingte Erhöhungen der Baustoff- und Lohnkosten sind zu beachten.

### **4.2 Ausstattung Liegehalle**

Die Kostenberechnung für die Positionen Gründung und Bodenplatte erfolgte über Kostenkennwerte aus abgerechneten Projekten, Baukostendatenbanken (DBD 2006, SirAdos 2005) sowie Angaben von regionalen Rohbau- bzw. Zulieferfirmen.

Zu den einzelnen Modellen wurden Plansätze erarbeitet, die Grundlage für eine Angebotseinholung bei ausführenden Firmen der Sparten Zimmerei bzw. Stahlbau waren. Den Kosten für die einzelnen Stallmodelle liegen Angebote von 10 Firmen aus der Region Ober-/Niederbayern, Allgäu/Schwaben sowie Oberösterreich zu Grunde. Die Ergebnisse wurden Angeboten aus anderen Projekten gegenübergestellt, die mit Modell II/3 konstruktiv und baulich vergleichbar sind. Neben Länge und Breite der Gebäude waren die weiteren Vorgaben für die Firmen eine Eindeckung mit Trapezblech ohne Wärmedämmung (mit Ausnahme Modell III/3b - Stahlleichtbaukonstruktion mit Foliendeckung). Die Dachneigung liegt bei den einhäusigen Lösungen mit Satteldach bei ca. 23°. Giebelseitig war eine Holzverschalung mit Schubtoren einzuberechnen.

Ein Verschlussystem für die Wandflächen (z. B. Windnetze) sowie eine Firsthaube ist in dieser Kostenaufstellung nicht enthalten. Bei der Firstöffnung wurde davon ausgegangen, dass durch Anordnung und Breite eine Beeinträchtigung des Stallbereichs durch Niederschläge weitgehend ausgeschlossen werden kann. Ausführung und Material der Tragkonstruktion wurde den bietenden Firmen mit Ausnahme Modell I/1a (Rundholzbauweise) und Modell III/3b freigestellt.

Die in Kostengruppe 310 „Gründungen“ gem. DIN 276 (1993) aufgeführten Dränagen sowie die gesamten Kostengruppen 400 „Bauwerk – Technische Anlagen“ (Grundleitungen, Abwasser- und Wasseranlagen, Elektroinstallation sowie Entmistungstechnik und Stalleinrichtung) sind nicht berücksichtigt.

### **4.3 Ausstattung Melkhäuser**

In der Literatur wird für separate Melkhäuser auf Mehrkosten in z. T. erheblicher Höhe (Bauförderung Landwirtschaft 2004) hingewiesen. Um dies zu prüfen, wurden die oben dargestellten Anordnungsweisen für die Melkhäuser gleichfalls im Rahmen dieser Kostenerhebung berechnet. Die Fläche, die für ein Melkhaus dieser Größenordnung mit Melkstand und Nebenräumen benötigt wird, liegt bei ca. 140 m<sup>2</sup>. Dabei ist das Raumprogramm und damit die Ausstattung für alle 3 Varianten nahezu gleich. Das bedeutet, dass die Massen, Flächen und Stückzahlen bei Gründung, Bodenplatte, aufgehenden Wänden außen und innen, Wandöffnungen mit Türen und Fenstern bis hin zur Dacheindeckung bei allen Melkhäusern gleichfalls weitgehendst übereinstimmen. Da sich die bauphysikalischen Anforderungen für das innenliegende, das seitliche und das separate Melkhaus wegen der Konzeption der Ställe als Außenklimastall nicht unterscheiden, ergeben sich die gleichen Anforderungen an Wand und Dach bzgl. des Wärmeschutzes und damit für die Wärmedämmeigenschaften der Materialien sowie die Ausführung der Dämmung. Für alle 3 Melkhausvarianten wurde über eine eigene Kostenermittlung der Investitionsbedarf für die Kostengruppe (KGR) 300 „Bauwerk – Baukonstruktion“ ermittelt. Melk- und Lagertechnik sowie sonstige Installationen aus der KGR 400 „Bauwerk – technische Anlagen“ sind nicht enthalten.

## **5 Ergebnisse der Kostenberechnungen für die Modellplanungen**

Die Ergebnisse der Kostenberechnungen sind in Abbildung 7 zusammengestellt. Variante A) zeigt die Modelle mit integriertem, Variante B) mit seitlichem und Variante C) mit separatem Melkhaus. In der Kostenaufstellung für die Liegehalle (LH) sind jeweils die Flächen für die Liegeboxen, Laufflächen und den Futtertisch einbezogen. Hinzu kommen

der Selektions- und Abkalbebereich. Bei A) Modell II/3, III/3a und III/3b ist jeweils eine Position für den separaten Laufhof angegeben. Bei C) ist zusätzlich eine Position für die Fläche der Abkalbebox am Melkhaus mit Bodenplatte und Überdachung bzw. Wandkonstruktion eingerechnet. Die notwendige Fläche wäre zwar im Stall bereits enthalten. Aus funktionalen Gründen wird der Abkalbebereich jedoch dem Melkhaus zugeordnet, um die Funktionsachsen (Entmistung, Laufgänge zur Befahrung für die Boxenpflege etc.) in der Liegehalle nicht zu beeinträchtigen. Die Fläche steht in Folge dessen zusätzlich im Selektionsbereich zur Verfügung, so dass C) gegenüber B) um ca. 36 m<sup>2</sup> großzügiger ausgestattet ist. Diese Fläche kann z. B. für eine störungsfreie Tierbehandlung im Klauenpflegestand genutzt werden. Da der separate Abkalbebereich vom sonstigen Standard der Modelle abweicht, wird dieser in der Kostenberechnung als eigene Position dargestellt. Die Einzelkosten für die Liegehalle untergliedern sich in Nebenkosten, Aushub/Gründung, Bodenplatte und Tragwerk (zzgl. der Position des Abkalbebereichs bei C).

Bei der Kostensäule für das Melkhaus (MH) werden die Rohbaukosten (incl. Aushub und Gründung), Ausbaurkosten (Fenster, Türen, Putz, Fliesen etc.) und Dach (mit Eindeckung, Dämmung) unterschieden. Hinzu kommt bei allen 3 Varianten der Wartebereich, der bei Variante A) mit ca. 80 m<sup>2</sup>, bei B) und C) mit ca. 100 m<sup>2</sup> gerechnet wird. Die Reduzierung der Fläche des Wartebereichs bei der integrierten Anordnung des Melkhauses ergibt sich aus dem größeren baulichen Aufwand durch die Konstruktion der Überdachung. Bei Bedarf kann durch eine einfache Absperrung der Wartebereich in die Liegehalle hinein vergrößert werden. Als Sonderposition kommen bei A) der Anteil der Überdachung des Wartebereichs und bei C) die Übergänge für Zu- und Rücktrieb sowie der Nachwartebereich, gleichfalls mit Überdachung, hinzu. Der Nachwartebereich hat den Vorteil, dass der Austrieb gerade und damit nochmals entspannter für die Tiere erfolgt.

## 5.1 Kostenvergleich Liegehallen

Innerhalb der Varianten A), B) und C) zeigen die Modelle I/1a, II/3, III/3a und III/3b bei der Position Aushub und Gründung jeweils die gleichen Kosten. Dies liegt am gleichen Aufwand für Aushub und o. g. Bodenverbesserungsmaßnahmen. Für Modell I/1b und I/3 liegen die Kosten für diese Position jeweils höher. Dies ergibt sich aus den eingespannten Stützen für die Futtertischüberdachung und bei Modell I/1b zusätzlich aus der Gründung der eingespannten Stützen für die Überdachung der Liegehalle. Beim Vergleich der Kosten für die Gründung zwischen den jeweiligen Anordnungsweisen ergibt sich für A) ein höherer Investitionsbedarf, der durch die zusätzliche Lauf- und Futtertischfläche vor dem Melkhaus entsteht. Die Kosten für die Bodenplatte fallen innerhalb der Anordnungsweisen A), B) und C) für alle Modelle gleich aus, da diese jeweils in der gleichen Stärke und mit der gleichen Menge an Bewehrung ausgeführt wird. Das ergibt sich daraus, dass dieses Bauteil auf die oben definierte Begrenzung der Rissbreiten gerechnet ist. Die Menge der Bewehrung ist damit so hoch, dass sich eine Verringerung der Lasten durch eine Reduzierung des Tragwerks nicht auf die Bewehrung in der Bodenplatte auswirkt. Der Investitionsbedarf für diese Position ist beim Vergleich von A) mit B) oder C) auf Grund der o. g. zusätzlichen Flächen bei A) höher.

Bei der Auswertung des Investitionsbedarfs für die Tragwerke ist die günstigste Konstruktion jeweils das mehrgliedrige Modell I/1a in Rundholzbauweise, die teuersten Konstruktionen sind die stützenfreien Tragwerke bei Modell III/3a bzw. Modell III/3b. Bei A) beträgt der Kostenunterschied der Tragwerke zwischen Modell I/1a und III/3b ca. 76.300 €, bei B) und C) jeweils 63.700 €. Der Mehrpreis bei A) ergibt sich durch die zusätzliche Fläche für Fressgang und Futtertisch vor dem Melkhaus. Obwohl die gleiche Nutzbarkeit

bei den Modellen I und II gegeben ist, liegen die Baukosten bei A) für das Tragwerk von Modell II/3 gegenüber I/3 um ca. 29.200 €, bei B) und C) um ca. 19.500 € gesamt höher. Das günstigere Abschneiden der mehrhäusigen gegenüber den einhäusigen Lösungen ergibt sich vor allem aus dem geringeren Materialaufwand für die Querschnitte der Tragkonstruktion sowie der kleineren Flächen der Giebelwände und Dacheindeckung. Zudem verringert sich durch die kleineren Dimensionen der Tragwerksteile der Aufwand für den Transport und die Kosten für Kräne und Hebezeug auf der Baustelle. So könnte beispielsweise Modell I/1a gem. Aussage von Zimmereibetrieben mit Hilfe eines auf den Betrieben bzw. über den Maschinenring in der Regel verfügbaren Forstanhängers mit Selbstladekran aufgestellt werden. Durch die geringere Bauhöhe kann der Aufwand für Absturzsicherungen reduziert werden. Beim Vergleich der Modelle I/1a mit I/1b bzw. I/3 zeigt sich I/1a als jeweils günstigste Konstruktion. Dies resultiert zum einen aus dem geringeren Materialpreis für Rundholz, dem geringeren Aufwand für den Abbund der Pendelstützen gegenüber den Rahmen und dem höheren Aufwand für die eingespannten Stützen (Querschnitte, Verbindungen). Bei Modell I/1b kommt noch der höhere Materialpreis für das Trapezblech in Folge der Auskrugung über den Liegeboxen hinzu, die bei I/1a durch die Konstruktion der Flugpfette entfällt.

Beim Vergleich von Modell II/3 und III/3a ergibt sich, dass II/3 bei A) um ca. 10.200 €, bei B) und C) um ca. 10.800 € günstiger ist. Dies liegt zum einen daran, dass sich bei II/3 die Materialersparnis durch Reduzierung der Binderquerschnitte in Folge der geringeren Spannweiten mit den zusätzlichen Stützen wieder ausgleicht. Zum anderen ist der konstruktive Aufwand für Modell III/3a vor allem durch die biegesteifen Rahmenecken zunächst aufwändiger. Durch den Wegfall der Stützen im Gebäudeinneren, die beim Errichten der Halle zusätzlich angepasst und ausgerichtet werden müssen, wird der Mehrpreis durch eine schnellere Gestehungszeit wieder ausgeglichen. Neben einer Kostenposition für das Honorar eines Statikers (Nebenkosten) bei allen Angeboten enthält die Kostenaufstellung für die freitragenden Hallen auf Grund der Spannweite von über 12,50 m zusätzlich eine statische Prüfung gem. Landesbauordnungen (z. B. BayBO). Dafür wurde ein üblicher Honorarsatz angenommen.

Insgesamt zeigt sich, dass bei den Tragwerken die mehrhäusigen Lösungen am günstigsten abschneiden, die teuersten Varianten sind die freitragenden Konstruktionen. Bei A) liegt der durchschnittliche Investitionsbedarf für die Liegehalle bei ca. 172.200 €, bei B) bei ca. 141.300 € und bei C) bei ca. 149.100 €. Bei allen Anordnungsvarianten liegen die mehrhäusigen Lösungen jeweils unter diesen Durchschnittswerten, die einhäusigen Bauweisen darüber. Der insgesamt höhere Preis bei A) ergibt sich aus der zusätzlichen Fläche für Fressgang und Futtertisch vor dem Melkhaus und dem daraus resultierenden Mehraufwand für die Bodenflächen, Binder und Dacheindeckung. Bei C) entstehen Mehrkosten durch den zusätzlich angeordneten Abkalbebereich.

## 5.2 Kostenvergleich Melkhäuser

Der Investitionsbedarf für die unterschiedlichen Anordnungsvarianten bei den Melkhäusern liegt für die Gewerke Rohbau und Ausbau ohne Dachkonstruktion und Eindeckung bei reiner Fremdleistung zwischen 56.900 € (ca. 407 €/m<sup>2</sup>) bei C) und 58.400 € (ca. 417 €/m<sup>2</sup>) bei A). Die geringen Unterschiede der Gesamtkosten bei den Positionen Rohbau und Ausbau ergeben sich daraus, dass ein größerer Außenwandanteil bzw. mehr Fenster im Melkstandbereich bei B) durch mehr Innenwand-, Fliesen- und Putzflächen bei A) und C) ausgeglichen werden. Der eigentliche Unterschied liegt in der Ausführung des Tragwerks für die Überdachung. Bei A) wird die Liegehallenkonstruktion über dem Melkhaus fortgeführt, bei B) und C) ist dies in der Regel eine eigene Konstruktion. Für eine einfache

Zimmermannskonstruktion ist auf der Grundlage von Kostendatensammlungen (DBD 2006, SirAdos 2005) ein Kennwert in der Höhe von ca. 36 €/m<sup>2</sup> (ohne Eindeckung) bzw. ca. 5.100 € gesamt zu veranschlagen. Demgegenüber liegen die Kosten bei A) Modell I/1a um ca. 600 € darunter. Ab A) Modell I/1b steigen die Kosten durch den höheren Investitionsaufwand für die Hallenkonstruktionen auf Mehrkosten von bis zu 7.500 € bei Modell III/3b. Bei C) verursachen die Zutriebs- und Rücktriebswege mit einer Fläche von ca. 25 m<sup>2</sup> für den Wartebereich Mehrkosten in der Höhe von ca. 1.800 € (incl. Aushub und Gründung). Darüber hinaus würden bei einer Gesamtkalkulation mit Stalleinrichtung Kosten für zusätzliche Absperrungen zur Einfassung der Triebwege und des Wartebereichs anfallen. Für die Überdachung des Wartebereichs kommen bei A) noch ca. 80 m<sup>2</sup> Tragwerk mit Eindeckung für den überdachten Wartepplatz hinzu. Diese ergeben je nach Konstruktion Mehrkosten in der Höhe von ca. 2.900 € bei Modell I/1a bis 7.600 € bei Modell III/3b. Bei den Lösungen mit seitlichem bzw. separatem Melkhaus liegt es an der Entscheidung des Landwirtes, ob er den Wartepplatz überdachen will. Die Kosten für 100 m<sup>2</sup> Überdachung des Wartebereichs bei B) und C) würden je nach Tragsystem zwischen 3.600 € und 9.500 € (ohne Wandbekleidung o.ä.) liegen. Bei C) ist ein Nachwartebereich mit insgesamt ca. 4.400 € (incl. Tragkonstruktion und Eindeckung) enthalten. Da diese Funktionsfläche zusätzlich zur Standardausstattung eingeplant wurde, ist diese Position separat ausgewiesen. Grundsätzlich ist diese Funktionsfläche als zusätzliche Ausstattung zu werten, da auch bei C) ein seitlicher Austrieb wie bei A) und B) möglich wäre, was die Gesamtkosten für das Melkhaus auf ca. 78.600 € senken würde. Damit läge die separate Anordnung des Melkhauses annähernd kostengleich mit B) und zwischen Kostengleichheit bzw. bis zu 12.700 € günstiger als bei A).

### 5.3 Vergleich der Gesamtkosten (Liegehalle mit Melkhaus)

Die gesamten Baukosten für Liegehalle und Melkhaus können ebenfalls Abbildung 7 entnommen werden. Die Spanne der durchschnittlichen Gesamtkosten reicht von ca. 3.224 €/TP (bei ca. 232.100 € ges.) bei C) über ca. 3.308 €/TP (bei ca. 218.300 € ges.) bei B) bis ca. 3.861 €/TP für 67 TP bzw. 3.750 €/TP – für 69 TP (bei jeweils ca. 258.700 € ges.) bei A). Damit ist im Rahmen dieser Untersuchung die Variante C) mit separatem Melkhaus trotz der komfortableren Ausstattung mit separatem Abkalbe- und Nachwartebereich bezogen auf die Tierplatzkosten das günstigste Stallbausystem. Zieht man bei C) die zusätzlichen Funktionsflächen für den separaten Abkalbebereich und den Nachwartebereich mit einer Gesamtsumme von ca. 12.200 € ab, dann verringert sich der durchschnittliche Investitionsbedarf auf ca. 3.054 €/TP (bei ca. 219.900 € ges.). Bei allen Varianten liegen auch in der Gesamtbilanz die mehrhäusigen Bauweisen unter dem durchschnittlichen Investitionsbedarf. Die günstigste Stallbaulösung ist im Vergleich der 18 Varianten untereinander C) Modell I/1a mit einem Gesamtinvestitionsbedarf von ca. 2.676 €/TP (bei ca. 192.700 € ges.). Die teuerste Variante ist A) Modell III/3b mit ca. 4.431 €/TP (bei ca. 296.900 € ges.). Die Mehrkosten bei A) mit integriertem Melkhaus entstehen durch die zusätzliche Laufgang- und Futtertischfläche vor dem Melkhaus (insgesamt ca. 164 m<sup>2</sup> Fläche), die Überdachung des Wartebereichs und die je nach Tragsystem teurere Überdachung des Melkhauses. Ohne Abzug von Funktionsflächen im Stall wurden bei den einhäusigen Bauweisen die nicht überdachten Ausläufe mit Kosten von ca. 5.900 € eingerechnet. Hier kann der bauliche Aufwand verringert werden, da es dem Landwirt trotz der funktionalen Vorteile freisteht, den Wartebereich bzw. Selektionsbereich einzuplanen. Da in dieser Kostenaufstellung die Kostengruppe 400 „Bauwerk – technische Anlagen“ nicht berücksichtigt worden ist, kommt für den Gesamtinvestitionsbedarf noch die zusätzliche Entmistungstechnik hinzu.

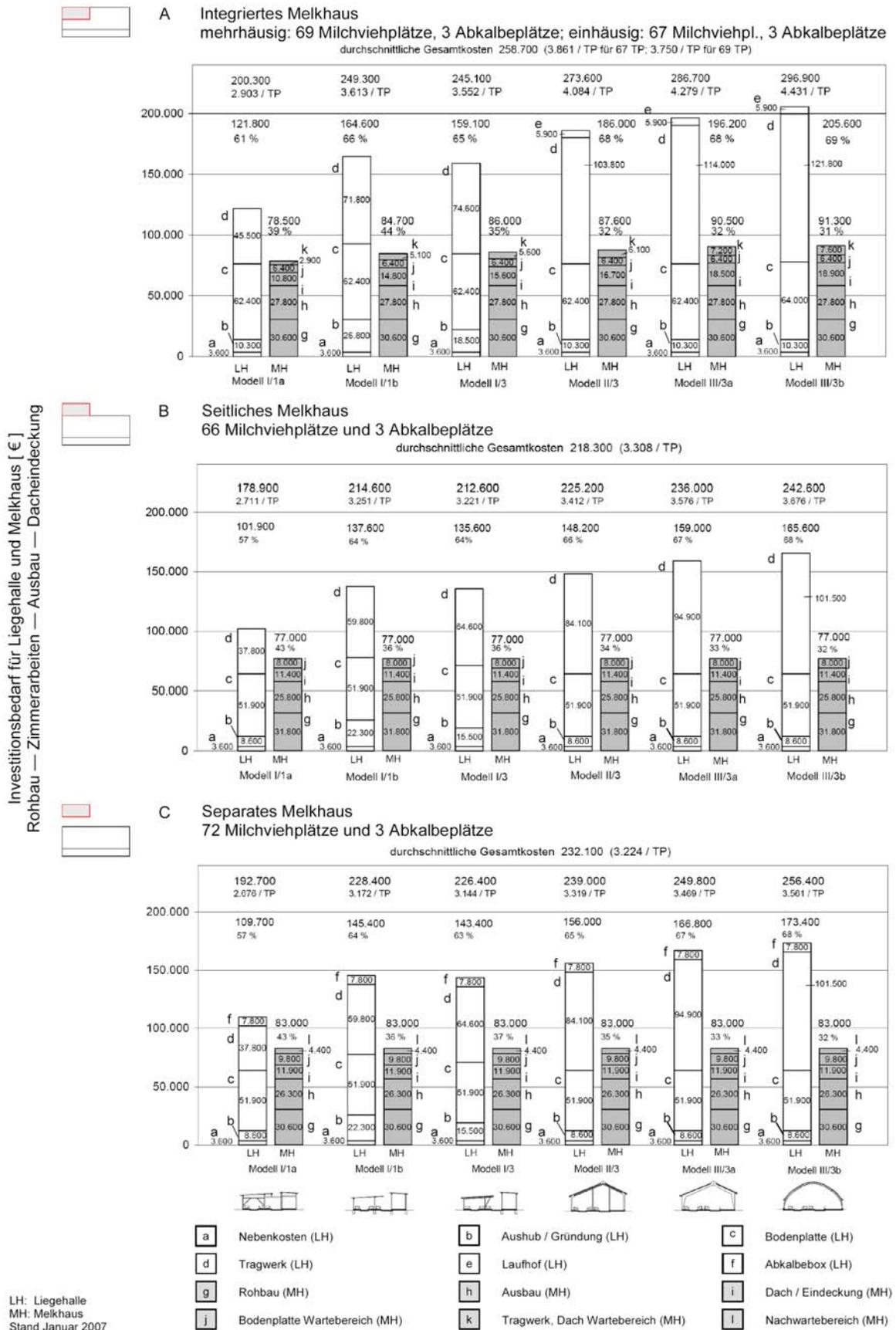


Abb. 7: Vergleich der Gesamtkosten für die Stallmodelle I – III sowie integrierte, seitliche und separate Melkhäuser

## 5.4 Bewertung der Stallmodelle und Anordnungsweisen

Bei der Entscheidung für eine bestimmte Bauweise sind durch den Bauherrn neben den reinen Baukosten auch weitere Vor- und Nachteile bei den einzelnen Gebäudetypen abzuwägen (Tab. 1). Zu beachten sind dabei vor allem die Fragen der möglichen Eigenleistung, die konstruktionsbedingt eingebracht werden kann, des Bauunterhaltes und der Wiederverwendbarkeit. Beim Stallklima ist zum derzeitigen Stand des Wissens noch kein objektiver Vergleich zwischen den Systemen möglich. Weiter sind der Schutz der Liegeboxen, der Laufgänge und des Futtertisches zu beachten. Die Erweiterbarkeit kann im Hinblick auf eine mögliche Vergrößerung des Tierbestands entscheidend sein. Die Frage der Umnutzung stellt sich vor allem dann, wenn die Tierhaltung aufgegeben wird und das Gebäude einer vollkommen anderen Nutzung (Maschinenhalle, Lagerung) zugeführt wird. Die Aspekte der Geländeanpassung und des Gebäudevolumens sind im Zusammenhang mit dem landschaftsgebundenen Bauen und dem Gesamterscheinungsbild der baulichen Anlage zu sehen.

Tab. 1: Zusammenstellung der Vor- und Nachteile der einzelnen Stallmodelle

Merkmal	Modell				
	I/1a 	I/1b I/3 	II/3 	III/3a 	III/3b 
Eigenleistung	+	+	+	o	o
Unterhalt	+	+	+	+	k.A.*
Wiederverwendung	o	o	o	o	+
Stallklima	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Schutz Liegeboxen	+	+	+	+	+
Schutz Futtertisch	+	+	+	+	+
Schutz Laufgänge	o	o	+	+	+
Erweiterbarkeit	+	+	o	o	o
Umnutzung	o**	o**	o**	+	+
Geländeanpassung	+	+	o	o	o
Gebäudevolumen	+	+	o	o	o

„+“ = sehr gut „o“ = durchschnittlich „-“ = schlecht

\* Kaufpreis für eine neue Folie ca. 15 % des Gesamtpreises (Stand 2005)

\*\* Bei Umnutzung für eine andere Tierhaltung „+“, bei Umnutzung als Lager-/Abstellhalle o.ä. „-“

Über die Kosten hinaus müssen bei der Wahl der Anordnungsweise des Melkhauses unterschiedliche Kriterien berücksichtigt werden. Die integrierte Bauweise ist vor allem bei beengter Hoflage und kleineren Tierbeständen interessant. Durch die Lage des Melkhauses im Stall ist die Durchgängigkeit einer Funktionsachse (Entmistung, Befahrbarkeit bei der Boxenpflege) nicht gegeben. Darüber hinaus ist der Stall durch die Lage des Melkhauses nur in eine Richtung erweiterbar. Auf Grund des kurzen Rücklaufs zum Futtertisch können die Tiere nach dem Melken nur durch eine Arbeitskraft ausselektiert werden. Keine Einbußen ergeben sich für die Lüftung im Bereich der Liegeboxen. Vor dem Hintergrund der Förderung kann das Fressplatz : Tiervershältnis von 1 : 1 durch die zusätzlichen Flächen vor dem Melkhaus interessant sein. Um dies auch für B) und C) zu erhalten, wäre eine Verlängerung des Futtertisches mit Fressgang um ca. 18,75 m bzw. 163,0 m<sup>2</sup> notwendig. Dies würde ohne Überdachung Mehrkosten in Höhe von ca. 12.100 € verursachen.

Bei der seitlichen Anordnung ergibt sich durch den Verbleib des Abkalbbereichs im Stall keine Verbesserung hinsichtlich der Durchgängigkeit der Funktionsachsen. Die Erweiterbarkeit ist über die Längsachse in beide Richtungen gegeben. Auf Grund des längeren Rücklaufs zum Futtertisch kann eine automatische Selektionseinrichtung eingebaut werden. Durch die Lage des Melkhauses an der Außenwand ist die Lüftung für die Liegeboxen davor eingeschränkt. Die konstruktive Überlagerung des Tragwerkes der Liegehalle und des Melkhauses führt in der praktischen Umsetzung häufig zu erheblichen Problemen bei der Ausführung (Simon et al. 2006). Darüber hinaus sind der Grundrissgestaltung des Melkhauses und der Ausstattung des Melkstands (z. B. Schnellaustrieb) auf Grund der Einschränkung durch die Gebäudebreite und -höhe enge Grenzen gesetzt.

Bei der separaten Anordnung zeigen sich neben den durchgängigen Funktionsachsen im Stall entscheidende Vorteile in den Möglichkeiten für eine Erweiterung. Die Stallanlage kann sowohl in Längsrichtung als auch durch Spiegelung über das Melkhaus und beidseitigem Zutrieb in den Wartebereich vergrößert werden. Die Planung des Melkhausgrundrisses kann unabhängig vom Tragwerk der Liegehalle erfolgen. Eine automatische Selektion ist möglich, die arbeitsintensiven Bereiche wie Abkalben, Krankbuch, Kälberglus etc. können konzentriert um das Melkhaus angeordnet werden. Durch den Abstand zwischen Stall und Melkhaus ist die Lüftung im Stall nicht beeinträchtigt.

## 5.5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Bei der Planung von Milchviehställen nach den Richtlinien der EG-Öko-VO stellt die Anforderung einer Gesamtfläche von 10,5 m<sup>2</sup>/TP (Stall-/Außenfläche) gegenüber konventionellen Stallanlagen mit 5,0 m<sup>2</sup>/TP (gem. AFP) einen wesentlichen Kostenfaktor dar. Für zukunftsfähige Stallbaulösungen werden im Hinblick auf die Optimierung der Arbeitsabläufe bzw. die Bewältigung der anfallenden Arbeiten für 50-80 Tiere durch eine Person allgemein zusätzliche Funktionsflächen wie ein Wartebereich und Selektionsbereich empfohlen. Mit diesen erhält man eine Fläche von ca. 10,5 m<sup>2</sup> pro Tier. Werden diese Funktionsflächen den Tieren ganztägig zur Verfügung gestellt, dann eignen sich diese Grundrisskonzepte im Rahmen der bayerischen Auslegung der EG-Öko-VO für mehrhäusige Anlagen und Cuccettenställe. Bei Offenfrontställen ist es erforderlich, die nicht überdachte Auslauffläche in Form eines seitlichen Laufhofes einzuplanen. Werden die zusätzlichen Funktionsflächen für den Wartebereich und Selektionsbereich im Stall beibehalten, dann erhöhen sich bei diesem Gebäudekonzept die Kosten für einen seitlichen Auslauf um ca. 5.900 €. Bei größeren einhäusigen Anlagen, die die Kriterien der Offenfrontställe nicht erfüllen, ist ein separater Laufhof mit 4,5 m<sup>2</sup> Außenfläche notwendig. Damit verbunden ist dann entweder eine höhere Gesamtfläche, die bei einhäusigen Lösungen und integriertem Melkhaus Mehrkosten von ca. 23.000 € (ohne Überdachung) mit sich bringen würde. Bei einer seitlichen bzw. separaten Anordnung des Melkhauses wäre dieser Aufwand entsprechend geringer, da der Wartebereich in die Auslauf-Flächen mit einbezogen werden kann. Sowohl bei Offenfrontställen als auch bei großen einhäusigen Baulösungen kommen für diesen Bereich noch Kosten für eine weitere Entmistungsachse mit Schieber, Antriebstechnik und Querkanal hinzu. Die andere Möglichkeit bestünde darin, auf Kosten eines effizienten Einsatzes der verfügbaren Arbeitskraft auf zusätzliche Funktionsflächen wie einem Wartebereich oder Selektionsbereich zu verzichten.

Im direkten Kostenvergleich schneiden die mehrhäusigen Modelle gegenüber den einhäusigen Modellen günstiger ab. Hier ergeben sich für die jeweiligen Melkhausanordnungen Einsparmöglichkeiten zwischen der günstigsten (Modell I/1a) bzw. der teuersten praxisüblichen Anlage (Modell III/3a) von ca. 57.100 € bei B) und C) bis ca. 86.400 € bei A). Dies

entspricht einem Kostenunterschied von ca. 23 - 30 % (Abb. 8). Gegenüber Modell III/3b würde sich diese Differenz auf 33 % erhöhen.

Vergleicht man die Gesamtkosten der Stallmodelle mit jeweils anderer Anordnungsweise des Melkhauses untereinander, so liegt der Kostenunterschied zwischen A) Modell I/1a mit 2.903 €/TP und C) Modell I/1a mit 2.675 €/TP bei ca. 228 €/TP. Zwischen A) Modell III/3a mit 4.279 €/TP und C) Modell III/3a mit 3.469 €/TP erhöht sich diese Differenz auf ca. 810 €. Dies entspricht Mehrkosten für Variante A) zwischen ca. 7.600 und ca. 36.900 €.

Die Kosten für die 7 Binderfelder der Liegehalle sind zunächst, unabhängig von der Anordnungsweise des Melkhauses, für das jeweilige Modell gleich. Die Ursachen für die höheren Kosten bei A) liegen u. a. in den zusätzlichen Funktionsflächen von ca. 163 m<sup>2</sup> für Fressgang und Futtertisch vor dem Melkhaus. Durch diese entstehen Mehrkosten zwischen ca. 19.900 € bei Modell I/1a und ca. 31.300 € bei Modell III/3a. In diesen Kosten sind Gründung, Bodenplatte und Überdachung enthalten. Hinzu kommt bei A) für die einhäusigen Bauweisen noch der zusätzliche Laufhof mit 5.900 €. Bei den Melkhäusern zeigt sich eine ähnliche Situation. Die Kosten sind unabhängig von der Anordnungsweise bei den Positionen Rohbau, Ausbau und Bodenplatte Wartebereich annähernd gleich. Leichte Unterschiede entstehen durch die unterschiedliche Größe des Wartebereichs. Weitere Mehrkosten kommen aus der teureren Melkhausüberdachung ab Modell I/1b sowie durch die Überdachung des Wartebereichs. Obwohl mit den beiden zusätzlichen Funktionsflächen des separaten Abkalbe- und Nachwartebereichs ausgestattet (Mehrkosten ca. 12.200 €), schneidet Variante C) jeweils bezogen auf die Tierplatzkosten am günstigsten ab.

Abgesehen davon zeigt die separate Anordnung des Melkhauses die größten Vorteile hinsichtlich der Möglichkeiten bei der Planung, der Erweiterbarkeit, der Arbeitswirtschaft und dem Stallklima. Im Hygienebereich zeichnet sich eine Entwicklung in Richtung einer Trennung von Abkalbe- bzw. Krankenbereich und Stall ab. Diese Sonderfunktionsbereiche können vor allem bei der separaten Melkhausanordnung getrennt vom Stall in enger Zuordnung zum Melkhaus organisiert werden. Da die Melkhausgröße dem Tierbestand angepasst werden kann, eignet sich die separate Anordnung auch bei kleineren Beständen und sollte deshalb in Zukunft vermehrt in der Praxis umgesetzt werden.

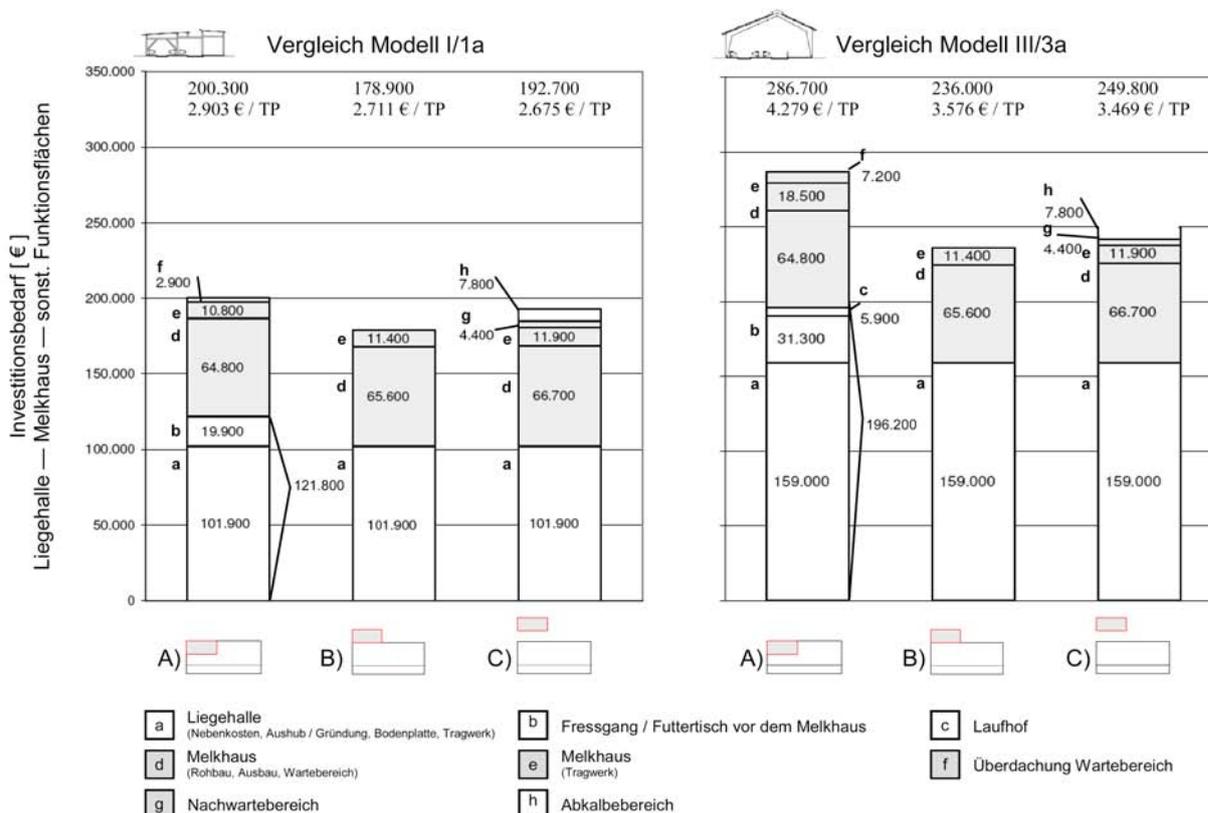


Abb. 8: Gegenüberstellung der Mehrkosten bei Modell I/1a und III/3a für die Varianten der Anordnung A) – C)

## Literaturverzeichnis

ALB Bayern e.V. (2005a): Arbeitsblatt Melkstände (02.14.03). ALB Bayern e.V., Freising

ALB Bayern e.V. (2005b): Arbeitsblatt Milchräume - Einrichtung und Zuordnung (02.15.01). ALB Bayern e.V., Freising

ALB Bayern e.V. (2006): Arbeitsblatt Anordnungsweisen von Melkhäusern (02.03.20). ALB Bayern e.V., Freising

Bauförderung Landwirtschaft e.V. - BFL (2004): Baubriefe Landwirtschaft Nr. 44 Milchviehhaltung. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup

Bayerischer Agrarbericht (2004): Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München

Bayerische Bauordnung – BayBO in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. August 1997, zuletzt geändert am 9.07.2003

DBD (2006): Dynamische Baudaten, Dr. Schiller & Partner GmbH, Dresden

DIN 276 (1993): Kosten im Hochbau. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

DIN 1045-1 (2001): Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

DIN 1054 (2005): Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

DIN 1055-5 (2004): Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 5: Schnee- und Eislasten. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

DIN EN 13285 (2003): Ungebundene Gemische. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006): Festlegung von Ausnahmeregelungen im Freistaat Bayern zur Durchführung der Grundregeln des ökologischen Landbaus. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan

LKV - Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (2005): Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern 2005. LKV Bayern e.V., München

Ordolff, D., Artmann, R., Barth, K., Fübbeker, A. & Grimm, H. (2004): Melktechnik und Melkverfahren II. In: Kartei für Rationalisierung: 4.2.1.1, Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL), Kiel

Simon, J., Lingenfeller, P., Beibl, A. & Kränsel E. (2006): Stallsysteme und Baukosten für Milchviehställe. In: Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren, Tagungsband der LfL – Jahrestagung am 24. Mai 2006 in Freising, Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik

sirAdos (2005): Baudaten für Kostenplanung und Ausschreibung. sirAdos GmbH Baudaten und Software, Dachau

Zähner, M., Keck, M. & Caenegem, L. V. (2000): Minimalställe für Milchkühe. Ergebnisse einer Umfrage auf Praxisbetrieben. Agroscope FAT Tänikon, FAT-Berichte 553

# **Umstellung zur ökologischen Milchviehhaltung – Vergleich verschiedener Leistungsparameter**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft<sup>1)</sup>  
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz<sup>2)</sup>  
Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik<sup>3)</sup>  
Institut für Tierhaltung und Tierschutz<sup>4)</sup>  
Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.<sup>5)</sup>

Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.<sup>6)</sup>

Balthasar Spann <sup>1)</sup>, Michael Diepolder<sup>2)</sup>, Eva-Maria Schmidlein<sup>3)</sup>,  
Sandra Tutsch<sup>4)</sup>, Andreas Hermüheim<sup>5)</sup> & Dorette Sprengel<sup>6)</sup>

## **Zusammenfassung**

Die Umstellung zur ökologischen Milchviehhaltung kann für die konventionellen Betriebe unter bestimmten Voraussetzungen eine überlegenswerte Perspektive sein. Umfangreiche Untersuchungen in konventionell und ökologisch wirtschaftenden Grünlandbetrieben zeigen folgende Entwicklung durch die Umstellung auf:

Die Milchmenge sinkt etwa um 10 %, der Fettgehalt um 6 % und der Eiweißgehalt geringfügig um 2 % ab. Die Zwischenkalbezeit sinkt durch die Umstellung um 14 Tage und die Nutzungsdauer der Tiere steigt.

Der Ertrag auf den Grünlandflächen sinkt durch die Umstellung, genauso der Gehalt an Rohprotein in den Pflanzen. Die Energiekonzentration der Aufwüchse bleibt gleich. Sehr unterschiedlich sind die Entwicklungen bei den Mengen- und Spurenelemente. Die Verdaulichkeiten und Silier-Eigenschaften der Aufwüchse werden durch die Umstellung nicht beeinflusst. Auch bei der Tiergesundheit zeigen sich keine Unterschiede.

Die Bodenanalysen und die pflanzensoziologischen Aufnahmen zeigen geringe Unterschiede in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsart, entscheidend sind die Standortverhältnisse und die jeweilige optimale Bewirtschaftung.

Auch bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit ist keine eindeutige Aussage möglich. Bei der Auswertung aller Gruppen zeigt sich, dass der ökonomische Erfolg nicht vom Bewirtschaftungssystem, konventionell oder ökologisch abhängt, sondern von den betrieblichen Rahmenbedingungen und von seinem Management.

## Summary

For conventional farms the transition to organic dairy farming can be an interesting perspective under certain conditions. Comprehensive investigations on both conventional and organic grassland farms show the following development tendencies caused by the transition:

Milk quantity decreases by 10%, fat content by 6% and protein content marginally by 2%. Intercalving period decreases by fourteen days and service life increases.

The transition also causes a decline of the grass yield and of the content of crude protein. Energy concentration of the growth remains the same. Developments of bulk and trace elements differ significantly. Digestibility and ensiling characteristics of the growth are not influenced. Animal health also shows no differences.

Soil analyses and inventories of plant sociology slightly differ depending on cultivation practice; decisive factors are site conditions and the respective optimal cultivation.

The evaluation of the economic efficiency also allows no clear conclusion. The analysis of all groups shows that economic success not depends on the cultivation system (conventional or organic) but on operational framework conditions and on the farm management.

## 1 Einleitung

Die Nachfrage nach Milch aus der ökologischen Erzeugung nimmt zu. Einige Molkereien haben sich ganz oder zumindest bei bestimmten Produkten auf Milch aus dieser Produktionsrichtung spezialisiert. Der Preis für ökologisch produzierte Milch liegt über dem für konventionell produzierte.

Für Milchviehbetriebe mittlerer Größe kann unter bestimmten Voraussetzungen die ökologische Erzeugung eine Alternative zu einer bisher konventionellen Milchproduktion darstellen. Dies hat mehrere Gründe:

- Wirtschaftliche Zwänge machen ein Wachsen bei den Milchviehbetrieben notwendig, dies ist aber oft schwierig, da die Voraussetzungen (Flächen, Quoten, Kapital usw.) meist nur bedingt vorhanden sind.
- Der Wachstumsdruck bei den ökologisch wirtschaftenden ist zumindest kurzfristig etwas geringer.
- Oft unterscheiden sich die konventionell wirtschaftenden Milchviehbetriebe in der Bewirtschaftungsintensität - besonders in grünlandbetonten Regionen - nur geringfügig von den ökologisch produzierenden.

Die Frage der möglichen Umstellung bzw. der Konsequenzen daraus wird bisher deshalb schwerpunktmäßig in grünlandbetonten Regionen diskutiert.

Für die intensive konventionelle Milchproduktion wurden die produktionstechnischen aber auch sonstigen Fragen in einer Vielzahl von angewandten Versuchen sehr intensiv bearbeitet. Neben den Versuchsergebnissen wurden Beobachtungen in den Betrieben und sonstige Erfahrungen aus der Beratung an die Praxis rückgemeldet oder gingen in Beratungsunterlagen ein.

Offene Fragen aber gibt es zur ökologischen Produktion. Kennzahlen zur Phase der Umstellung existieren kaum und auch aktuelle Informationen zur Produktion danach sind wenig vorhanden. Für den Betrieb, der sich überlegt umzustellen, ist es zum Beispiel wichtig zu wissen, welche Konsequenzen sich aus dieser Veränderung für die Futterqualität, die Fütterung, die Leistung, die Haltung, die Tiergesundheit und die Wirtschaftlichkeit in der Umstellungsphase und auch danach ergeben. Diese Fragen wurden in einem mehrjährigen Feldversuch bearbeitet.

## 2 Material und Methoden

In Zusammenarbeit mit den größten bayerischen Ökoverbänden, Naturland und Bioland, wurden zehn Betriebe ausgewählt, die sich im zweiten Jahr der Umstellung auf ökologische Produktion befinden, im Folgenden als „Umsteller“ bezeichnet. Diesen wurden als Partner räumlich nahegelegene Milchviehbetriebe zugeordnet, die von der Betriebsgröße, Kuhzahl, Stalltyp usw. vergleichbar waren und bereits mehr als fünf Jahre nach ökologischen Richtlinien produzierten. Da sich im südbayerischen Grünlandgebiet relativ viele Betriebe mit dieser Produktionsrichtung befinden, war dies problemlos möglich. In Zusammenarbeit mit den Ämtern für Land- und Forstwirtschaft wurde dann zu jedem Paarling, „Ökobetrieb“ und „Umsteller“, ein nahe gelegener vergleichbarer konventioneller Betrieb ausgesucht. Diese „Triplebildung“ erlaubt es, die Entwicklung von der konventio-

nellen bis zur ökologischen Produktion in etwa vorherzusagen und die zu erwartende betriebliche Veränderung abzuschätzen.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Betriebsumfragen

Bei den untersuchten Betrieben wurden mittels Fragebogen verschiedene Bereiche der Betriebsführung und Produktion abgefragt.

Die Umfragen bei den konventionell und ökologisch wirtschaftenden Betrieben ergaben, dass die Umstellungsprobleme oft überschätzt werden. Betriebsleiter von Öko-Betrieben gaben an, dass sie die umstellungsbedingten Probleme weitgehend im Griff hätten und sie durch die ökologische Wirtschaftsweise eine bessere Wirtschaftlichkeit erwarteten. Die größten Änderungen ergaben sich laut Umfrage bei den Öko- und Umstellbetrieben beim Kraftfutter (Verbot von Extraktionsschrot, Begrenzung der Kraftfuttermenge), der Flächenerweiterung im Stall und der Tierhaltung allgemein. Wichtig waren auch die Düngung, der Futterbau und der Pflanzenschutz. Änderungen in der Fütterung ergeben sich auch durch die Vorschrift, im Sommer Grünfutter zu verfüttern und die Kälber mit Vollmilch zu tränken.

#### 3.2 Kennzahlen der Milchleistungsprüfung

Ausgewertet wurden dazu die LKV-Daten der jeweiligen Betriebe zu Versuchsbeginn im Jahr 2002 (LKV 2002).

29 der 30 ausgewählten Betriebe hielten Fleckvieh. Bei einem Ökobetrieb wurde als Betriebsrasse Schwarzbunte angegeben. Die Betriebe hatten im Durchschnitt etwa 40 Kühe, ein Unterschied in der Kuhzahl in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsart bestand nicht.

Tabelle 1: Anzahl Kühe

	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard-abw.</b>	<b>Minimal</b>	<b>Maximal</b>
Konventionelle Betriebe	38,6	10,7	25	56
Umstellungsbetriebe	39,7	8,4	26	56
Öko-Betriebe	38,5	10,7	20	60

Die konventionellen Betriebe erzielten durchschnittlich 661 kg (= 9 %) mehr Milch als die Ökobetriebe, während die Umstellungsbetriebe noch einmal 187 kg unter den Ökobetrieben lagen. Im Fettgehalt betrug der Unterschied ca. 6 Prozentpunkte, beim Eiweißgehalt 2 Prozentpunkte.

Die konventionellen Betriebe erzielten einen Fettgehalt von 4.1 %. Damit liegen die Öko-Betriebe 4 und die Umsteller 2 Prozentpunkte unter den konventionellen. Bei den Merkmalen Abgangprozent und Zwischenkalbezeit schnitten die Öko- und Umstellbetriebe besser ab als die konventionellen. Demgegenüber lagen die Zellzahlen der Öko- und Umstellungsbetriebe um 10-12 % über denen der konventionellen Betriebe.

Tabelle 2: Herdendurchschnitte

Merkmal	Konv.- Betrieb	Umst.- Betrieb	Öko- Betrieb	Diff. Umst.- Konv.	Diff. Öko- Konv.	Diff. Öko- Umst.	% Diff. Umst.- Konv.	% Diff. Öko- Konv.
Milchmenge	7238	6390	6577	-848	-661	187	-12	-9
Fettmenge	305,9	256,4	259,9	-49,5	-46	3,5	-16	-15
Eiweißmenge	252,1	218,5	225,1	-33,6	-27	6,6	-13	-11
Fettgehalt	4,2	4,01	3,94	-0,19	-0,26	-0,07	-5	-6
Eiweißgehalt	3,48	3,42	3,42	-0,06	-0,06	0	-2	-2
MEW	2207	1890	1934	-317	-273	44	-14	-12
Melktage	315	319	317	4	2	-2	1	1
Trockentage	50	46	48	-4	-2	2	-8	-4
Alter	5,3	5,4	5,3	0,1	0	-0,1	2	0
Kuhzahl	38,6	38,5	39,7	-0,1	1,1	1,2	0	3
Abgänge %	21,4	19,5	18,8	-1,9	-2,6	-0,7	-9	-12
ZKZ	391	394	377	3	-14	-17	1	-4
Zellzahl	187	206	210	19	23	4	10	12

### 3.3 Ertrag und Inhaltsstoffe der Grünland-Aufwüchse

Auf den jeweiligen Betrieben wurde eine repräsentative Grünlandfläche ausgewählt, auf der über 2 Jahre vierzehntägig Probeschnitte durchgeführt wurden. Die Aufwuchsmengen wurden gewogen. Der Gehalt an Rohnährstoffen der jeweiligen Schnitte wurde im Labor der BLT in Grub untersucht und der Energiegehalt mit der üblichen DLG-Formel geschätzt (Rutzmoser & Moosmeyer 1999). Die Mengen- und Spurenelemente und der Nitratgehalt wurden im Labor des Tiergesundheitsdienstes (TGD) in Grub ermittelt.

Auf den untersuchten, konventionell bewirtschafteten Flächen wurde ein signifikant höherer Trockenmasseertrag erzielt. Der Gehalt an Rohprotein und Rohasche war bei diesen Flächen ebenfalls signifikant höher. Keine Unterschiede ergaben sich beim Rohfasergehalt und der Energiekonzentration.

Tabelle 3: Erträge und Inhaltsstoffe zum Erntezeitpunkt – über alle Schnitte

		Konv.		Umsteller		Öko	
		$\mu$	s	$\mu$	s	$\mu$	s
Anzahl		99		92		94	
Ertrag	dt TM	22,6 <sup>b</sup>	±9,6	21,4 <sup>a</sup>	±10,6	20,8 <sup>a</sup>	±8,3
Rohprotein	g/kg TM	192 <sup>b</sup>	±42	182	±45	175 <sup>a</sup>	±38
Rohfaser	g/kg TM	218	±40	219	±40	222	±32
Rohasche	g/kg TM	97	±13	101 <sup>a</sup>	±32	93 <sup>b</sup>	±15
NEL	MJ/ kg TM	6,32	±0,39	6,25	±0,43	6,27	±0,31

Der Kalziumgehalt beim Futter lag bei den ökologisch bewirtschafteten Flächen signifikant höher als bei den Vergleichsbetrieben. Die Ursache liegt im höheren Kleeanteil

(Stettler 2005). Keine Unterschiede ergaben sich beim Phosphor. Geringe Unterschiede gab es beim Magnesium. Die Gehalte an Natrium und Kalium waren beim Futter aus konventioneller Wirtschaftsweise am höchsten (Wyss & Kessler 2002). Bei diesen Betrieben waren auch die Gehalte an Chlor und Schwefel höher als bei den Umstellern und den ökologisch wirtschaftenden Betrieben.

Tabelle 4: Gehalte an Mengenelementen, über alle Schnitte (g/kg TM)

	<b>Konv.</b>		<b>Umsteller</b>		<b>Öko</b>	
Anzahl	99		92		94	
	$\mu$	s	$\mu$	s	$\mu$	s
Calcium	7,9 <sup>c</sup>	±2,0	8,9 <sup>a</sup>	±2,4	8,4 <sup>b</sup>	±2,5
Phosphor	4,4	±0,6	4,5	±0,7	4,3	±0,7
Magnesium	2,9 <sup>b</sup>	±0,8	3,0	±0,7	3,0 <sup>a</sup>	±0,8
Natrium	1,2 <sup>c</sup>	±0,9	0,8 <sup>a</sup>	±0,8	1,0 <sup>b</sup>	±0,5
Kalium	29 <sup>a</sup>	±5,0	29 <sup>a</sup>	±4,6	25 <sup>b</sup>	±4,3
Chlor	7,1 <sup>b</sup>	±3,6	5,1 <sup>a</sup>	±2,3	5,2 <sup>a</sup>	±2,4
Schwefel	3,0 <sup>b</sup>	±0,6	2,7 <sup>a</sup>	±0,7	2,8 <sup>a</sup>	±0,5

Bei den Spurenelementen waren die Gehalte im Futter an Kupfer und Mangan bei den Öko-Betrieben am höchsten, der Zinkgehalt war nicht unterschiedlich.

Tabelle 5: Gehalte an Spurenelementen zum Erntezeitpunkt, über alle Schnitte (mg/kg TM)

	<b>Konv.</b>		<b>Umsteller</b>		<b>Öko</b>	
Anzahl	99		92		94	
	$\mu$	s	$\mu$	s	$\mu$	s
Kupfer	9,0 <sup>b</sup>	±1,7	9,1	±2,1	9,4 <sup>a</sup>	±1,8
Zink	86	±31	88	±28	83	±22
Mangan	56 <sup>b</sup>	±28	74 <sup>a</sup>	±37	71 <sup>a</sup>	±36

Der Nitratgehalt war beim Futter der konventionell bewirtschafteten Flächen höher als bei dem der Umsteller und bei diesen wieder höher als bei dem der ökologisch geführten Parzellen. Dies ist eine Folge der höheren Stickstoffversorgung dieser Flächen.

Tabelle 6: Durchschnittlicher Nitratgehalt der Aufwuchsproben über alle Schnitte (mg /kg TM)

	<b>Konv.</b>		<b>Umsteller</b>		<b>Öko</b>	
Anzahl	288		271		287	
	$\mu$	s	$\mu$	s	$\mu$	s
Nitratgehalt	1473 <sup>b</sup>	$\pm 2060$	1027	$\pm 1509$	543 <sup>a</sup>	$\pm 487$

### 3.4 Verdaulichkeit des Futters

Von zwei ausgewählten Betrieben, einem konventionell und einem ökologisch wirtschaftenden, wurden Grassilagen vom 1. und 5. Schnitt im Verdauungsversuch in Grub mit Hammeln getestet. Das Futter wurde auf den jeweiligen Versuchspartellen der Betriebe geerntet.

Die Versuche ergaben, dass die Verdaulichkeit der einzelnen Aufwüchse im Wesentlichen vom physiologischen Alter bestimmt wird. Die Bewirtschaftungsweise, ökologisch oder konventionell, hat - wenn überhaupt - nur einen sehr geringen Einfluss auf diese Parameter.

### 3.5 Rationszusammensetzung

Auf den Versuchsbetrieben wurden im Laufe des Untersuchungszeitraumes fünfmal im Winter und zweimal im Sommer (bei Stallfütterung) die jeweiligen Rationen vom Versuchsbetreuer erfasst. Unterschieden wurden dabei die Rationen für laktierende Tiere, für Trockensteher, für Jungvieh im ersten, im zweiten und im dritten Jahr.

Von allen zum Besuchszeitpunkt verfütterten Grundfuttermitteln wurden Proben gezogen und diese im Labor in Grub untersucht. Erfasst wurden dabei die Inhaltsstoffe, Rohnährstoffe sowie die Mengen- und Spurenelemente der zu einem bestimmten Zeitpunkt verfütterten Grundfuttermittel und die Konzentrationen der Grundfuttermitteln.

Laktierende Kühe: Die Rationen für laktierende Kühe von konventionell wirtschaftenden Betrieben weisen eine geringfügig höhere Energiekonzentration auf. Die Ursache ist der etwas höhere Maisanteil in diesen Betrieben. Ansonsten sind die Rohnährstoffe gleich. Unterschiede gibt es beim Nitrat. Die Rationen der konventionell wirtschaftenden Betriebe haben den höchsten Gehalt, gefolgt von denen der Umsteller und denen der ökologisch wirtschaftenden. Dieser Effekt war bei allen Rationen vom Jungvieh bis zur laktierenden Kuh zu beobachten. Bei den Mengenelementen ist bei den Mischungen für laktierende Kühe nur der höhere Gehalt an Kalzium bei den Umstellern und bei den ökologischen produzierenden Betrieben auffällig. Bei den Spurenelementen gibt es keine Unterschiede.

Trockensteher: Bei den Rationen für die Trockensteher gab es bei den Rohnährstoffen und der Energie keine Unterschiede. Die FKAD Bilanz, eine Möglichkeit Milchfieber vorzubeugen, war zwischen den Betriebstypen gleich. Bei den Mengenelementen ist wieder nur der höhere Gehalt an Kalzium bei den Umstellern und den ökologischen Betrieben auffällig. Bei den Spurenelementen gibt es keine Unterschiede.

Jungvieh, erstes Aufzuchtjahr: Bei den konventionell wirtschaftenden Betrieben wird relativ junges, energiereiches Futter verwendet. Bei den anderen beiden Betriebsgruppen wird deutlich später gemähtes Futter eingesetzt. In der Regel ist dabei auch der Heuanteil erhöht. Bei den Mengenelementen gibt es höhere Gehalte an Kalzium bei den Umstellern und ökologisch wirtschaftenden Betrieben. Keine Unterschiede gibt es bei den Spurenelementen.

Jungvieh, zweites Aufzuchtjahr: Im 2. Aufzuchtjahr ist bei den Rationen der bereits dargestellte etwas höhere Proteingehalt der konventionellen Rationen auffällig. Bei den Mengenelementen gibt es höhere Gehalte beim Kalzium bei den Umstellern und ökologisch wirtschaftenden Betrieben. Keine Unterschiede gibt es bei den Spurenelementen.

Jungvieh, drittes Aufzuchtjahr: Im 3. Aufzuchtjahr unterscheidet sich die Nährstoff- und Energiekonzentration zwischen den Betrieben nur unwesentlich. Bei den Mengenelementen gibt es wiederum die höheren Gehalte beim Kalzium bei den Umstellern und ökologisch wirtschaftenden Betrieben. Keine Unterschiede gibt es bei den Spurenelementen.

### **3.6 Silagequalität**

Im Jahre 2004 wurde von je einem konventionell und von einem biologisch wirtschaftenden Betrieb Grüngut von 5 Schnitten gewonnen. Im Erntejahr 2005 wurde die Untersuchung ausgedehnt. Vom ersten Schnitt wurden von 10 Betrieben, davon je 5 konventionell und je 5 ökologisch wirtschaftend, Futter im Weckglas ohne Zusätze siliert.

Zwischen dem Futter von konventionell und ökologisch wirtschaftenden Betrieben wurden dabei keine Unterschiede in den Gärqualitäten festgestellt (Wyss 2002). Der Siliermitteleinsatz mit biologischen Siliermitteln führt auch im ökologisch wirtschaftenden Betrieb zu geringeren Verlusten und zu höheren Qualitäten, so dass auch hier der Einsatz von Siliermitteln für den mittelschwer bis leichten Bereich zu empfehlen ist. Der schwer silierbare Bereich sollte durch Vorwelken nach Möglichkeit umgangen werden.

### **3.7 Tierhaltung**

Mögliche Unterschiede bei der Tierhaltung wurden ebenfalls untersucht. Dafür wurde eine von Knierim und Winckler (2002) für diesen Zweck speziell entwickelte Checkliste verwendet. Diese Checkliste, kombiniert mit einer Tierbeurteilung, ist die aktuellste und praktikabelste Version eines Bewertungssystems im Bereich Milchviehhaltung, in die der zuletzt verfügbare Wissensstand eingearbeitet wurde. Mit Hilfe dieser Liste werden die für die Milchkuh wichtigen Funktionsbereiche Liegen, Laufen, Fressen, Tränke, Komfort und Stallklima überprüft.

Zusätzlich wird ein Teil der Herde einer genauen Bewertung des Integuments nach Verletzungen und Verschmutzungen unterzogen.

In den Versuchsbetrieben, die über einen Laufstall verfügten, unterschieden sich die Haltungsbedingungen der ökologisch wirtschaftenden, Umstellungs- und konventionell wirtschaftenden Betrieben nicht hinsichtlich ihrer Tiergerechtigkeit. Unterschiede im Haltungssystem waren betriebsindividuellen Ursprungs (Management) und weniger der Bewirtschaftungsweise zuzuschreiben. Als Mängel wurden insbesondere schlecht gepflegte Liegeboxen, zu schmale Laufgänge und fehlende eingestreute Abkalbebereiche festgestellt.

### 3.8 Tiergesundheit

Die Fachabteilung Rindergesundheitsdienst untersuchte Probleme und Schwächen in den Herden bezüglich der Haltung und Tiergesundheit. Dafür wurden im Winter 2003/2004 die Versuchsbetriebe aufgesucht.

Folgende Krankheitskomplexe wurden überprüft:

- Fruchtbarkeit
- Kälberaufzucht
- Euterkrankheiten
- Klauenkrankheiten
- Stoffwechselkrankheiten
- Hautkrankheiten

Die Zellgehalte der Milch sowohl der Öko-Versuchsbetriebe als auch der Öko-Praxisbetriebe lagen um etwa 30.000 Einheiten höher als die der konventionellen Vergleichsbetriebe. Die Zwischenkalbezeit der Öko-Versuchsbetriebe war um 14 Tage kürzer, die der Öko-Vergleichsbetriebe (Praxisbetriebe) um einen Tag kürzer als die der konventionellen Betriebe.

Bei der tierärztlichen Untersuchung der Tiere der Versuchsbetriebe konnten keine messbaren Unterschiede zwischen den Wirtschaftsweisen festgestellt werden.

Aufgrund des beschränkten Kraftfuttereinsatzes kommt es zu Beginn der Laktation oft zu einer energetischen Unterversorgung der Tiere und zu einem erhöhten Abbau von Körperfett. Der Anteil der im 1. Laktationsdrittel energetisch unterversorgten Tiere lag bei den konventionellen Versuchsbetrieben bei 39 %, bei den ökologischen Betrieben bei 49 %.

### 3.9 Pflanzenproduktion

Ende April 2003 wurden bei den 30 Milchviehbetrieben auf je einem Grünlandschlag Beobachtungsquadrate von je 5 x 5 Metern festgelegt und diese mit versenkbaren Magneten markiert. Die Auswahl der einzelnen Flächen wurde bewusst den jeweiligen Bewirtschaftern überlassen unter der Vorgabe, dass dieser Schlag das „typische Grünland“ ihres Betriebes repräsentieren sollte.

Die Bestandsaufnahme nach Klapp et al. (1953) erfolgte zum ersten Aufwuchs Ende April 2003. Sie wurde nach dem Trockenjahr 2003 im Mai des folgenden Jahres wiederholt.

Im Herbst des Jahres 2003 wurden in den jeweiligen Beobachtungsquadraten Bodenproben (0-10 cm) gezogen. Während der pflanzenverfügbare Anteil mit den in der Bodenuntersuchung für die jeweiligen Elemente standardisierten „milden“ Extraktionsmitteln (CaCl<sub>2</sub>, CAL, CAT) gewonnen wird, schließt der Aufschluss mit Königswasser - einem aggressiven Gemisch aus konzentrierter Salz- und Schwefelsäure im Verhältnis 3 : 1 - auch den wenig pflanzenverfügbaren Anteil mit ein. Dabei werden in Anlehnung an die Literatur die im Königswasser-Extrakt ermittelten Konzentrationen auch als „Gesamtgehalte“ ausgewiesen (Hornburg 2002; Dersch & Hösch 2003; Linhard 1997).

### 3.10 Pflanzeninhaltsstoffe und Bodenqualität

Auch im Pflanzenbau kommt es durch die Umstellung zunächst zu Leistungseinbußen, die oft aber nach 2-3 Jahren teilweise ausgeglichen werden können. Trotz eingeschränkter Düngung können gute Futterqualitäten erzielt werden, meist bei etwas reduziertem Ertrag.

Nach der Umstellung kommt es häufig zu einer Reduzierung des pH-Wertes, des Phosphat- ( $P_2O_5$ ) und Kaligehaltes im Boden. Stickstoff steht durch den vermehrten Anteil von Leguminosen ausreichend zur Verfügung. Auf den Flächen der Versuchsbetriebe konnten hinsichtlich des Humusaufbaus und des Kalkzustandes der Grünlandböden keine Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten festgestellt werden. Vielmehr dürften die teilweise starken Schwankungen auch innerhalb der drei Gruppen auf natürliche Standortfaktoren und einzelbetriebliche Gegebenheiten zurückzuführen sein. Auf einem Drittel der Grünlandflächen (überwiegend Umsteller und Öko-Betriebe) wurden niedrige Werte unter 5,5 pH-Einheiten festgestellt.

Bei den Spurenelementen Mangan, Zink, Kupfer und Selen sowie beim Makroelement Schwefel waren keine gerichteten Unterschiede zwischen konventionell und ökologisch wirtschaftenden Betrieben ableitbar. Für das Gesamt-Phosphat und Gesamt-Kali deuten sich tendenziell bei den ökologisch wirtschaftenden Betrieben und den Umstellern im Mittel niedrigere Gesamt-Gehalte im Hauptwurzelraum gegenüber den konventionell wirtschaftenden Betrieben an. 30 % der Öko-Betriebe und 50 % der Umsteller wiesen eine niedrige, in Einzelfällen sogar sehr niedrige Versorgung mit Phosphat auf. Bei Verdacht auf eine Mangelsituation sollte betriebs- und schlagbezogen der (P-)Saldo überprüft werden. Eine regelmäßige Bodenuntersuchung – gerade bei knapper Versorgungslage – ist unbedingt anzuraten.

### 3.11 Pflanzensoziologie

Die angestrebte Zahl von mindestens 20 verschiedenen Pflanzenarten wird sowohl bei Öko- als auch bei konventionellen Betrieben auf intensiv genutzten Flächen selten erreicht. Auch der Weißkleeanteil lag oft unter dem von Öko-Betrieben angestrebten Wert von 20 %. Probleme bereiten häufig Ampfer und gemeine Rispe.

Auf den Flächen der Versuchsbetriebe wurden insgesamt im Hauptuntersuchungsjahr 2003 auf den 30 Untersuchungsquadraten 20 Gras-, 34 Kräuter und 2 Kleearten, somit 56 Einzelarten gefunden. Allerdings kamen einzelne Arten nur auf einzelnen Flächen vor und im Mittel fanden sich nur 20 Arten pro Fläche, auf einzelnen Flächen sogar nur 10. Insgesamt legen die pflanzensoziologischen Aufnahmen zum ersten Aufwuchs des Jahres 2003 und 2004 den Schluss nahe, dass es weniger auf die Betriebsart als vielmehr auf die Standortverhältnisse und die jeweilige optimale Bewirtschaftung der Flächen ankommt.

Generell deuteten sich allerdings bei den untersuchten Flächen in bestimmten Fällen noch einzelbetriebliche Reserven an, die jedoch in Bezug auf eine bestimmte Bewirtschaftungsart meist nicht verallgemeinert werden dürfen. Einzig in der P-Verfügbarkeit im Hauptwurzelraum scheinen konventionelle Betriebe nach den derzeitigen Vorgaben der P-Gehaltsklassen der landwirtschaftlichen Officialberatung (LfL 2004) besser als ökologische Betriebe abzuschneiden. Allerdings wurden bei den Grünlandflächen von Milchviehbetrieben in der Umstellungsphase im Mittel die niedrigsten P-Gehalte gemessen. In Anbetracht dessen, dass ein ausreichender – jedoch oft nicht im gewünschten Umfang vor-

handener – Weißkleebesatz im Dauergrünland über den Weg der symbiontischen N-Fixierung bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben eine wesentliche N-Quelle neben dem aus Boden und Wirtschaftsdüngern freigesetzten Stickstoff darstellt, ist nicht auszuschließen, dass in der Praxis durch geringe P-Vorräte die gewünschte Entwicklung dieser auch für den Futterwert wertvollen Leguminose begrenzt wird. Ohne die Möglichkeit der Einarbeitung von Rohphosphaten in den Boden bei Dauergrünland könnte sich gerade bei niedriger P-Versorgung die Verwendung von P-Düngern mit hoher Löslichkeit (Superphosphat, Novaphos) als vorteilhaft erweisen (Schröpel 2005). Jedoch ist bis dato der Einsatz schnelllöslicher (P-)Dünger in verschiedenen Agrarumwelt-Programmen und im ökologischen Landbau untersagt. Der gestattete Einsatz von langsam löslichen weicherdigen Rohphosphaten dürfte gerade in Fällen neutraler bis schwach saurer pH-Werte in ihrer Wirkung keinen oder nur wenig Erfolg versprechen.

### 3.12 Wirtschaftlichkeit

Für die Erhebung und einzelbetriebliche Auswertung der Daten zur Milchviehhaltung wird das Programm BZA-Rind SE verwendet. Das Programm wurde in enger Anlehnung an die von der DLG-Arbeitsgruppe Betriebszweigabrechnung (2000) vorgeschlagene Systematik am Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik (ILB) in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftskammern in Bonn, Münster und Kiel entwickelt. Seit dem Herbst 2003 können mit dem erstellten Programm Kosten-Leistungsrechnungen bis hin zum Vollkostenansatz für den Betriebszweig Milchviehhaltung (inkl. Kalbinnenaufzucht) durchgeführt werden.

Im Durchschnitt der Wirtschaftsjahre 2002/03 und 2003/04 variierten die Gewinnbeiträge der Betriebe aus der Milchviehhaltung (inklusive Kalbinnenaufzucht) zwischen 18.000 und 71.000 €/Jahr. Die Ökobetriebe und die Umstellungsbetriebe erwirtschafteten im Gruppenmittel Gewinnbeiträge von 42.300 beziehungsweise 40.100 €/Jahr. In der Gruppe der konventionellen Betriebe lag der durchschnittliche Gewinnbeitrag bei 42.700 €/Jahr. Die konventionellen Betriebe hatten eine um durchschnittlich 27.000 kg ECM/Jahr höhere Milcherzeugungsmenge im Vergleich zum Gruppenmittel der Ökobetriebe. Die Ergebnisse der einzelnen Betriebe wiesen innerhalb der Vergleichsgruppen sehr große Streuungen auf. Bezogen auf die erzeugte Milchmenge erreichten die Ökobetriebe und die Umstellungsbetriebe im Gruppenmittel Gewinnbeiträge von 19,8 beziehungsweise 20,2 ct/kg ECM. Die konventionellen Betriebe erzielten im Mittel 17,2 ct/kg ECM.

Nur vier von insgesamt dreißig Betrieben erzielten positive kalkulatorische Betriebszweigergebnisse. Diese Betriebe erreichten in der Milchviehhaltung eine vollständige Entlohnung für die eingesetzten Produktionsfaktoren (zum Beispiel Arbeitsentlohnung, Verzinsung des eingesetzten Kapitals). Zwei weitere Betriebe lagen knapp darunter. Diese erfolgreichen Betriebe sind in allen drei Gruppen (Ökobetriebe, konventionelle Betriebe und Umstellungsbetriebe) vertreten. Damit zeichnet sich ab, dass unter den gegebenen Bedingungen der ökonomische Erfolg in der Milchviehhaltung nicht vom jeweils angewandten Landbausystem abhängt, sondern andere betriebliche Rahmenbedingungen wie zum Beispiel das Management und standörtliche Gegebenheiten erfolgsbestimmend sind. Die kalkulatorischen Betriebszweigergebnisse der übrigen Betriebe waren negativ, das heißt, die veranschlagte Faktorverwertung wurde nur teilweise erreicht.

## 4 Fazit/Ausblick

Im vorliegenden Projekt wurden die zu erwartenden Konsequenzen der Umstellung eines Milchviehbetriebes von einer konventionellen Bewirtschaftung über die Umstellungsphase zu einer ökologischen Produktion erarbeitet. Die Frage einer möglichen Umstellung auf den ökologischen Landbau wird bisher schwerpunktmäßig in den Grünlandregionen diskutiert. Besonders Betriebe mit mittleren und kleineren Bestandsgrößen überlegen sich den Umstieg.

Für das vorliegende Projekt wurden deshalb mittelgroße Betriebe in der Grünlandregion ausgewählt. Die ausgewählten konventionellen Vergleichsbetriebe wiesen eine mittlere Intensität bei der Bewirtschaftung auf. Die Leistungszahlen der Kuhherden lagen etwas über dem Durchschnitt.

In der Literatur gibt es eine Vielzahl von Informationen über die ökologische Produktion und auch über die Umstellung auf den ökologischen Landbau (z. B. Sattler et al. 2004). Ein ähnliches Projekt, in dem vergleichbare Betriebe der gleichen Region, Betriebsgröße, Ausstattung usw. in allen Phasen - von der konventionellen Ausgangssituation über die Umstellung bis zur ökologischen Produktion - begleitet wurden, ist in der Literatur bisher nicht beschrieben.

Die Ergebnisse wurden in der voralpinen Grünlandregion erarbeitet. Die Vergleichbarkeit zu anderen Regionen ist dann gegeben, wenn ähnliche natürliche und klimatische Voraussetzungen bestehen. Die Frage der Wirtschaftlichkeit der ökologischen Produktion muss auf Grund der vor Ort vorhandenen Absatzmöglichkeiten beurteilt werden.

Welche Fragen können künftig besser beantwortet werden und welche bleiben noch?

Mit den erarbeiteten Informationen können den vielen mittelintensiven Grünlandbetrieben, die umstellen wollen, die zu erwartenden Möglichkeiten bzw. Konsequenzen aufgezeigt werden. Auch für sehr intensive Grünlandbetriebe können Antworten aus diesem Material zumindest teilweise abgeleitet werden.

Für die zweite große Gruppe, Milchviehbetriebe im Futter- oder Ackerbaugebiet, die sehr Silomais betonte Rationen einsetzen, können die Ergebnisse nur bedingt verwendet werden. Hier besteht noch großer Forschungsbedarf.

## Literaturverzeichnis

Dersch, G. & Hösch, J. (2003): Standortabhängige Düngung: Effekte von P- und K-Gaben auf die pflanzenverfügbaren und wasserlöslichen Nährstoffgehalte auf unterschiedlichen Standorten; AGES-Forschungsbericht, Projektnummer 26043, Teil der Expertise „Belastungen des Grundwassers im Marchfeld und Tullner Feld mit Chlorid, Kalium und Phosphat durch vergangene und aktuelle Düngungsmaßnahmen“ für das Amt der niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, Wasserwirtschaftliche Planung, 25 Seiten, PDF-Datei unter [www13.ages.at/](http://www13.ages.at/)

DLG-Arbeitsgruppe Betriebszweigabrechnung (2000): Die neue Betriebszweigabrechnung – Leitfaden für die Beratung und Praxis. Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. (Hrsg.), Arbeiten der DLG Bd. 197, Frankfurt

Hornburg, V. (2002): Vergleich von Methoden zur Bestimmung der Gesamtgehalte von Haupt- und Spurenelementen in Böden; Abschlußbericht vom Geologischen Dienst Nordrhein-Westfalen an das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen, 65 Seiten, [www.gd.nrw.de](http://www.gd.nrw.de)

Klapp, E., Boeker, P., König, F. & Stählin, A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen: 38-40; Schaper Verlag, Hannover

Knierim, U. & Winckler, C. (2002): Checklisten zur Überprüfung der Haltungsbedingungen im Boxenlaufstall für Milchkühe. XXII. World Buiatrics Congress, 18.-23. August 2002, Hannover. Hrsg.: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Linhard, E. (1997): Analytik an geologischen Proben; Skriptum zum Kurzvortrag anlässlich des Workshops „Anorganische Elementanalytik an Umweltproben“, Garching, Institut für Radiochemie

LKV (2002): Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern 2002, Ergebnisse und Auswertungen; LKV-Bayern, München

Rutzmoser, K. & Moosmeyer, M. (1999): Verdaulichkeitsschätzung zur Energieberechnung beim Wiederkäuer. BLT Grub Information 4/99, 32 – 40

Sattler, F., Friedmann, G. & Schmidt, R. (2004): Umstellung auf den Ökolandbau. Ulmer, Stuttgart

Schröpel, R. (2005): Wann lohnt die Grunddüngung; Verlagsbeilage Dünger- Magazin der DLG-Mitteilungen 12/2005; Seite 16-19, Max-Eyth-Verlags-Gesellschaft, Frankfurt, 2005

Stettler, M. (2005): Taktische Stickstoffdüngung. UFA-Revue 5/2005

Wyss, U., Kessler, J. (2002): Bewirtschaftung beeinflusst Mineralstoffe im Gras, Agrarforschung 9 (07), 292-297

Wyss, U. (2002): DOK-Versuch: Bewirtschaftungsart und Silagequalität. Agrarforschung 9 (4), 164-169



# Möglichkeiten des Praxistransfers anhand des Projektes „Umstellung zur ökologischen Milchviehhaltung“

Naturland Erzeugerring e.V.<sup>1)</sup>

Bioland Erzeugerring Bayern e.V.<sup>2)</sup>

Biokreis Erzeugerring e.V.<sup>3)</sup>

Peter Manusch<sup>1)</sup>, Dieter Sixt<sup>2)</sup> & Wolfgang Schleicher<sup>3)</sup>

## Zusammenfassung

Für konventionelle Betriebe stellen die Fragen der Vermarktung, der Wirtschaftlichkeit sowie der Arbeitsbelastung die größten Hürden bei einer Umstellung hin zu einer ökologischen Wirtschaftsweise dar. Diese Fragen muss die Beratung vordringlich beantworten.

Bereits umgestellte Betriebe haben einen guten Zufriedenheitsgrad (75% sind mit der Umstellung zufrieden). Dies liegt vor allem an der subjektiv wahrgenommenen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Offene Fragen bestehen im Bereich der „Bürokratie“ und der Regulierung von Ampfer (*Rumex obtusifolius*).

Der ökologische Zuchtwert ÖZW ist in der praktischen Zucht noch viel zu wenig verankert und bekannt. Hier muss gezielte Beratung den guten theoretischen Ansatz des ÖZW den Landwirten vermitteln.

Öko Betriebe haben etwa 92-95% der Grünlanderträge konventioneller Betriebe. Die Beratung unterstützt daher Umstellungsbetriebe bei der Suche nach potentiellen Pachtflächen, Almen und Aufzuchtbetrieben für auszulagerndes Jungvieh. Die Eiweißgehalte im Gras sind bei Öko Betrieben niedriger, alle anderen Faktoren sind etwa gleich. Dies ist bei der Rationsgestaltung zu berücksichtigen. Bei der Düngung ist vor allem auf eine ausreichende Phosphat Versorgung zu achten.

Nur etwa 30% der Landwirte erzielen ein positives kalkulatorisches Betriebsergebnis, unabhängig vom Haltungssystem. Die Unterschiede zwischen den Betriebsergebnissen sind vor allem auf die Managementfähigkeiten der Betriebsleiter und die Reinvestitionen erzielter Gewinne zurück zu führen. Die Wirtschaftlichkeit ist bei Bio Betrieben mit ca. 3 Cent Gewinn je Liter Milch besser. Hierbei ist zu berücksichtigen dass auch mehrheitlich solche Betriebe umgestellt haben die für das System gute Voraussetzungen mitbringen. Seit der Untersuchung hat sich das Preisverhältnis von Bio-Milch zu konventionell erzeugter Milch vergrößert. Die Gewinnunterschiede je Liter Milch haben sich weiter zu Gunsten der Öko Betriebe verschoben.

Der umfassende Literaturteil der vorliegenden Untersuchung bietet gerade jungen Beratern eine schnelle Orientierung über den Stand der Forschung zur ökologischen Milchviehhaltung.

## Summary

For conventional farms the problems of marketing, cost-effectiveness and the workload are major hurdles when converting to organic farming. A good advice on organic farming has to give answers to these questions.

Farms already converted show a high degree of contentment (75% are comfortable with the conversion). This is mainly due to the subjectively perceived improvement of profitability. Questions remain open in the field of 'bureaucracy' and the control of broadleaf dock (*Rumex obtusifolius*).

The "organic breeding value" is hardly anchored or known in practical breeding. Here systematic counselling of the farmers has to impart a well-founded theoretical approach.

Grass yield on organic farms comprises about 92 to 95% of that on conventional farms. This means that advisers help the farmers to find potential sites to be leased, alpine pastures or external farms to raise young stock. Protein content of the grass is lower on organic farms; all other factors are fairly the same. This has to be considered when sizing feeding rations. Fertilisation should mainly regard sufficient supply of phosphate.

Only about 30% of the farmers reach positive farm receipts independent from the farming system, but mainly due to their management skills. Economic efficiency on organic farms leaves a profit surplus of 3 Cent / Litre compared with conventional farms. It has however to be considered that mainly those farms have converted that bring along good prerequisites for the system. After the investigation was finished the relation of the price between organic and conventional milk has increased for the benefit of the organic farms.

The comprehensive bibliographical references of the existing study provide fast orientation on the up-to-date research on organic farming, especially for young advisers on organic farming.

## 1 Einleitung

In die Versuchsplanung des Projekts „Umstellung zur ökologischen Milchviehhaltung“ (Spann et al. 2007) waren die bayerischen Öko-Erzeugerringe, insbesondere Naturland- und Bioland- Erzeugerring, eingebunden. Von Seiten der Ring-Beratung wurden geeignete Betriebe für die Untersuchungen vorgeschlagen.

Der Ansatz des o. g. Versuches war, Unterschiede zwischen konventionellen, erst seit kurzem umgestellten und langjährigen Öko Betrieben hinsichtlich zahlreicher Parameter aus den Bereichen Grünland/Futterwirtschaft, Tierische Erzeugung und Ökonomie zu beleuchten. Diesbezügliche Ergebnisse können bisherige Beratungsempfehlungen bestätigen oder in Frage stellen. Daher ist es für die Berater „vor Ort“ und die Landwirte nach Abschluss solch einer Untersuchung wichtig, welche neuen Erkenntnisse sich daraus für die Praxis ergeben. Eine wissenschaftliche Untersuchung hat für Landwirte dann Relevanz, wenn sie in konkrete Handlungsempfehlungen übersetzt werden kann.

## 2 Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich des Praxistransfers

### 2.1 Betriebsbefragungen

Zu Projektbeginn wurden alle Betriebe mit einem umfangreichen Fragebogen erfasst. Die Ergebnisse der Auswertung geben Aufschluss über Sichtweisen von Betriebsleiterfamilien, die Beratungsrelevanz haben.

#### Konventionelle Betriebe

Interessant erscheint, dass sich 60% der damals befragten konventionellen Milchvieh-Betriebe bereits einmal ernsthaft mit der Frage einer ökologischen Milchviehhaltung befasst hatten. Auf die Frage, warum sie trotzdem den Betrieb nicht umgestellt hätten, antworteten die Landwirte mit a) mangelndem Preisabstand und b) Absatzproblemen bei Bio Milch sowie c) einer höheren Arbeitsbelastung. Wirtschaftliche Gründe und die vermutete größere Arbeitsbelastung sind also die herausragenden Gründe, warum viele Betriebe bisher nicht umgestellt haben.

Hierbei ist zu bedenken, dass die Umfrage im Jahr 2002 bei überversorgten Bio Milchmärkten und einem durchschnittlichen Preisabstand von konventioneller zu Bio Milch von lediglich 4,6 Cent durchgeführt wurde (Durchschnitt Deutschland). Heute im Jahr 2006 bewegen wir uns im deutschen Durchschnitt bei 6,4 Cent Preisabstand (ZMP 2006), wobei einzelne Molkereien wie z. B. Berchtesgadener Land, Upländer und Söbbeke nahe 8 Cent Zuschläge zu manchen, nur Milch aus konventionellen Betrieben verarbeitenden, Nachbarmolkereien zahlen. Die Rohstoffmärkte für Biomilch sind momentan geräumt.

In der Beratung muss daher in Zeiten boomender Märkte auf die Tiefs und in Zeiten überversorgter Märkte auf die Hochs verwiesen werden. Die Betriebe müssen sich im Schnitt der letzten 10 Jahre auf Bio-Zuschläge von 5,5 Cent einstellen und damit auch ökonomisch bestehen.

#### Öko Betriebe

75% der befragten Öko-Betriebe sehen durch die Umstellung eine deutliche ökonomische Verbesserung für Ihren Betrieb. Nur 15% der Betriebe sehen nach der Umstellung noch ungelöste produktionstechnische Probleme vor sich. Als meistgenannte noch bestehende

Probleme werden „Bürokratie“ und Unkraut (Ampfer) genannt. Bei Umstellungsbetrieben muss also auf diese zwei Punkte in der Beratung besonders eingegangen werden.

Bei einer Frage zur Züchtung antworteten die Öko-Bauern dass sie nur zu 20% den Ökologischen Gesamtzuchtwert (ÖZW) (LfL 2006) als Kriterium zur Zucht einsetzten. 25% machen dies sehr selten und 55% kennen den ÖZW noch nicht. In Züchtungsfragen ist daher noch viel Beratungsarbeit nötig um den an und für sich guten Gesamtzuchtwert in der Praxis zu verankern.

## 2.2 Grünland und Futterwirtschaft

Über die Ertragssituation von ökologisch bewirtschaftetem Grünland gibt es in Oberbayern, speziell im Alpenvorland, keine neueren Untersuchungen. Insofern war es für die Beratung sehr hilfreich dass hier aktuelle Daten geliefert wurden.

Die länger umgestellten Betriebe hatten mit 92% und die jünger umgestellten mit 95% ein erstaunlich hohes Ertragsniveaus im Vergleich zu den konventionellen Betrieben. Hierbei ist sicherlich zu berücksichtigen dass sich das Düngungsniveau der hier betrachteten konventionellen Betriebe nur im mittleren Bereich befand. Das Ertragsniveau ist für den Umstellungsbetrieb bei der Frage einer eventuellen Zupacht von großer Bedeutung. Die Ergebnisse bestätigen eine in der Beratung geläufige Faustzahl, dass eine Zupacht von ca. 5 bis 10% der ursprünglichen Fläche im Durchschnitt der Betriebe ausreicht.

Interessant war, dass keine Differenz in der Artenzusammensetzung zwischen den Systemen vorhanden war, wenn man von einem tendenziell stärkeren Auftreten der Gemeinen Risse (*Poa trivialis*) auf den Wiesen und Weiden der Öko-Betriebe einmal absieht. Das heißt, dass z. B. Ampfer in beiden Systemen gleich häufig vorkam. Eine Hauptangst der Landwirte vor der Umstellung, Ampfer würde sich kontinuierlich vermehren, konnte also in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. In beiden Systemen gab es Landwirte mit hohem und mit geringem Besatz an Ampferpflanzen auf dem Grünland. Gemeine Risse trat auf Öko Flächen tendenziell vermehrt auf. Auf Maßnahmen gegen die Gemeine Risse – ein Art mit geringem Ertragswert - muss in der Beratung verstärkt geachtet werden. Eine Möglichkeit der Reaktion bieten verbesserte Nachsaatkonzepte (Hartmann 2001).

Bisher war bereits in der Beratungspraxis bekannt, dass sich die Futterinhaltsstoffe im Gras - bis auf den Parameter Rohprotein - nach Umstellung nicht verändern. Auch dies wurde durch die vorliegende Untersuchung bestätigt. Der niedrigere Eiweißgehalt macht das Gras von Öko-Flächen zu einem ausgeglichenen Futter. Gras von konventionellen Flächen verursacht aufgrund der höheren Eiweißgehalte oftmals Eiweißüberschüsse in der Ration. Im Öko-Landbau kann man im Durchschnitt von einem ausgeglichenen Futter sprechen. Bei der Ergänzungsfütterung muss der niedrigere Eiweißgehalt des „Öko-Grases“ unbedingt beachtet werden. Deutliche Unterschiede ergaben sich im Nitratgehalt der Grünland- Aufwüchse. Hier waren die Proben aus den konventionellen Untersuchungs-Betrieben deutlich erhöht. Dies ist dann aber in der Fütterungsberatung für konventionelle Betriebe zu beachten. Bei Spurenelementen und Mengenelementen (nur der Kalziumgehalt ist bei Öko Betrieben leicht erhöht) ergeben sich für die Beratungspraxis kaum relevante Unterschiede. Ebenso verhielt sich das für die Merkmale Silagequalität und Verdaulichkeit.

## 2.3 Nährstoffversorgung der Böden

Auffallend war der niedrigere Phosphatgehalt bei den Öko Betrieben. Alle anderen Makro- wie Mikronährstoffe waren in den Vergleichsgruppen etwa gleich.

Für die Beratungspraxis bedeutet dies, ein größeres Augenmerk auf die Phosphatversorgung zu legen. Für die Düngung im ökologischen Landbau stehen hierfür u. a. Rohphosphate und organische, phosphorreiche Dünger zur Verfügung. Der Schlussfolgerung der Untersuchung, dass der Einsatz von Rohphosphaten nicht anzuraten sei, kann aus der Erfahrung der Beratung nicht zugestimmt werden. Die Frage der Wirtschaftlichkeit einer Phosphat-Düngung auf dem Grünland von Öko-Betrieben bliebe noch zu klären.

## **2.4 Wirtschaftlichkeit**

Im Mittelwert waren die Gewinne je Liter Milch mit 20,2 Cent in der Gruppe der Öko Betriebe um ca. 3 Cent höher als die der konventionellen Betriebe. Dieses Ergebnis bestätigt die auch in der Beratung vorliegenden Erfahrungen und Eckdaten. Die Gewinne je Betrieb waren hingegen nahezu gleich, weil die konventionelle Vergleichsgruppe eine um etwa 30.000 kg höhere Milchquote je Betrieb hatte. Diese Aussage hat jedoch für die Beratungspraxis keine Bedeutung. In der Umstellungssituation eines spezifischen Betriebes wird die am Betrieb vorhandene Quote auch unter Öko Bedingungen immer ausgeschöpft. Entweder wird das Leistungsniveau durch entsprechenden Kraftfuttereinsatz beibehalten oder die Kuhzahl wird entsprechen aufgestockt. Daraus folgt, dass sich der vorher konventionelle Betrieb hinsichtlich der abgelieferten Quotenmenge nicht von dem nachher ökologisch wirtschaftenden Betrieb unterscheidet. Dieser aus der Beratung bekannte Sachverhalt konnte in der vorliegenden Untersuchung leider nicht berücksichtigt werden.

Es ist hier auch zu beachten, dass zum Zeitpunkt der Datenerfassung in diesem Projekt (2002/2003) die Preise für Bio-Milch und für konventionelle Milch näher beieinander lagen als heute. Heute ist der Preis für Bio-Milch konstant auf dem Niveau von 2002/2003 geblieben, während der Preis für konventionelle Milch seither um 1,4 Cent gefallen ist. Das heißt dass sich der Unterschied hinsichtlich der Gewinnsituation zwischen den Systemen ceteris paribus seither erhöht hat.

Wie in so vielen Untersuchungen zeigt sich auch in dieser, dass nach Abzug der vollständige Entlohnung der eingesetzten Produktionsfaktoren (Arbeitsentlohnung, Verzinsung des eingesetzten Kapitals) nur von etwa 30 % der Betriebe ein positives kalkulatorisches Betriebsergebnis erwirtschaftet wird. Hierin unterscheiden sich die Betriebe der beiden Anbausystemen nicht. Hier spielen vor allem unterschiedliche Betriebsleiterfähigkeiten und eine unterschiedliche Neigung der Betriebsleiter, erzielte Gewinne sofort wieder zu investieren (u.a. aus steuerlichen Gründen), eine Rolle.

## **2.5 Literaturteil**

Der recht ausführliche Literaturteil der Untersuchung stellt gerade für junge Öko-Berater eine gute Möglichkeit dar, sich einen Überblick über den Stand der Forschung zu nahezu allen Fragen der ökologischen Milchviehhaltung zu verschaffen. In so komprimierter Form ist dies für die Öko-Beratung eine positive Neuerung.

### 3 Ausblick

In der vorliegenden Untersuchung konnten viele neue Aspekte und Anregungen für die Beratungsarbeit bei den Öko Bauern gewonnen werden. Dass nicht alle Aspekte bis ins Detail (siehe Wirtschaftlichkeit) erschöpfend behandelt wurden schmälert den Wert der Untersuchung keineswegs sondern sollte Anreiz zu weiteren Untersuchungen sein.

Im Lauf dieses Forschungsvorhabens entwickelte sich ein reger Austausch der Ökoberatung speziell mit den Instituten für Tierernährung und Tierhaltung in der LfL. Eine ganze Reihe von Forschungsvorhaben zum ökologischen Landbau mit hoher Relevanz für Praxis und Beratung konnten seit dem Projektbeginn im Jahr 2002 angeregt werden. So wurden am Lehr- Versuchs- und Fachzentrum für ökologischen Landbau in Kringell im Milchviehbereich Versuche zur thermischen Behandlung von Erbsen und Ackerbohnen durchgeführt. Deren Ergebnisse flossen auch in Beratungsgrundlagen (Preißinger 2005, Spiekers 2005) und in eine neuere Handreichung für die Öko-Beratung mit ein (Freitag et al. 2006). Eine Untersuchung zum Themenbereich intensive Standweide/Kurzrasenweide ist derzeit in der Durchführung (Rauch et al. 2006).

### Literaturverzeichnis

Freitag, M., Steingaß, H., Manusch, P. & Weiß, J. (2006): Einsatz von heimischen Körnerleguminosen in der Milchviehfütterung im ökologischen Landbau. – Broschüre. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V., Berlin

Hartmann, S. (2001): Was ist bei der Grünlandnachsaat zu beachten. Internet: <http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/04620/>

LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (Hrsg.) (2006): Der Ökologische Gesamtzuchtwert November 2006. Internet: <http://www.lfl.bayern.de/itz/rind/10195/>

Preißinger, W. (2005): Verbesserung der Eiweißversorgung von Milchkühen mit hohen Leistungen. - LfL-Schriftenreihe 6, 22-31

Rauch, P., Steinberger, S. & Spiekers, H. (2006): Mehr Milch aus Gras - Vollweide mit Winterkalbung. Internet: <http://www.lfl.bayern.de/ite/gruenlandnutzung/23018/>

Spann, B., Diepolder, M., Schmidlein, E.-M., Tutsch, S., Hermüheim, A. & Sprengel, D. (2007): Umstellung zur ökologischen Milchviehhaltung – Vergleich verschiedener Leistungsparameter. – LfL-Schriftenreihe (in diesem Band)

Spiekers, H. (2005): 100 % Biofutter – eine Eiweißfrage. Internet: <http://www.lfl.bayern.de/ite/rind/12006/>

ZMP (2006): ErzeugerInfo-Milch, 10, 11/2006. ZMP, Bonn. <http://www.zmp.de/milch>

# **Bekämpfung von Blattläusen und Peronospora im ökologischen Hopfenbau**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hopfenforschungszentrum Hüll  
Bernhard Engelhard & Florian Weihrauch

## **Zusammenfassung**

In den Jahren 2004 bis 2006 wurden in einem Forschungsprojekt Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel im Ökologischen Hopfenbau gesucht. Besonderes Augenmerk galt dabei der Peronospora (Falscher Mehltau), die bis dato nur mit kupferhaltigen Produkten effektiv kontrolliert werden kann, sowie der Hopfenblattlaus. Zur Bekämpfung der Peronospora wurden insgesamt zehn Produkte oder Varianten zum Teil über drei Saisons geprüft. Als Fazit der Versuche konnte kein kupferfreies Produkt gefunden werden, das auch nur annähernd die Peronospora im Hopfen bekämpfen kann, da diese ohne Ausschaltung der Primärinfektion mit rein biologischen Produkten nicht effektiv kontrolliert werden kann. Kupferhydroxidhaltige Niedrigkupfer-Produkte müssen in der Aufwandmenge noch angepasst werden.

Bei der Bekämpfung der Hopfenblattlaus bestätigte sich, dass Quassia-Extrakt im Spritzverfahren sehr gute Wirkung hat. Als wesentlich umweltfreundlichere Variante des Quassia-Einsatzes wurde allerdings der systemische Einsatz des industriell hergestellten Produktes „TRF-002“ im Streichverfahren überprüft und für gut befunden. Die optimale Wirkstoffmenge beträgt dabei 24 g/ha Quassin. Alle übrigen getesteten Wirkstoffe konnten nicht überzeugen.

## **Summary**

From 2004 to 2006 a research project was run in order to look for alternative solutions to the use of pesticides containing copper and sulphur in organic hop growing. Particular attention was turned on downy mildew, which hitherto is controlled exclusively by the use of copper products, and on damson-hop aphids. For the control of downy mildew ten products or options were tested for up to three field seasons. In conclusion, no copper-free product was found that was able to control downy mildew in hops. To control this disease it is essential to eliminate the primary infection, which hitherto is not possible with biological products. Low-copper products based on copper hydroxide have to be adjusted concerning their application rates.

Regarding the control of damson-hop aphid, the good efficacy of sprayed Quassia extract was confirmed. As an environmentally much more sound option the systemic application of “TRF-002”, an industrial Quassia product, was tested and approved. As an optimal application rate 24 g/ha quassine was determined. The other tested compounds were not satisfactory.

## 1 Einleitung

Der Ökologische Hopfenanbau nach den Produktionsrichtlinien der Bio-Verbände stellt in Deutschland und den Nachbarländern eine feste Größe dar. Da die Anforderungen an die Qualität von Öko-Hopfen seitens der Abnehmer – den Brauereien - mit jenen des konventionellen Anbaus identisch sind, besteht im Schutz vor Krankheiten und Schädlingen für die Öko-Hopfenpflanzer eine besondere Herausforderung: Das Auftreten der Krankheiten Falscher Mehltau *Pseudoperonospora humuli* (Peronospora) und Echter Mehltau *Podosphaera macularis* schwankt je nach Witterung von Jahr zu Jahr und auch von Hopfengarten zu Hopfengarten. Generelle Bekämpfungsempfehlungen für die Anbauggebiete müssen auf die Einzellagen übertragen werden, um den Bekämpfungsumfang optimieren zu können. Das Szenario bei der Bekämpfung der Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* ist vergleichbar: Sowohl der Ausgangsbefall als auch die weitere Populationsentwicklung der Sommergeneration am Hopfen sind von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich und stark vom Klima beeinflusst. Mit einer starken blattlausbedingten Schädigung bis hin zum totalen Ernteausfall des Hopfens muss aber a priori jedes Jahr gerechnet werden, so dass Bekämpfungsmaßnahmen in den meisten Saisons notwendig sind und tatsächlich in der Praxis alljährlich durchgeführt werden.

Die zur Verfügung stehende Palette von nicht synthetisch hergestellten Pflanzenschutzmitteln, die den strengen Richtlinien der Anbauverbände entsprechen, ist gering bzw. bis zum jetzigen Zeitpunkt vor allem im Hopfen nicht ausreichend geprüft. Eine zentrale Stellung in der Anwendung gegen Pilzkrankheiten nehmen kupfer- und schwefelhaltige Produkte ein, die - nach umweltrelevanten Gesichtspunkten bewertet - nicht allzu günstig abschneiden. Bei der Blattlausbekämpfung setzen die Öko-Hopfenpflanzer derzeit auf Spritzungen mit einem Extrakt aus Quassia-Holz, das aus Spänen als Eigensud hergestellt wird; daneben ist noch das Pyrethrin „Spruzit Neu“ einsetzbar. Quassia-Spritzungen mit selbst hergestelltem Extrakt haben den Nachteil, dass der tatsächliche Wirkstoffgehalt des Sudes unbekannt ist und dass er eine insektizide Breitbandwirkung hat, die auch Auswirkungen auf Nichtzielorganismen hat (Engelhard & Weihrauch 2005). Diese unbefriedigende Ausgangslage war Grund genug, dass im Rahmen des Bundesprogrammes Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) das Forschungsprojekt „Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im Ökologischen Hopfenbau als Alternativen zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel“ ins Leben gerufen wurde. Das Projekt wurde mit einer Laufzeit über drei Vegetationsperioden (01.04.2004 – 30.11.2006) unter dem Förderkennzeichen 03OE483 vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) gefördert.

## 2 Zielstellung

Es waren Mittel zu prüfen, die im ökologischen Landbau eingesetzt werden können, umwelttoxikologisch unbedenklich, möglichst nützlingsschonend und unter den produktionstechnischen Besonderheiten des Hopfenbaus pflanzenverträglich und biologisch wirksam sind. Alle Freilandversuche waren in Betrieben durchzuführen, die nach anerkannten Regeln der Bio-Verbände produzieren. Dies hatte den Vorteil, dass der Einsatz der Produkte nach den Vorgaben ökologischer Richtlinien und Gesamteinschätzung durchgeführt wurde. Es konnten zwei Bio-Hopfenbaubetriebe gewonnen werden, in denen die fachlichen und technischen Voraussetzungen zur Durchführung der Freilandversuche gegeben waren.

Es handelte sich um die Betriebe Norbert und Markus Eckert GbR in Herpersdorf-Eckental (Mittelfranken) sowie Georg Prantl in Ursbach bei Rohr in Niederbayern.

In den Vorplanungen wurde mit den deutschen Bio-Hopfenbauern, den Bio-Verbänden und dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau e.V. abgeklärt, welche Produkte geprüft werden sollten. Neue Ideen wurden in den jährlichen Besprechungen eingebracht und, soweit möglich, in den Versuchen umgesetzt.

### 3 Material und Methoden

Zur Peronospora-Bekämpfung wurde in den drei Projektjahren je ein Versuch im Schlag „Mus“ in Herpersdorf (Sorte Hallertauer Mittelfrüher, HA) durchgeführt. Die pro Jahr geprüften Varianten zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Geprüfte Varianten zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Pseudoperonospora humuli*) im Ökologischen Hopfenbau

Variante	2004	2005	2006
Funguran (Cu-oxychlorid)	x	x	x
Cuprozin flüssig (Cu-hydroxid)	x	x	x
DPD GFJ 52-008 (Cu-hydroxid)	-	x	x
Frutogard (phosphithaltig)	x	-	-
Stähler (phosphitfrei)	-	x	x
Kanne Brottrunk	x	-	-
Molke	x	-	-
FungEnd + Öle	-	x	x
„Praxis“ (betriebsübliche Behandlung)	x	x	x
„Praxis“ + Frutogard	-	x	-
unbehandelt	x	x	x

Ebenfalls dreijährige Versuche zur Blattlausbekämpfung erfolgten in Herpersdorf im Schlag „Flöz“ (Sorte Perle, PE) und in Ursbach im Schlag „Grainacker“ (Sorte PE); ein zusätzlicher Versuch wurde in Ursbach nur 2004 im Schlag „Höllhopfen“ (Sorte Hersbrucker Spät, HE) durchgeführt.

Tabelle 2 zeigt die getesteten Varianten zur Blattlausbekämpfung in den einzelnen Hopfen-Gärten und Jahren.

Tab. 2: Geprüfte Varianten zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) im Ökologischen Hopfenbau

Variante / Schlag	„Flöz“			„Höll- hopfen“	„Grainacker“		
	2004	2005	2006	2004	2004	2005	2006
Spruzit Neu gespritzt	x	x	x	x	x		
Quassia Extrakt (Eigensud) gespritzt	x	x	x		x		
unbehandelt	x	x	x	x	x	x	x
NeemAzal + T/S forte gespritzt	x	x	x	x			
Quassia Extrakt + Schmierseife gespr.		x					
NeemAzal + T/S forte gestrichen	x	x	x	x		x	x
TRF-002 – 12 g/ha Quassin gestrichen	(x)	x	x	x		x	x
TRF-002 – 24 g/ha Quassin gestrichen		x	x			x	x
TRF-002 – 36 g/ha Quassin gestrichen	x	x	x			x	x
Rapsöl – gestrichen, unverdünnt		x					

Die Einzelprodukte wurden im Spritzverfahren in Großparzellen mit der betriebseigenen, vorher technisch überprüften Gebläsespritze ausgebracht. Die Parzellen besaßen jeweils eine Breite von sechs Hopfenreihen (Doppelreihen mit zwei Aufleitungen pro Hopfenstock) und eine Länge von mindestens 15 Stock (1,6 m Abstand in der Reihe). Die Varianten, die als Streichbehandlung appliziert wurden, umfassten stets mindestens 28 Hopfenstöcke mit je zwei Aufleitungen in einer oder zwei Reihen. Die Bonituren und die Entnahme von Ernteproben erfolgten nur im Zentrum der Parzelle, damit eine Beeinträchtigung durch Abtrift aus Nachbarparzellen ausgeschlossen werden konnte. Innerhalb der Parzellen wurden unechte Wiederholungen angelegt (Peronospora-Versuche) oder die Parzellen wurden in echten Wiederholungen über den Garten verteilt (Blattlaus-Versuche), so dass pro Versuchsglied immer drei oder vier Wiederholungen bestanden. Grundsätzlich wurden die Bonituren nach den Vorgaben zur amtlichen Mittelprüfung durchgeführt. Bei fast allen Versuchen wurde zudem eine Versuchsernte durchgeführt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Versuche zur Peronospora-Bekämpfung

Der hohe Ausgangsbefall mit Peronospora-Primärinfektion führte 2004 zu sehr hohem Infektionsdruck mit Sekundärinfektion. Im Praxisanbau muss immer wieder mit hoher Primärinfektion gerechnet werden, die im Ökoanbau nur durch Ausbrechen der infizierten Triebe (sog. „Bubiköpfe“) reduziert werden kann, was auch 2004 im Versuch dreimal gemacht werden musste. Da Molke und Kanne-Brottrunk 2004 keinerlei Wirkung zeigten, wurde entschieden, diese Varianten aus dem Versuchsprogramm zu nehmen. Auch die kupferhaltigen Varianten Funguran und Cuprozin flüssig konnten als Kontaktfungizide den Befall nicht wesentlich stoppen. Frutogard, das einen guten Bekämpfungserfolg zeigte, wurde eingesetzt, da zu Beginn der Versuche nicht bekannt war, dass Phosphit ein wesentlicher Bestandteil des Produktes ist. Nach der Saison wurde von den Ökoverbänden entschieden, dass deshalb das Produkt nicht für den Ökoanbau geeignet ist. Das mit Abstand beste Ergebnis lieferte 2004 die praxisübliche Variante des Betriebes (Abb. 1).

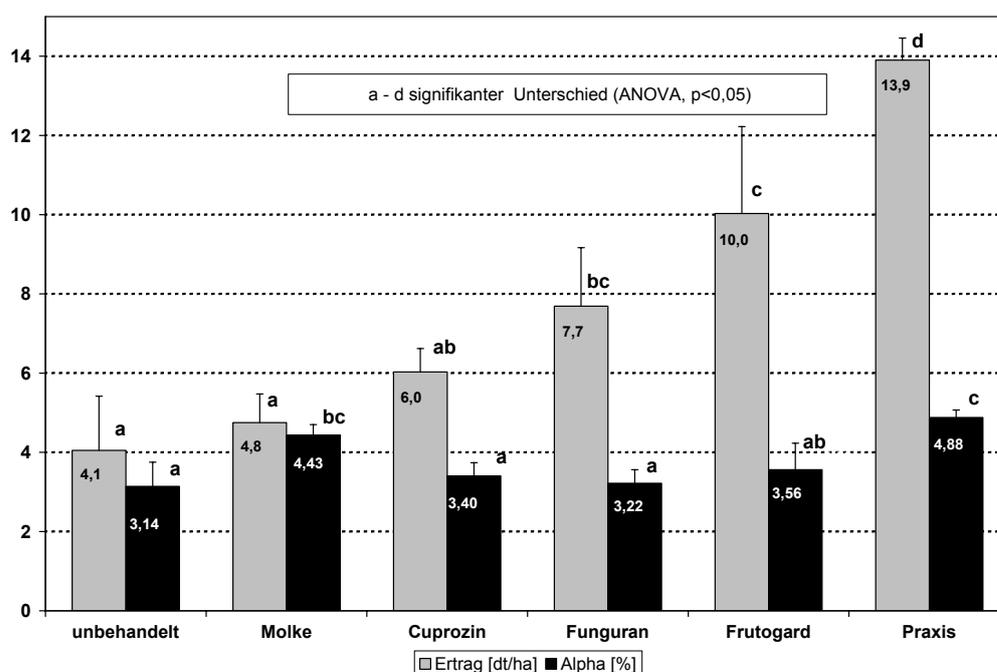


Abb. 1: Versuchsernte im Schlag „Mus“, Herpersdorf, 01.09.2004, Sorte HA: Ergebnisse versch. Varianten der Peronospora-Bekämpfung im Ökologischen Hopfenbau

Peronospora-Primärinfektion war auch 2005 über die gesamte Versuchsfläche in großem Umfang zu finden. Es mussten deshalb über alle Versuchsvarianten im Mai und Juni dreimal die infizierten Triebe und Blätter von Hand ausgebrochen werden. Nach der dritten Behandlung kam es zu einer dreiwöchigen Schönwetterperiode, die die Primärinfektion voll abstoppte – die Infektionen vertrockneten. Ohne diesen natürlichen Einfluss wäre der Schaden mit Sicherheit noch höher gewesen. Ein Abbruch in verschiedenen Versuchsvarianten wäre sonst auch 2005 nicht auszuschließen gewesen. Grundsätzlich wurden bei Funguran auf Grund betrieblicher Erfahrungen während der gesamten Vegetationsperiode deutlich niedrigere Mengen pro Spritzung ausgebracht als durch die Zulassung vorgege-

ben. Beim GFJ 52-008-Produkt wurden zu Saisonbeginn stark überhöhte, später niedrigere Werte ausgebracht als vorgegeben. Bei Cuprozin flüssig stimmten Aufwand und Vorgabe im Wesentlichen überein. Das Pflanzenstärkungsmittel der Firma Stähler führte bei vorgegebener Konzentration zu Blattverätzungen. Die Wirkung konnte somit nicht immer sicher bonitiert werden. Grundsätzlich war während der Saison die Wirkung zufriedenstellend. „FungEnd + Öle“ zeigte während der Saison gute bis sehr gute Werte. Für „Stähler“ und „FungEnd + Öle“ wurden mit größter Wahrscheinlichkeit die Spritzungen zu früh beendet. Nach dem 09.08. bestand noch großer Infektionsdruck, so dass der Schutz bis zur Ernte bei diesen Produkten nicht ausreichte. Eine weitere Spritzung wäre dringend notwendig gewesen. Die kupferhaltigen Varianten lieferten sehr gute Ergebnisse. Das Erntegut aus allen Varianten konnte ohne Qualitätsverlust vermarktet werden. Auch die bei Funguran im Vergleich zur Gebrauchsanweisung um über 50 % geringere Aufwandmenge brachte sehr gute Ergebnisse (Abb. 2).

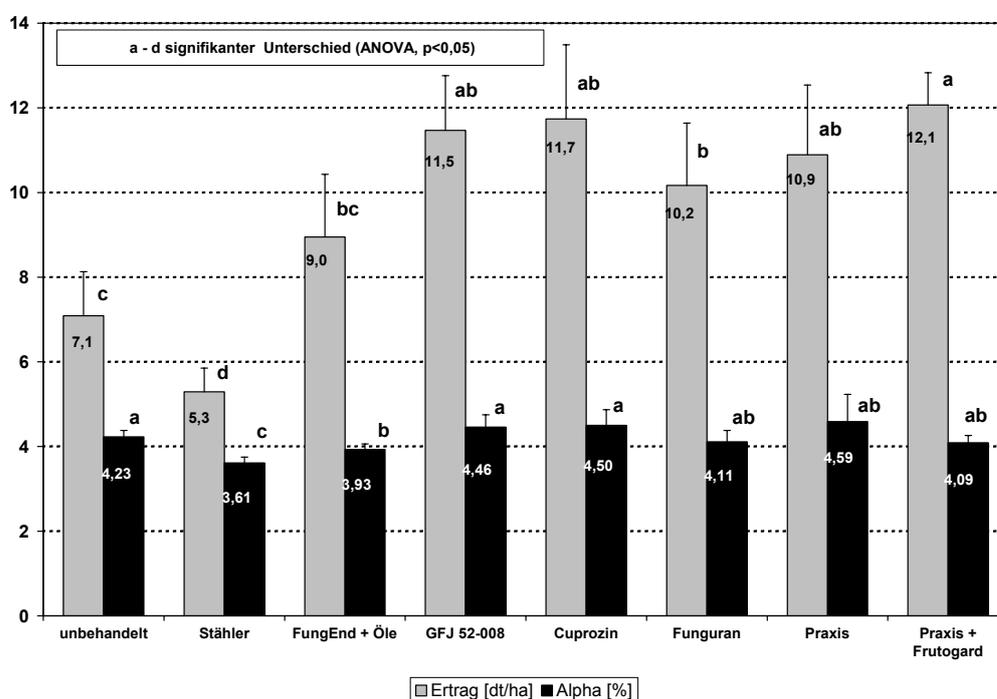


Abb. 2: Versuchsernte im Schlag „Mus“, Herpersdorf, 31.08.2005, Sorte HA: Ergebnisse versch. Varianten der Peronospora-Bekämpfung im Ökologischen Hopfenbau

Im dritten Versuchsjahr 2006 wurden die Varianten des Vorjahres unverändert weiter getestet. Nur die Primärinfektionsbekämpfung mit Frutogard wurde eingestellt. Es waren somit nur Produkte im Versuch, die nach positiver Prüfung auch im Öko-Hopfenbau eingesetzt werden könnten.

Die Gesamtaufwandmenge von 23,8 kg Funguran pro Hektar überstieg im Versuch die zugelassene Aufwandmenge. Die ersten drei Spritzungen wurden trotzdem ausgebracht, um zu diesem Zeitpunkt einen vorbeugenden Schutz gegen die Primärinfektion zu erhalten - in der Praxis werden auch im konventionellen Anbau keine sieben Behandlungen mit Funguran durchgeführt. Um die Wirksamkeit eines bestimmten Produktes zu testen, ist allerdings eine durchgehende Spritzfolge mit demselben Produkt notwendig. Mit den vorgegebenen Konzentrationen bei GFJ 52-008 (0,1 %) und Cuprozin flüssig (0,15 %) waren deutliche Einsparungen an Rein-Kupfer gegeben. Die weiteren Prüfprodukte „Stähler“ und

„FungEnd + Öle“ wurden zusätzlich am 08.06. und 20.07. gespritzt; es kam somit insgesamt zu neun Behandlungen. In den unbehandelten Parzellen waren am 08.08. deutliche Peronosporainfektionen vorhanden. Am 19.08. waren bei „unbehandelt“, „Stähler“ und „FungEnd + Öle“ ein Großteil der Hopfenpflanzen deutlich mit Peronospora befallen. In den Parzellen Cuprozin flüssig und GFJ 52-008 waren erste Infektionen zu sehen. Die Praxis-Variante blieb bis zum Erntezeitpunkt am 05.09. stabil, Funguran zeigte als zweitbeste Variante leichten Befall, und alle übrigen Varianten fielen bei der Ernte signifikant bis drastisch ab (Abb. 3).

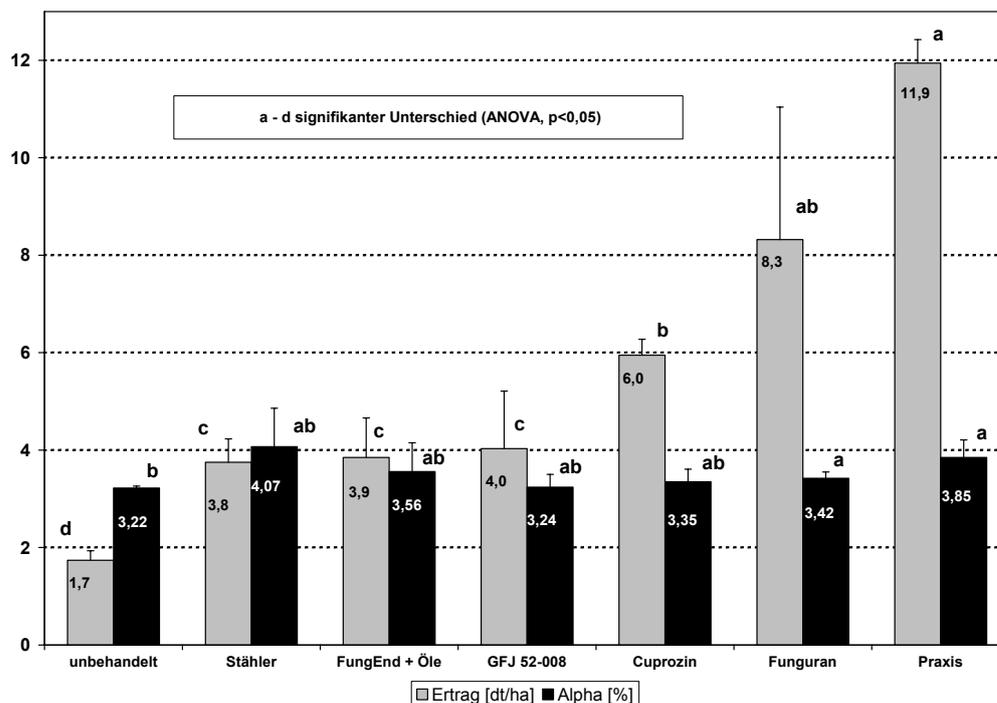


Abb. 3: Versuchsernte im Schlag „Mus“, Herpersdorf, 05.09.2006, Sorte HA: Ergebnisse versch. Varianten der Peronospora-Bekämpfung im Ökologischen Hopfenbau

Bei Analysen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln wurde bei Frutogard nachgewiesen, dass auch bei sehr frühzeitiger Anwendung zur Bekämpfung der Primärinfektion der Wirkstoff Phosphorige Säure noch nachgewiesen werden kann (Anwendung am 20.05., 30.05. und 08.06.2005). Die nachgewiesenen Kupferrückstände lagen zwischen 56 ppm und 498 ppm (Tab. 3).

Tab. 3: Rückstandsuntersuchungen bei Kupfer-Produkten, Herpersdorf, Schlag „Mus“, Sorte HA [ppm/kg Trockenhopfen]

Variante	2004	2005	2006
Funguran	60	289	376
Cuprozin flüssig	58	165	343
GF J52-008	-	182	237
„Praxis“	56	198	498

Die Unterschiede ergeben sich durch die Spritztermine: 2004 wurde ab 18.06. nur noch die betriebsübliche Mischung ausgebracht, 2005 war die letzte kupferhaltige Spritzung am 09.08.. Auf Grund des Infektionsdruckes im August wurden 2006 noch zwei Spritzungen ausgebracht, letztmals am 25.08..

## 4.2 Versuche zur Blattlaus-Bekämpfung

Im Jahr 2004 können die Ergebnisse der zwei Gärten in Ursbach kurz wie folgt zusammengefasst werden: Quassia gespritzt brachte an zwei Standorten gute Wirkungsgrade; TRF-002 gestrichen in einer Konzentration von 12 g Quassia/ha, gelöst in Wasser, zeigte im Schlag „Höllhopfen“ praktisch keine Wirkung; NeemAzal T/S war im selben Schlag gestrichen und gespritzt nicht zufriedenstellend; Spruzit Neu war an beiden Standorten unbefriedigend.

In Herpersdorf ließ der starke Blattlauszuflug 2004 erwarten, dass die Population sich sehr schnell aufbauen würde. Eine Bekämpfung am 08.06. war deshalb dringend geboten. Bereits bei der Auszählung am dritten Tag nach der Spritzung deutete sich an, dass die Spritzvarianten wenig bzw. keine Wirkung zeigten, die gestrichenen Behandlungen überraschend gute Wirkung in kurzer Zeit auch in den oberen Regionen der Reben brachten: Die Spritzvarianten zeigten 14 Tage nach der Behandlung Wirkungsgrade von ca. 50 bzw. 40 %, Quassia gestrichen hatte 90 % und NeemAzal T/S gestrichen einen Wirkungsgrad von 80 %. In der Variante TRF-002 gestrichen wurde eine Wirkstoffmenge von 45 g/ha Quassin ausgebracht, wobei der Wirkstoff in Rapsöl als Trägersubstanz eingerührt wurde. Ursprünglich war für diese Variante auch nur ein Aufwand von 12 g/ha Quassin vorgesehen. Durch einen Umrechnungsfehler in Kombination mit der Verdünnungssubstanz wurde die deutlich höhere Wirkstoffmenge ausgebracht. Während am Schlag „Höllhopfen“ keinerlei Wirkung festgestellt werden konnte, kam es hier bereits nach wenigen Tagen zu einer deutlichen Reduzierung der Blattläuse. Es wurde somit erstmals der Nachweis geführt, dass Quassin von der Pflanze in den Leitungsbahnen nach oben transportiert wird. Bei der zweiten Juni-Behandlung, die wegen des insgesamt hohen Blattlausdruckes notwendig wurde, wurde die Variante TRF-002 gestrichen nicht mehr behandelt. Ansonsten wurden zur Schadensbegrenzung alle Reben im Versuchsgarten am 06.07.2004 mit TRF-002 in dreifacher Konzentration (36 g/ha Quassin) bestrichen. Nur im Zentrum jeder Parzelle wurden zur Ertragsermittlung je 2 x 10 Reben nicht mehr behandelt. Die Ergebnisse der Versuchsernte 2004 (Abb. 4) beziehen sich somit bei TRF-002 gestrichen auf eine einmalige Behandlung und bei den übrigen Varianten auf eine zweimalige Behandlung.

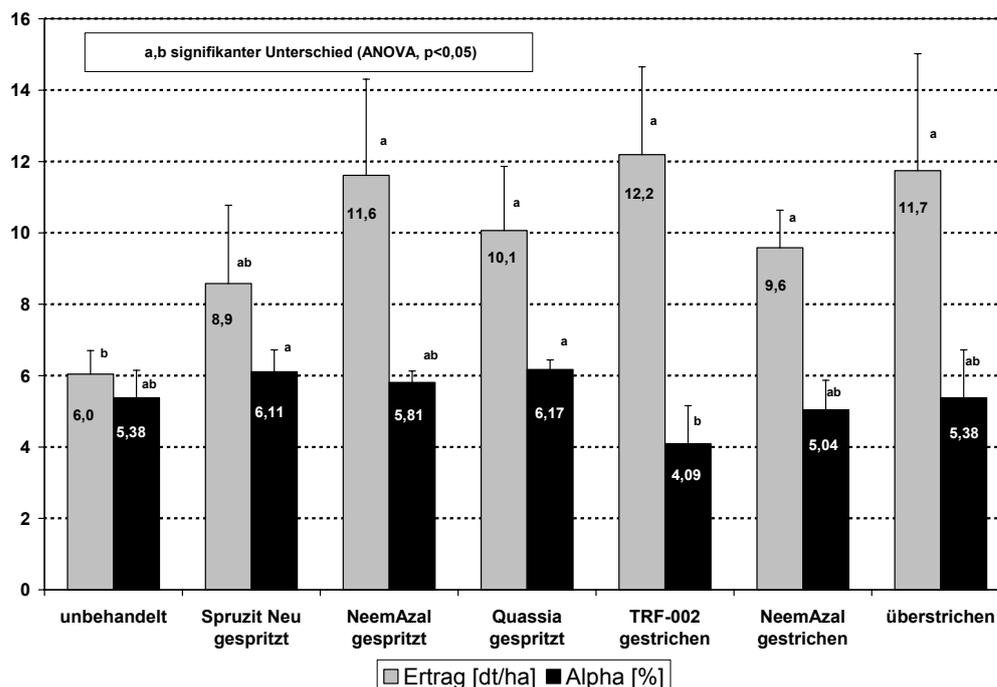


Abb. 4: Versuchsernte im Schlag „Flöz“, Herpersdorf, 01.09.2004, Sorte PE: Ergebnisse verschiedener Varianten der Blattlaus-Bekämpfung im Ökologischen Hopfenbau

Das Jahr 2005 war generell durch extrem schwachen Blattlausdruck geprägt, so dass auch in unbehandelten Kontrollparzellen kein Schaden entstand. Auffällig war vor allem, dass in allen drei Quassia-Varianten die bei NeemAzal T/S und der unbehandelten Kontrolle regelmäßig auftretenden, hohen Ausreißerzahlen einzelner Reben verhindert wurden und hier kontinuierlich homogen niedrige Blattlauszahlen unter fünf Tieren pro Blatt zu verzeichnen waren (Abb. 5).

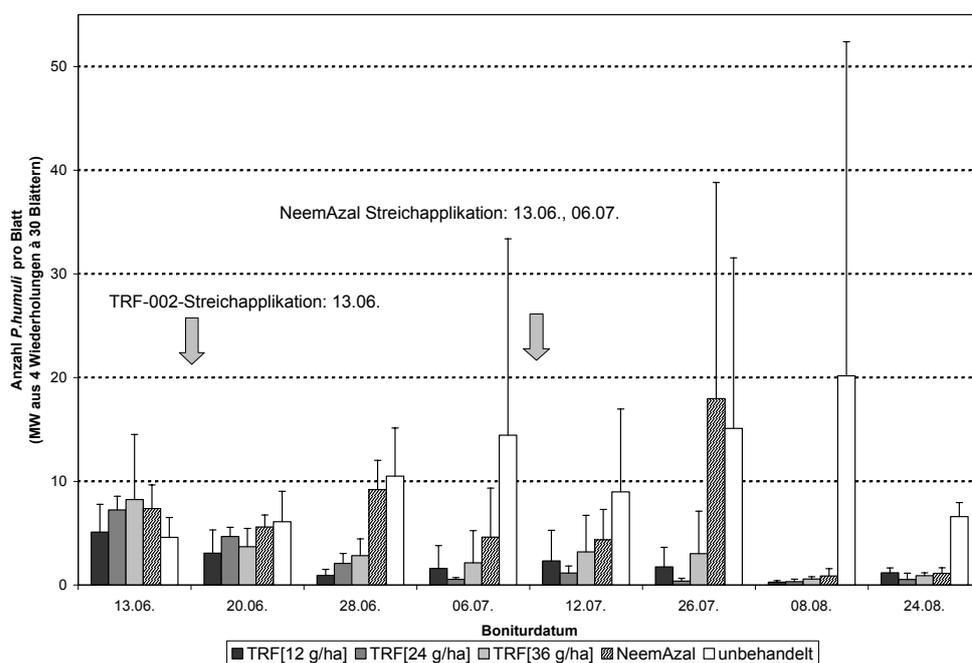


Abb. 5: Blattlausbonitur im Schlag „Grainacker“, Ursbach 2005, Sorte PE: Einfluss von NeemAzal T/S und TRF-002 auf die Blattlausentwicklung

Bei der abschließenden Versuchsernte konnten allerdings sowohl beim Ertrag als auch bei den Alpha-Säuren in keinem Fall statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgliedern ermittelt werden. Lediglich bei der Doldenbonitur des Erntegutes schnitt die unbehandelte Kontrolle beim Befall deutlich schlechter ab.

Die Verhältnisse in Ursbach waren auch auf den 150 km entfernten Standort Herpersdorf übertragbar. Da zum Zeitpunkt der Ernte in keiner Variante Blattläuse in nennenswertem Umfang vorhanden waren, wurde auf eine parzellenbezogene Ernte verzichtet. Ertragsausfälle waren nicht erkennbar, es wurden bei insgesamt geringem Blattlausbesatz während der ganzen Saison lediglich folgende Trends erkennbar: Die Wirkung von Quassia wird bei Spritzung durch Schmierseife deutlich verbessert; Rapsöl (Verdünnungsmedium bei Streichverfahren) solo gestrichen zeigte keine Wirkung; NeemAzal T/S ergab in der Spritzvariante leicht bessere Werte, insgesamt jedoch nur im mittleren Wirkungsbereich; Spruzit Neu konnte nicht überzeugen; TRF-002 hatte die beste Wirkung, wobei im Gegensatz zu 2004 bei dem geringen Blattlausdruck bereits die niedrigste Aufwandmenge genügte.

Die Boniturergebnisse 2006 aus Ursbach zeigten einen für heiße Sommer fast typischen Verlauf: Nach dem Zuflug der Aphisfliegen kam es zunächst zu einem langsamen Aufbau der Population. Es folgte ein schneller Anstieg innerhalb von zwei Wochen (20.06. bis 04.07.), dann brach die Population innerhalb kurzer Zeit zusammen. Die TRF-002-Varianten brachten sehr gute Ergebnisse. NeemAzal T/S fiel im Vergleich dazu ab, die Wirkung war absolut nicht zufriedenstellend. Der Blattlausbesatz hatte bei dieser Befallsstärke bis 120 Blattläuse/Blatt Anfang Juli noch keinen Einfluss auf Ertrag und Qualität ausgeübt. Auch beim Doldengewicht und Doldenvolumen waren zwischen den Varianten keine statistisch gesicherten Unterschiede zu ermitteln.

In Herpersdorf begann der Zuflug der geflügelten Blattläuse 2006 relativ spät Ende Mai. Im Juni war der Besatz mit diesen „Aphisfliegen“ in allen Varianten sehr gleichmäßig bei fünf Tieren pro Blatt. Anfang Juli endete der Zuflug, so dass bei erfolgreicher Bekämpfung zu diesem Zeitpunkt keine weitere Besiedelung zu erwarten war. Als Fazit brachte TRF-002 gestrichen wieder gute Ergebnisse. Die niedrige Variante mit 12 g/ha Quassia fiel allerdings ab. NeemAzal T/S gestrichen kam in der geprüften Aufwandmenge nicht an die Ergebnisse von TRF-002 mit 24 und 36 g/ha heran. NeemAzal T/S gespritzt konnte nicht überzeugen, wohingegen Quassia gespritzt als Eigensud die besten Ergebnisse brachte. Spruzit Neu konnte in der Blattlaus-Wirksamkeit wieder nicht überzeugen. Der noch gute Ertrag dürfte auf bessere Bodenbedingungen in den Parzellen zurückzuführen sein (Abb. 6).

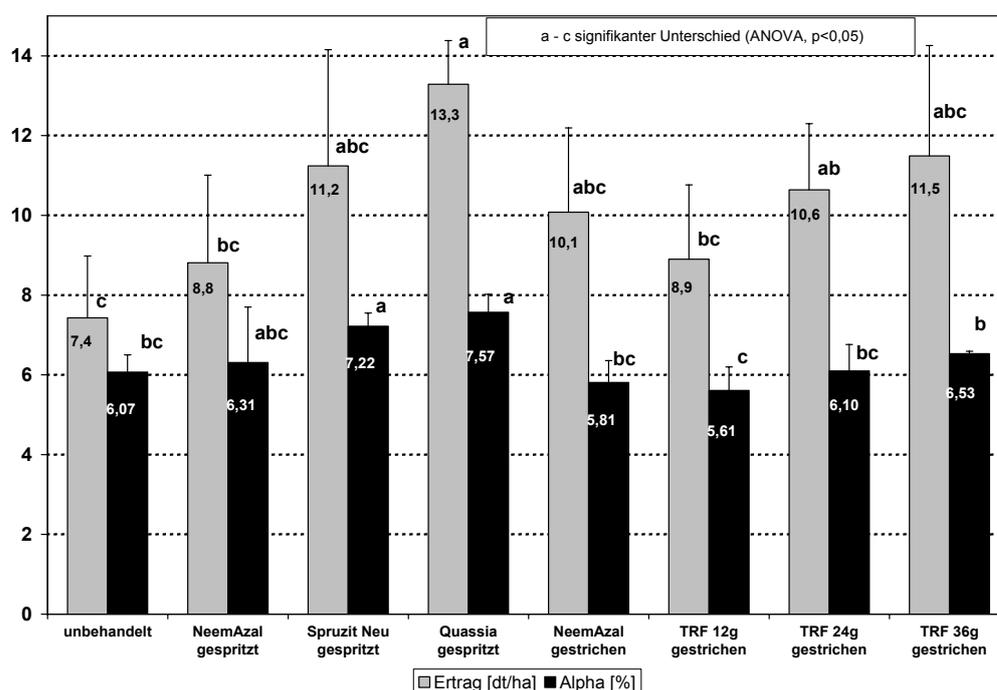


Abb. 6: Versuchsernte im Schlag „Flöz“, Herpersdorf, 05.09.2006, Sorte PE: Ergebnisse verschiedener Varianten der Blattlaus-Bekämpfung im Ökologischen Hopfenbau

Analysen auf Rückstände im Ernteprodukt waren nur bei Spruzit Neu auf Pyrethrine möglich. Die Untersuchung ergab einen Wert unter der Nachweisgrenze von 0,10 ppm/kg Trockenhopfen. Für NeemAzal (Azadirachtin) und Quassia (Quassin) existieren im Hopfen noch keine Analysemethoden.

## 5 Diskussion

Den Bio-Hopfenpflanzern stehen Hopfensorten mit guten Widerstandsfähigkeiten gegenüber vielen Schadorganismen zur Verfügung. In der Anbauplanung wird davon umfassend Gebrauch gemacht. Für die Vielfalt der Öko-Biere ist der eine oder andere Brauer aber auch auf Sorten angewiesen, die aus agronomischer Sicht als wenig widerstandsfähig gegen Krankheiten oder/und Schädlinge eingestuft sind. Da hinsichtlich der Qualitätsansprüche - äußere wie innere Qualität - seitens der Käufer von Biohopfen im Vergleich zum konventionellen Erzeuger keine Zugeständnisse gemacht werden, muss auch der Bio-

Hopfenpflanzer wirksame Instrumentarien zur Bekämpfung der Schadorganismen haben. Aufgabe des Forschungsprojektes war es, in Bio-Hopfenbaubetrieben Produkte zu testen, die gut wirksam sind und bei Fungiziden möglichst kupfer- und schwefelhaltige Produkte ersetzen könnten.

Ein grundsätzliches Problem der zehn im Projekt getesteten Produkte bzw. Varianten besteht darin, dass die Peronospora-Primärinfektion damit nicht bekämpft werden kann. Bei vorbeugender Anwendung kann nur die Sekundärinfektion verhindert werden. Die „Bubiköpfe“ der Primärinfektion müssen deshalb regelmäßig von Hand ausgebrochen werden. Trotz dieser Maßnahmen musste im ersten Versuchsjahr der Versuch am 18. Juni abgebrochen werden und auf betriebsübliche Spritzfolge (unterstützt in diesem Jahr mit Frutogard) umgestellt werden. Im zweiten Versuchsjahr kann von durchschnittlichen Infektionsbedingungen ausgegangen werden. Alle kupferhaltigen Varianten brachten sehr gute Ergebnisse. Die Varianten „Stähler“ und „FungEnd + Öle“ können noch nicht abschließend beurteilt werden, da möglicherweise zum Ende der Saison eine weitere Spritzung notwendig gewesen wäre. Im dritten Versuchsjahr kam es im Vergleich zur Praxis-Variante zu massiven Ertragsausfällen, da der Infektionsdruck nur noch von Funguran in konventioneller Aufwandmenge einigermaßen zu bekämpfen war. Das sehr gut wirksame Frutogard musste nach dem ersten Versuchsjahr aus dem Programm genommen werden, da die Wirkung auf eine phosphithaltige Aktivsubstanz zurückzuführen war. Als Fazit ist zu konstatieren, dass kein kupferfreies Produkt gefunden werden konnte, das auch nur annähernd die Peronospora im Hopfen bekämpfen kann. Die kupferhydroxidhaltigen Produkte müssen in der Aufwandmenge noch angepasst werden. Es zeigte sich wie auch in anderen Kulturen, dass die Peronospora ohne Ausschaltung der Primärinfektion mit rein biologischen Produkten nicht effektiv bekämpft werden kann. Auch in Jahren wie 2005, in denen die Witterung den Befall während der Saison auf Null stellt, sind kupferhaltige Produkte im Bio-Hopfenbau notwendig, um gesunden Hopfen ernten zu können.

Bei der Blattlausbekämpfung im Spritzverfahren brachte Quassia als Eigensud am Betrieb immer die besten Ergebnisse, allerdings auch mit der bekannten Problematik des schädigenden Einflusses auf Nichtzielorganismen. Verbessert wurde die Wirkung noch durch Zusatz von Schmierseife. NeemAzal T/S zeigte zwar eine Wirkung auf Blattläuse, für einigermaßen befriedigende Ergebnisse reichte die Wirkung jedoch nicht aus. Zwischen Spritz- und Streichvarianten gab es keine grundsätzlichen Unterschiede. Auch die Wirkung von Spruzit Neu blieb über die gesamte Versuchsdauer unbefriedigend.

In den Streichvarianten wurde mit TRF-002 im ersten Versuchsjahr klar, dass positive Ergebnisse in Richtung einer systemischen insektiziden Wirksamkeit zu erwarten waren, diese jedoch eine Frage der Aufwandmengen an Aktivsubstanz waren. Während am Standort „Höllhopfen“ mit 12 g/ha Quassin keine Wirkung erzielt wurde, brachten am Standort „Flöz“ die 45 g/ha-Variante eine Dauerwirkung bei extrem kritischen Bedingungen über die gesamte Saison. Es war somit Aufgabe der Versuchsplanung, für die nächsten Jahre entsprechende Zwischenlösungen zu prüfen. Als Fazit der Blattlaus-Versuche ist festzustellen, dass unter den Bedingungen des Bio-Hopfenanbaus das Präparat TRF-002 mit einer Aufwandmenge 24 g/ha Quassin grundsätzlich durchgängig sehr gute Ergebnisse gebracht hat. Zur Unterstützung der systemischen Wirkung sollte die Anwendung im vollen Wachstum des Hopfens erfolgen, evtl. unabhängig von der tatsächlichen Blattlausdichte. So besteht die Chance, den vollen Wirkstoffanteil bis in die Spitzenregionen der Hopfenpflanze zu bringen. NeemAzal T/S in Streichanwendung ist nicht zu empfehlen, oder es müsste noch in höheren Konzentrationen geprüft werden.

## **Danksagung**

Das Forschungsprojekt wurde unter dem Förderkennzeichen 03OE483 im Rahmen des Bundesprogrammes Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) gefördert. Ein herzlicher Dank geht an Norbert und Markus Eckert in HERSPERSDORF und an Georg Prantl in URSBACH für die stets herzliche und interessierte Kooperation, selbst im Angesicht von Hopfen mit versuchsbedingten Totalschäden.

## **Weiterführende Arbeiten**

Engelhard, B., Weihrauch, F. (2005): Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den Ökologischen Hopfenbau. Abschlussbericht des Forschungsprojektes, gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten. Online im Internet (22.01.2007), URL: <http://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen/23409/endbericht.pdf>



# **Leguminosen-Untersaaten im ökologischen Getreidebau Ergebnisse dreijähriger Versuchsreihen**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz<sup>1)</sup>  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung<sup>2)</sup>

Rupert Fuchs<sup>1)</sup>, Georg Salzeder<sup>2)</sup> & Klaus Wiesinger<sup>1)</sup>

## **Zusammenfassung**

Es werden Zwischenergebnisse aus den Jahren 2003 bis 2005 einer bis 2007 laufenden Versuchsserie von zwei Versuchsorten (Tertiäres Hügelland, Bayern) dargestellt. Geprüft wurde die Wirkung von Zwischenfrüchten auf die Deckfrucht Winterweizen und die Folgefrucht Wintertriticale. Alle geprüften Arten - Gelbklees, Hornschotenklee, Rotklee, Weißklee - und eine Feldfutterbaumischung zeigten sich als tauglich für Untersaaten. Es bestanden Unterschiede im Wuchsverhalten und in der Aufwuchsleistung. Diese schwankte von ca. 1,0 dt/ha Trockenmasse (TM) im sommertrockenen Jahr 2003 bis ca. 20,0 dt/ha TM im Sommer 2004.

Die Zwischenfrüchte zeigten - im Vergleich zur Variante „ohne Untersaat = Selbstbe-grünung“ - auf die Kornerträge der Deckfrucht Winterweizen keine statistisch abzu-sichernden Auswirkungen. 2005 war an einem Standort ein Mehrertrag an Rohprotein – verursacht durch erhöhte Rohproteingehalte – bei der Deckfrucht Winterweizen bei allen Zwischenfruchtarten gegenüber „ohne Untersaat“ erkennbar. Dieser war für Weißklee, Gelbklees und die Mischung statistisch gesichert. In der Variante mit Gelbklees hatte Win-terweizen den höchsten Wert mit 10,8 % Rohprotein in der TM erreicht. Die Differenz zu „ohne Untersaat“ (mit 9,7 % Rohprotein) betrug 1,1 Prozentpunkte.

In keinem Versuchsjahr und an keinem Ort wurde ein Unterschied zwischen „ohne Unter-saat“ und den Zwischenfrucht-Varianten im Hinblick auf das Auftreten von Krankheiten und auf pflanzenbauliche Merkmale des Winterweizens festgestellt. Auch bei den korn-physikalischen Parametern (Sortierung, Hektolitergewicht, Tausendkornmasse) wurden keine Unterschiede zwischen den Prüfvarianten gefunden.

Die Sommerzwischenfrüchte beeinflussten – je nach Jahreswitterung – den Ertrag der Folgefrucht Wintertriticale einmal positiv und einmal negativ. Die negative Ertragswir-kung trat als Folge des Trockenjahres 2003 auf, die sich noch bis ins Erntejahr 2004 be-merkbar machte. Im Wirtschaftsjahr 2004/05, mit günstiger Niederschlagsverteilung, ver-zeichnete Wintertriticale nach Zwischenfrucht signifikant höhere Erträge als „ohne“.

## Summary

The study presents intermediate results from the years 2003 to 2005 of a trials series ending in 2007 on two sites in the region "Tertiäres Hügelland" in Bavaria. It investigated the effects of catch crops on the covering crop winter wheat and the following crop winter triticale. All species tested – black medic, bird's-foot trefoil, red clover, white clover – and a mixture of field forage plants proved suitable as underseed with differences in growth behaviour and performance. These varied from approx. 1.0 dt/ha dry matter (D.M.) in the summer-dry year 2003 up to approx. 20.0 dt/ha D.M. in summer 2004.

Compared to the variant "without underseed = natural vegetation regeneration" the catch crop showed no statistically significant impacts on the grain yield of the covering crop. In 2005 one site showed an increase of the yield of crude protein – caused by a higher content of crude protein - of the covering crop winter wheat for all types of catch crop compared to "without underseed". This increase could be statistically confirmed for white clover, black medic and the mixture.

Winter wheat had reached the highest value of 10.8 % of crude protein in the dry matter in the variant of black medic. The difference to the variant "without underseed" (9.7 % crude protein) was 1.1 percent.

In none of the trial years and on none of the sites there was a difference between "without underseed" and the catch crop variants in terms of diseases and cultivation characteristics of winter wheat. The parameters of grain physics (sorting, hectolitre weight, thousand-grain mass) showed no differences in the tested variants.

Depending on the weather the summer catch crops either negatively or positively influenced the yield of the following crop winter triticale. The negative yield effects followed the dry year 2003 and even influenced the crop year 2004. In the marketing season 2004/05, with a more favourable distribution of annual precipitation, winter triticale yielded significantly higher after catch crop than "without".

## 1 Einleitung und Fragestellung

Im viehlosen oder viehschwachen Öko-Ackerbaubetrieb ist der Anbau von Leguminosen in der Regel die wichtigste Stickstoffquelle. Als Leguminosenarten stehen großkörnige Arten wie z. B. Ackerbohne, Futtererbse oder Lupine oder kleinkörnige Arten wie z. B. Rotklee, Luzerne, Gelbklee und Hornschotenklee für den Anbau zur Verfügung. Großkörnige Leguminosen stehen üblicherweise in Hauptfruchtstellung. Der Anbau von kleinkörnigen Leguminosen zur Gründung in Hauptfruchtstellung, z. B. in Form der Grünbrache, zieht den Verzicht auf den Anbau einer Marktf Frucht nach sich. Der Zwischenfruchtanbau, also die Stellung zwischen zwei Hauptfrüchten, verlangt dagegen keinen Verzicht auf eine Hauptfrucht, ist aber wegen der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Vegetationszeit und den in dieser Zeitspanne bestehenden Wasser- und Temperaturverhältnissen nur in bestimmten Gebieten wirtschaftlich sinnvoll. In Bayern kommen hierfür vor allem südbayerische Ackerbaugebiete in Frage.

Zwischenfrüchte nutzen die Zeitspanne von der Ernte der Vorfrucht bis zur Aussaat der folgenden Hauptfrucht. Das Verfahren „Untersaat“ ermöglicht einen kostengünstigen, arbeitstechnisch einfachen und somit wirtschaftlich effektiven Anbau von zur Untersaat geeigneten Pflanzen. Der ökologische Landbau bringt hierfür beste Voraussetzungen: Da im ökologischen Landbau keine Herbizide eingesetzt werden, ist eine frühzeitige und risikolose Einsaat von anderen Pflanzenarten in eine Deckfrucht als Untersaat möglich. Zudem ist der Pflanzenbestand, in den eingesät werden soll (Deckfrucht) im ökologischen Anbau im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung weniger dicht und bietet somit gute Bedingungen für die Entwicklung der Untersaat. Beim Verfahren Untersaat stehen Deckfrucht und Untersaat in gegenseitiger Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren.

Die Aufwuchsleistung der Zwischenfrüchte ist wegen der kurzen Wachstumszeit zwischen der Ernte der Deckfrucht und dem Zeitpunkt für die Bodenbearbeitung zur Aussaat der folgenden Hauptfrucht begrenzt und unterliegt witterungsabhängig sehr großen Schwankungen (Becker-Dillingen 1929, Schindler 1953, Klapp 1958, Fischbeck et al. 1975, Esser & Lütke Entrup 1981, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2004).

Folgende Versuchsfragen galt es zu bearbeiten:

#### Zwischenfrüchte

- Welche Grünmasse erreichen die Zwischenfrüchte bei Untersaat?
- Bestehen zwischen den geprüften Arten Unterschiede in der Sicherheit des Gelingens?
- Wie hoch ist ihre Konkurrenz zu Beikraut?

#### Komplex Untersaat und Deckfrucht Winterweizen

- Welche Auswirkungen gehen von den untergesäten Arten im Vergleich zu „ohne Untersaat“ auf den Ertrag der Deckfrucht Winterweizen aus?
- Welche Auswirkungen gehen von den untergesäten Arten im Vergleich zu „ohne Untersaat“ auf die Qualität des Erntegutes der Deckfrucht Winterweizen aus?

#### Nachwirkung der Zwischenfrüchte auf die Folgefrucht Wintertriticale

- Welche Auswirkungen gehen von den Sommerzwischenfrüchten im Vergleich zu „ohne Untersaat“ auf den Ertrag der Nachfrucht Wintertriticale aus?
- Welche Auswirkungen gehen von den Sommerzwischenfrüchten im Vergleich zu „ohne Untersaat“ auf die Qualität des Erntegutes der Nachfrucht Wintertriticale aus?

## **2 Material und Methoden**

Die Feldversuche, geplant als Versuchsserie für die Wirtschaftsjahre 2002/2003 bis 2006/2007, wurden an den Orten Schönbrunn und Viehhausen durchgeführt. Schönbrunn liegt im Landkreis Landshut, im Produktionsgebiet und Naturraum Tertiäres Hügelland auf einer Höhe von 385 m über NN. Das Mittel der langjährigen Jahresniederschläge beträgt 730 mm, die mittlere Jahrestemperatur 7,8 Grad Celsius. Die Ackerzahl des Feldes, Bodentyp Braunerde, mit humosem sandigem Lehm in der Krume, beträgt 60 Punkte.

Viehhausen liegt im Landkreis Freising, ebenfalls im Tertiären Hügelland auf einer Höhe von 480 m über NN. Die mittleren langjährigen Jahresniederschläge liegen bei 780 mm, die mittlere Jahrestemperatur 7,5 Grad Celsius. Der Bodentyp ist ebenfalls Braunerde, mit schwach humosem sandigem Lehm in der Krume, die Ackerzahlen reichen von 55 bis 62.

Die Feldversuche stehen auf Feldern von anerkannten Ökobetrieben. Die Betriebe sind Naturland- bzw. Bioland-zertifiziert. 1995 erfolgte die Umstellung des Betriebes Viehhausen, 1994 die von Schönbrunn.

Im Feldversuch kamen die Arten Gelbklee mit einer Saatstärke von ca. 16,0 kg/ha, Hornschotenklee mit ca. 18,0 kg/ha, Rotklee mit ca. 25,0 kg/ha, Weißklee mit ca. 10,0 kg/ha, allesamt in Reinsaat zum Einsatz. Zusätzlich war eine Mischung im Versuch („Bayerische Qualitätssaatgutmischung FM3“, bestehend aus 4,0 kg Rotklee, 6,0 kg Luzerne, 2,0 kg Weißklee, 9,0 kg Wiesenschwingel, 4,0 kg Wiesenlieschgras und 2,0 kg Glatthafer, zusammen 27,0 kg/ha). Die Auswahl der Arten erfolgte unter Berücksichtigung der Versuchsergebnisse der ehemaligen Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 1983 – 1989 für den konventionellen Anbau. Der damalige Anbau wurde ausschließlich als Sommerzwischenfrucht in Form einer Stoppelsaat durchgeführt.

Der Versuch wurde in Kleinparzellen mit 1,5 m Breite und 8,0 m Länge bei 4fach wiederholte Parzellenbreite angelegt. Die Anlagemethode war Lateinisches Rechteck, es wurde mit vier Wiederholungen gearbeitet. Wintertriticale folgte auf den gleichen Parzellen dem Winterweizen nach. Die Versuchsfläche wurde mittels im Feldrain angebrachten Markie-

rungen eingemessen, so dass nach der Bodenbearbeitung zur Einarbeitung der Zwischenfrüchte die Aussaat der nachfolgenden Hauptfrucht auf den gleichen Parzellen wie die Zwischenfrüchte zur Anlage kamen. Bei Wintertriticale erfolgte die Ertragsfeststellung jedoch nur aus den beiden mittleren Parzellen, so dass Auswirkungen durch das Pflügen auf die Nachbarparzellen durch die bestehenden Trennparzellen ausgeschlossen wurden.

Bei Winterweizen und Wintertriticale wurde jährlich neu beschafftes konventionell erzeugtes Züchtersaatgut verwendet, für die Zwischenfrüchte jährlich neu beschafftes Ökosaatgut. Die Aussaat der Zwischenfrüchte erfolgte nach dem letzten Striegeln des Weizens im Frühjahr mittels einer Versuchssämaschine. Diese ist an den Auslaufrohren mit Prallblechen ausgestattet, so dass eine gleichmäßige Breitverteilung im Weizenbestand gewährleistet ist. Eine Saat mittels üblicher Drillmaschine mit hochgestellten Ausläufen wäre in der Verteilwirkung ähnlich einzustufen.

Alle Erhebungen sowie die Berichterstattung erfolgte nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (Bundessortenamt 2000) für die jeweils bearbeitete Fruchtart. Die Masse der Zwischenfrüchte wurde geschätzt und die Bestandeshöhe gemessen. Zusätzlich erfolgten weitere Beobachtungen wie z. B. Lückigkeit, Bodendeckung und Verunkrautung. Bei den Getreidearten wurden die Erträge parzellenweise nach Vortrocknung des Erntegutes ermittelt und das Erntegut für weitere Untersuchungen verwendet.

Am gereinigten und getrockneten Erntegut von Winterweizen und Wintertriticale wurden TS-Feststellungen durchgeführt sowie die Sortierfraktionen bestimmt. An den aus der Vollkornfraktion entnommenen Proben fand die Untersuchung des Rohproteins nach der Methode Kjeldahl statt.

Diese Auswertung beinhaltet für die Sommerzwischenfrüchte und für Winterweizen im bisherigen Zeitraum der Wirtschaftsjahre 2002/2003 bis 2004/2005 fünf Versuche in drei Jahren, für die Feststellungen der Nachwirkung auf Wintertriticale liegen drei Ergebnisse aus zwei Jahren vor.

Die Auswertung erfolgte nach der bestehenden Anlagemethode mittels des Statistikprogramms SAS unter der Annahme eines fixen Modells für die Zwischenfruchtvarianten. Als statistischer Test für Mittelwerte wurde der Student-Newman-Keuls-Test (SNK) verwendet.

Die Versuchsserie ist noch nicht abgeschlossen und wird bis 2006/2007 fortgesetzt.

### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Zwischenfrüchte, Aufwuchsleistung, Unterschiede zwischen den geprüften Arten**

Im Versuchszeitraum besaßen die Zwischenfrüchte zwischen der Ernte der Deckfrucht und ihrem Umbruch im Jahr 2003 in Viehhausen 63 Tage, im Jahr 2004 in Viehhausen 43 Tage, in Schönbrunn 42 Tage und im Jahr 2005 in Viehhausen 41 und in Schönbrunn 33 Tage an Wuchsdauer.

Im trockenen Sommer 2003 erreichten die Arten in Viehhausen nur minimale Bestandeshöhen von ca. 6 cm bei Weißklee bis 18 cm bei Rotklee und Aufwuchsleistungen, die artspezifisch differenziert waren: Weißklee litt am stärksten unter der Trockenheit. Rotklee kam geringfügig besser zurecht, reichte aber an die Trockenheit verträglicheren Arten Gelbklee und Hornschotenklee nicht heran. In der Mischung versagten die Gräser. Die

geschätzte Ertragsleistung an Trockenmasse lag zwischen ca. 1,0 dt/ha bei Rotklee, Weißklee und Mischung und bei ca. 4,0 dt/ha bei Gelb- und Hornschotenklee. Insgesamt blieb die Massenbildung bei allen Zwischenfruchtarten zu gering, um als gelungene Zwischenfrucht bezeichnet zu werden.

In 2004 entwickelten sich alle Zwischenfrüchte an beiden Orten bei ausreichenden Niederschlägen zufriedenstellend. Es zeigten sich die artspezifischen Unterschiede in der Massenbildung, in der Bestandeshöhe und in der Unkrautkonkurrenz: In der Massenbildung lagen Rotklee, Hornschotenklee und Weißklee vor der Mischung und diese wiederum vor Gelbklee. Die geschätzte Ertragsleistung an Trockenmasse lag zwischen ca. 10,0 dt/ha beim Gelbklee und 20,0 dt/ha bei den übrigen Arten.

Im Jahr 2005 entwickelte sich in Viehhausen die Deckfrucht Winterweizen bedingt durch günstige Wachstumsbedingungen sehr üppig, so dass sich die Untersaat anfänglich nur behaupten konnte. Hierbei kam es zur Ausdünnung beim Hornschotenklee. Hohe Niederschläge vor der Ernte zogen besonders in Viehhausen hohe Bodenwassergehalte nach sich, so dass der Versuchsmähdrescher in den Fahrspuren Bodenverdichtungen verursachte, welche die Entwicklung und Massenbildung aller Zwischenfruchtarten in der Folgezeit beeinträchtigte. Im gleichen Jahr wuchsen in Schönbrunn gute Zwischenfruchtbestände bei allen Arten heran.



Abb. 1: Rotklee unter Winterweizen (2004, Schönbrunn)

### 3.2 Komplex Untersaat und Deckfrucht

Der Anbau des Winterweizens erfolgte im ortsüblichen Produktionsverfahren: Grundbodenbearbeitung erste Oktoberhälfte, mit Pflug ohne Packer, Aussaat zwischen 10.10. (2002) und 16.10. (2003, 2005), Saatstärke 400 keimfähige Körner pro m<sup>2</sup>, Sorten „Busard“ bzw. „Achat“, striegeln 1 - 2x April bis Anfang Mai, Ernte 21. 07. (2003) bis 19.08. (2005).

Wie die statistischen Maßzahlen zeigen (Tab. 1), schwanken die Werte für das Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) des Modells für die Erträge in allen Umwelten (Viehhausen 3jährige, Schönbrunn 2jährige Ergebnisse) von 0,45 (2005 Schönbrunn, Rohproteintrag) bis 0,93 (2005 Viehhausen, Korn- und Marktwarenertrag).

Tab. 1: Winterweizen (Deckfrucht), statistische Maßzahlen für den Faktor „Untersaat“ auf die Erträge in Orten und Jahren;  $r^2$  = Bestimmtheitsmaß

Ernte-jahr	Ort	Erträge	$r^2$	Faktor Untersaat		Wahrscheinlichkeit (Pr > F)
				GD 5% rel.	Signifikanz	
2003	Viehhausen	Korn	0,82	4,7	n. sign.	0,4801
2003	Viehhausen	Marktware	kein Wert	kein Wert	entf.	kein Wert
2003	Viehhausen	Rohprotein	kein Wert	kein Wert	entf.	kein Wert
2004	Viehhausen	Korn	0,85	2,4	n. sign.	0,5041
2004	Viehhausen	Marktware	0,82	3,2	n. sign.	0,6971
2004	Viehhausen	Rohprotein	0,66	5,0	n. sign.	0,1782
2004	Schönbrunn	Kornertrag	0,89	7,2	n. sign.	0,2188
2004	Schönbrunn	Marktware	0,91	6,9	n. sign.	0,1195
2004	Schönbrunn	Rohprotein	0,87	9,2	n. sign.	0,4226
2005	Viehhausen	Korn	0,93	3,0	n. sign.	0,4430
2005	Viehhausen	Marktware	0,93	2,9	n. sign.	0,2529
2005	Viehhausen	Rohprotein	0,86	5,6	sign.	0,0190
2005	Schönbrunn	Korn	0,58	7,6	n. sign.	0,4056
2005	Schönbrunn	Marktware	0,58	7,7	n. sign.	0,3941
2005	Schönbrunn	Rohprotein	0,45	8,7	n. sign.	0,7679

Das Bestimmtheitsmaß ist ein Maß für das Verhältnis der Abweichungsquadrate der im Modell erfassten Einflussgrößen zum Rest. Es lässt hier somit Rückschlüsse auf die Wirkungen der Prüfvarianten auf die Erträge zu. Die Werte für 2005, Standort Schönbrunn, lassen keine Wirkungen der Untersaaten erkennen. In den übrigen Umwelten liegen die Maßzahlen höher und erreichen die Maximalwerte von 0,93 für 2005 in Viehhausen beim Korn- und Marktwarenertrag.

Die Signifikanzen (nicht dargestellt) von Blöcken oder Säulen, also von anlagemethodisch gebildeten Teilflächen, weisen darauf hin, dass sich Bodenunterschiede auf der gleichen Feldfläche in gleichem Maße auswirken können wie die Zwischenfruchtvarianten. Statistisch gesicherte Unterschiede innerhalb der Zwischenfruchtvarianten sind als signifikanter Einfluss auf den Rohproteintrag (s. Tab. 2) lediglich für 2005 in Viehhausen nachweisbar.

In diesem einen von fünf Ergebnissen, übertreffen im Rohproteintrag alle Zwischenfrüchte der Tendenz nach „ohne“, wobei die Differenzen zu „ohne Untersaat“ bei Weißklee, Gelbklee und FM3-Mischung statistisch zu sichern sind. Bei Rotklee und Hornschotenklee wird die Signifikanzgrenze knapp verfehlt.

Für weitere Qualitätsparameter wie Tausendkornmasse, Hektolitergewicht und Rohproteinengehalt (Tab. 3) konnten keine gesicherten Wirkungen der Untersaaten erkannt werden.

Tab. 2: Erträge des Winterweizens mit verschiedenen Untersaaten absolut und relativ, SNK<sup>1)</sup>, Jahre, Orte; Schö. = Schönbrunn, Vieh. = Viehhausen

Ernte-jahr	Ort	Untersaat	Ertrag an Korn bei 86 % TS dt/ha	Ertrag an Korn bei 86% rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag an Korn	Ertrag an Marktware bei 86% TS dt/ha	Ertrag an Marktware bei 86% TS rel.	SNK <sup>1)</sup> Markt-ware	Ertrag an Roh-protein, dt/ha	Ertrag an Roh-protein rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag an RP
2003	Vieh.	FM3-Mischung	41,1	101	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Gelbkle	40,8	100	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Hornschotenkle	41,5	102	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Rotkle	39,7	97	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Weißkle	41,0	100	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	ohne	40,8	100	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Mittel	40,8								
2004	Vieh.	FM3-Mischung	52,9	99	A	49,5	100	A	5,7	97	A
2004	Vieh.	Gelbkle	52,9	99	A	49,4	100	A	5,5	93	A
2004	Vieh.	Hornschotenkle	53,1	99	A	49,3	100	A	5,9	100	A
2004	Vieh.	Rotkle	52,3	98	A	48,4	98	A	5,7	97	A
2004	Vieh.	Weißkle	52,9	99	A	49,2	100	A	5,8	98	A
2004	Vieh.	ohne	53,5	100	A	49,3	100	A	5,9	100	A
2004	Vieh.	Mittel	53,0			49,2			5,6		
2004	Schö.	FM3-Mischung	51,2	102	A	49,2	102	A	4,2	100	A
2004	Schö.	Gelbkle	48,5	96	A	46,6	97	A	4,0	95	A
2004	Schö.	Hornschotenkle	51,3	102	A	49,1	102	A	4,2	100	A
2004	Schö.	Rotkle	48,6	97	A	46,2	96	A	4,2	100	A
2004	Schö.	Weißkle	47,5	94	A	45,4	94	A	3,9	93	A
2004	Schö.	ohne	50,3	100	A	48,1	100	A	4,2	100	A
2004	Schö.	Mittel	49,6			47,4			4,1		
2005	Vieh.	FM3-Mischung	60,2	100	A	59,0	100	A	5,4	108	A
2005	Vieh.	Gelbkle	59,7	99	A	58,5	99	A	5,5	110	A
2005	Vieh.	Hornschotenkle	60,3	100	A	59,2	100	A	5,3	106	A,B
2005	Vieh.	Rotkle	59,1	98	A	57,8	98	A	5,3	106	A,B
2005	Vieh.	Weißkle	61,0	101	A	59,8	101	A	5,5	110	A
2005	Vieh.	ohne	60,1	100	A	59,0	100		5,0	100	B
2005	Vieh.	Durchschnitt	60,1			58,9			5,3		
2005	Schö.	FM3-Mischung	65,3	100	A	65,3	100	A	5,6	98	A
2005	Schö.	Gelbkle	62,0	95	A	62,2	95	A	5,4	95	A
2005	Schö.	Hornschotenkle	61,9	95	A	61,5	94	A	5,5	96	A
2005	Schö.	Rotkle	64,6	99	A	64,7	99	A	5,6	98	A
2005	Schö.	Weißkle	62,4	95	A	62,3	95	A	5,5	96	A
2005	Schö.	ohne	65,4	100	A	65,3	100	A	5,7	100	A
2005	Schö.	Durchschnitt	63,6			63,5			5,5		

<sup>1)</sup> = Student-Newman-Keuls-Test

Tab. 3: Winterweizen, Qualitätsmerkmale des Erntegutes mit verschiedenen Untersaaten;  
Schö. = Schönbrunn, Vieh. = Viehhausen

Ernte- jahr	Ort	Untersaat	Tausend- kornmasse (g)	Tausend- kornmasse (g) rel.	Hektoliter- gewicht (kg)	Hektoliter- gewicht (kg rel.)	Rohprotein- gehalt % i. d. TS	Rohprotein- gehalt % i. d. TS, rel.
2003	Vieh.	FM3-Mischung	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	Gelbklee	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	Hornschotenklee	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	Rotklee	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	Weißklee	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	ohne	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2004	Vieh.	FM3-Mischung	k. Werte		k. Werte		12,6	98
2004	Vieh.	Gelbklee	k. Werte		k. Werte		12,2	95
2004	Vieh.	Hornschotenklee	k. Werte		k. Werte		12,9	101
2004	Vieh.	Rotklee	k. Werte		k. Werte		12,7	99
2004	Vieh.	Weißklee	k. Werte		k. Werte		12,7	99
2004	Vieh.	ohne	k. Werte		k. Werte		12,8	100
2004	Vieh.	Mittel					12,6	
2004	Schö.	FM3-Mischung	45,9	100	83,7	100	9,6	99
2004	Schö.	Gelbklee	46,3	101	83,8	100	9,6	99
2004	Schö.	Hornschotenklee	45,8	100	83,5	100	9,6	99
2004	Schö.	Rotklee	45,9	100	83,4	100	9,9	102
2004	Schö.	Weißklee	45,8	100	83,3	100	9,6	99
2004	Schö.	ohne	45,8	100	83,7	100	9,7	100
2004	Schö.	Mittel	45,9		83,5		9,7	
2005	Vieh.	FM3-Mischung	39,2	98	k. Werte		10,5	108
2005	Vieh.	Gelbklee	39,3	99	k. Werte		10,8	111
2005	Vieh.	Hornschotenklee	39,1	98	k. Werte		10,3	106
2005	Vieh.	Rotklee	39,5	99	k. Werte		10,4	107
2005	Vieh.	Weißklee	39,4	99	k. Werte		10,5	108
2005	Vieh.	ohne	39,8	100	k. Werte		9,7	100
2005	Vieh.	Mittel	39,4				10,3	
2005	Schö.	FM3-Mischung	45,8	108	69,3	101	9,9	98
2005	Schö.	Gelbklee	42,8	101	69,6	102	10,1	100
2005	Schö.	Hornschotenklee	42,7	101	69,8	102	10,4	103
2005	Schö.	Rotklee	42,8	101	69,0	101	10,1	100
2005	Schö.	Weißklee	42,1	100	67,7	99	10,2	101
2005	Schö.	ohne	42,3	100	68,5	100	10,1	100
2005	Schö.	Mittel	43,1		69,0		10,1	

Ebenso waren keine Auffälligkeiten an den Pflanzenbeständen während der Vegetation in den einzelnen Jahren an den Orten erkennbar. Somit gibt es keine Hinweise auf negative Wirkungen der Untersaaten auf die Entwicklung der Deckfrucht.



Abb. 2: Rotklee nach der Ernte der Deckfrucht Winterweizen, (2004, Viehhausen)

### 3.3 Nachwirkung der Zwischenfrucht auf die folgende Hauptfrucht Wintertriticale

Der Anbau des Wintertriticale erfolgte im ortsüblichen Produktionsverfahren: Grundbodenbearbeitung letzte Septemberdekade, mit Pflug ohne Packer, Aussaat in allen Jahren und Orten am 22.09., Saatstärke 350 - 380 keimfähige Körner pro m<sup>2</sup>, Sorte „Kitaro“, striegeln 1 - 2x Anfang April 2005 am Ort Schönbrunn, Verzicht 2004 und 2005 in Viehhausen, Ernte 28. 07. (2005) bis 09.08. (2004).

Im Versuchszeitraum liegen derzeit die Ergebnisse aus drei Umwelten vor: 2004 Viehhausen, 2005 Viehhausen und Schönbrunn.

Die Bestimmtheitsmaße für das Modell (Tab. 4), liegen beim Wintertriticale in allen Umwelten (Viehhausen 2jährige Ergebnisse aus 2004 und 2005, und Schönbrunn 1jährige Ergebnisse aus 2005) im Vergleich zum Winterweizen höher, wenngleich auch hier mit einem Wert von 0,32 beim Rohproteinерtrag für 2004, Viehhausen, ein weit von den übrigen abweichender Wert besteht. Vergleichbar mit den Wirkungen in Winterweizen sind auch bei Wintertriticale Signifikanzen von Blöcken oder Säulen, also von anlagemethodisch gebildeten Teilflächen, vorhanden.

Wie die statistischen Maßzahlen der Irrtumswahrscheinlichkeiten zeigen (Tab. 4), sind beim Wintertriticale statistisch gesicherte Wirkungen der Sommerzwischenfrüchte auf die Ertragsleistungen an Korn, Marktware und Rohprotein vorhanden.

Tab. 4: Wintertriticale, statistische Maßzahlen für den Faktor „vorausgegangene Sommerzwischenfrucht (Untersaat in der Vorfrucht Winterweizen)“ auf die Erträge in Orten und Jahren;  $r^2$  = Bestimmtheitsmaß

Ernte-jahr	Versuchsort	Erträge	$r^2$	Faktor vorausgegangene Sommerzwischenfrucht (Untersaat)		Wahrscheinlichkeit (Pr > F)
				GD 5 % rel.	Signifikanz	
2004	Viehhausen	Korn	0,70	8,2	h. sign.	0,0022
2004	Viehhausen	Marktware	0,71	8,2	h. sign.	0,0018
2004	Viehhausen	Rohprotein	0,32	10,6	n. sign.	0,3242
2005	Viehhausen	Korn	0,98	1,6	s.h. sign.	<0,0001
2005	Viehhausen	Marktware	0,98	1,4	s.h. sign.	<0,0001
2005	Viehhausen	Rohprotein	0,87	4,6	s.h. sign.	0,0003
2005	Schönbrunn	Korn	0,78	9,0	n. sign.	0,1239
2005	Schönbrunn	Marktware	0,79	9,0	n. sign.	0,1305
2005	Schönbrunn	Rohprotein	0,77	10,0	sign.	0,0445

Nach Tab. 5 zeigen sich 2004 für Viehhausen bei allen Zwischenfrüchten im Vergleich zu „ohne Zwischenfrucht“ signifikant niedrigere Ertragszahlen. Dies ist für die Erträge an Korn und Marktware gleichsinnig ausgeprägt. Die Unterschiede zwischen den Sommerzwischenfrüchten – sie reichten von 10 bis 18 Relativpunkten – waren statistisch nicht abzusichern. Im Rohproteinertrag bestanden hingegen zwischen allen Prüfvarianten keine signifikanten Unterschiede mehr.

Tab. 5: Wintertriticale nach verschiedenen Sommerzwischenfrüchten, Erträge an Korn und Rohprotein, Rohproteingehalt, absolut und relativ, SNK, Arten, Jahre, Orte; Schö. = Schönbrunn, Vieh. = Viehhausen

Ernte-jahr	Ort	Untersaat	Ertrag an Korn bei 14% dt/ha	Ertrag an Korn bei 14% rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag an Korn	Ertrag Marktware bei 14% dt/ha	Ertrag Mw. bei 14% rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag Mw.	Ertrag Roh-protein in dt/ha	Ertrag an RP rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag an RP	Gehalt an RP in % der TM
2004	Vieh.	FM3-Mischung	46,9	86	B	46,0	86	B	3,8	90	A	9,4
2004	Vieh.	Gelbkleee	47,6	87	B	46,6	87	B	4,1	98	A	10,0
2004	Vieh.	Hornschtotenkleee	44,6	82	B	43,6	81	B	3,9	93	A	10,2
2004	Vieh.	Rotkleee	49,4	90	B	48,6	91	B	4,1	98	A	9,6
2004	Vieh.	Weißkleee	48,4	89	B	47,6	89	B	4,1	98	A	10,0
2004	Vieh.	ohne	54,6	100	A	53,7	100	A	4,2	100	A	9,1
2004	Vieh.	Mittel	48,6			47,7			4,0			9,7
2005	Vieh.	FM3-Mischung	53,1	101	C	52,8	100	C	4,4	105	B,C	9,6
2005	Vieh.	Gelbkleee	56,6	107	A	56,3	107	A	4,7	112	A,B	9,6
2005	Vieh.	Hornschtotenkleee	54,2	103	B	54,0	102	B	4,4	105	B,C	9,4
2005	Vieh.	Rotkleee	56,3	107	A	56,1	106	A	4,7	112	A,B	9,6
2005	Vieh.	Weißkleee	56,8	108	A	56,5	107	A	4,8	114	A	9,8
2005	Vieh.	ohne	52,8	100	C	52,7	100	C	4,2	100	C	9,2
2005	Vieh.	Mittel	55,0			54,7			4,5			9,5
2005	Schö.	FM3-Mischung	41,7	106	A	41,7	107	A	3,3	106	A,B	9,2
2005	Schö.	Gelbkleee	44,1	113	A	44,0	113	A	3,6	116	A,B	9,5
2005	Schö.	Hornschtotenkleee	41,3	105	A	41,3	106	A	3,3	106	A,B	9,4
2005	Schö.	Rotkleee	41,3	105	A	41,2	105	A	3,4	110	A,B	9,5
2005	Schö.	Weißkleee	43,7	111	A	43,6	112	A	3,6	116	A	9,7
2005	Schö.	ohne	39,2	100	A	39,1	100	A	3,1	100	B	9,2
2005	Schö.	Mittel	41,9			41,8			3,4			9,4

<sup>1)</sup> = Student-Newman-Keuls-Test

Im Jahr 2005 in Viehhausen (siehe Tab. 5) übertrafen alle Zwischenfruchtvarianten im Korn- und Marktwarenertrag die Stufe „ohne“. Der Schwankungsbereich reicht von einem Relativpunkt bei der Mischung, statistisch nicht gesichert, über drei Relativpunkte bei Hornschotenkleee, bereits gesichert, über sieben Punkte bei Gelb- und Rotkleee bis acht Punkte bei Weißkleee. Diese acht Punkte bei Weißkleee machen 4,0 dt/ha an Kornertrag bzw. 3,8 dt/ha an Marktwarenertrag aus. Nach allen Zwischenfrüchten war der Gehalt an Rohprotein im Vergleich zu „ohne“ erhöht.

Nach Tab. 5 waren im Jahr 2005 in Schönbrunn, ebenfalls nach den Zwischenfrüchten Tendenzen zu erhöhten Erträgen an Korn und Marktware erkennbar, konnten jedoch statistisch nicht abgesichert werden. Auch hier bewegte sich die Spannweite der Mehrerträge bei 5 bis 13 Relativpunkten.

## 4 Diskussion

Aufgrund der beschränkten Zahl der Jahre und Orte des vorgestellten Versuchs können aus den Ergebnissen noch keine verallgemeinerbaren Aussagen für alle bayerischen Anbaugebiete abgeleitet werden. Die aus den Einzelergebnissen abzuleitenden Erkenntnisse können jedoch unter Berücksichtigung der tatsächlichen Witterungs- und Standortbedingungen im Versuchszeitraum auf vergleichbare Gebiete in Südbayern übertragen werden.

In der Prüfvariante „ohne Untersaat“ entwickelte sich aus Ausfallgetreide und bodenbürtigen Beikrautsamen ein Bewuchs, der einen Bodendeckungsgrad von bis zu 50 % erreichte. In der Praxis wäre dieser Aufwuchs vorzeitig durch eine Stoppelbearbeitung beseitigt worden. Auf diese Variante „ohne Untersaat mit Stoppelbearbeitung“ musste verzichtet werden, weil bisher keine für den Kleinparzellenversuch geeigneten Geräte vorhanden sind, um diese Praxiswirkung zu simulieren. Bei Untersaat ist keine mechanische Bekämpfung von unerwünschten Begleitpflanzen in Form der Stoppelbearbeitung möglich.

Als Zwischenfrucht werden kleinkörnige Leguminosen verwendet, sodass sich bei einem Zwischenfruchtbau der Anteil an Leguminosen in der Fruchtfolge erhöht. Dadurch kann das Risiko für phytosanitäre Probleme von Leguminosen in Hauptfruchtstellung ansteigen. Bereits Klapp (1958) forderte Rücksichtnahme bei der Fruchtfolgegestaltung, wenn im Zwischenfruchtbau vermehrt Leguminosen eingeschaltet werden. Auf dieses Problem wird auch seitens der Ökolandbau-Beratung hingewiesen.

Die Deckfrucht sollte der Untersaat hinreichend Licht und Wasser belassen, damit diese sicher auflaufen und sich entwickeln kann (Becker-Dillingen 1929, Klapp 1958). Die Winterweizenbestände des Versuchszeitraumes erfüllten diese Bedingungen, so dass alle Zwischenfrüchte die „Unter-Deckfrucht-Phase“ schadlos überstanden. Hornschotenklee scheint in der Untersaatverträglichkeit geringfügig ungünstiger. Somit kann das bei Klapp (1958) auf Standorten mit Frühjahrstrockenheit beschriebene „Abspringen“ der Untersaaten nicht bestätigt werden. Es waren in allen Jahren und Orten insbesondere in den Monaten Mai und Juni ausreichend Niederschläge vorhanden, die ein Auflaufen und Überdauern bis zur Ernte der Deckfrucht sicherten.

Gelbklee, Hornschotenklee, Rotklee, Weißklee und die geprüfte Mischung zeigten in der Phase „unter Deckfrucht“ eine Eignung für Untersaat. Hornschotenklee war in seiner Verträglichkeit etwas empfindlicher als die anderen Arten.

Die Entwicklung und Massenbildung nach der Ernte der Deckfrucht schwankte in weitem Bereich und war stark von den Niederschlägen in den Monaten Juli und August abhängig. Wie die Beobachtungen in 2003 in Viehhausen zeigten, sind aber auch in dieser Region nicht sicher in allen Jahren ausreichende Niederschläge gegeben, um die angestrebte Massenbildung sicher zu gewährleisten. Die aus der Beimischung von Gräsern erwarteten Vorzüge einer Mischung bezüglich einer verbesserten Ausnutzung von Nährstoffen - insbesondere von Stickstoff - und somit einer größeren Massenbildung konnten nicht beobachtet werden.

Die Untersaat sollte sich in der Phase bis zur Beerntung der Deckfrucht nur schwach entwickeln und keine unerwünschten Wirkungen auf die Deckfrucht ausüben (Fischbeck et al. 1975). Solche Wirkungen könnten gegeben sein, wenn eine stark entwickelte Untersaat den Drusch der Deckfrucht beeinträchtigt. Solche negativen Wirkungen konnten im Versuchszeitraum nicht beobachtet werden, wobei bei relativ hoher Stoppel gedroschen wurde. Damit werden die Ergebnisse langjähriger Versuchsreihen aus Versuchsanstellungen von Esser & Lütke Entrup (1981) bestätigt.

Aus der Praxis werden negative Auswirkungen auf das Abtrocknungsverhalten des Bestandes bzw. die Beobachtung, dass grüne Pflanzenteile einer kräftig entwickelten Untersaat beim Drusch zur unerwünschten Anhebung des Wassergehaltes im Korn und Stroh führen können, berichtet. Diese möglichen Effekte traten im Versuchszeitraum nicht auf, da hier die Bestände stets gut abgetrocknet bei „hoher Stoppel“ geerntet werden konnten. Die vorbeschriebenen Auswirkungen können in der Praxis zu kürzeren Zeitspannen für den Mähdreschereinsatz führen. Eine Feststellung des Trockensubstanzgehaltes des Erntegutes am Erntetag erfolgte nicht, so dass das in der Fachliteratur genannte Risiko einer Erhöhung der Kornfeuchte nicht ausgeschlossen werden kann.

Der Aufwuchs der Zwischenfrucht ist mit den Stoppeln der Deckfrucht durchsetzt und wäre deshalb als Futter nur von mäßiger Qualität. Die Strohqualität kann durch grüne Pflanzenteile der Untersaat negativ beeinträchtigt sein. Das Stroh ist möglichst schnell nach dem Drusch zu bergen, um ein Absterben der erst spärlich entwickelten Zwischenfrucht unter einer zu dichten Strohschicht zu vermeiden. Wird das Stroh gehäckselt, sollte das Häckselgut gleichmäßig verteilt werden. Unter Strohanhäufungen „erstickt“ die Untersaat sehr schnell.

Der Wasserverbrauch gut entwickelter Zwischenfrüchte ist je nach Art sehr verschieden. In Versuchen wurde eine Verminderung des Bodenwassergehalts um 30 bis 50 % gegenüber der geschälten Stoppel festgestellt. In trockenen Lagen kann dieser Wasserverbrauch für die Nachfrucht gefährlich werden (Klapp 1958). Diese Aussage wird durch die Ergebnisse 2004 in Viehhausen bestätigt. Die weit unter dem langjährigen Mittel liegenden Niederschläge im Sommer und Herbst 2003 begrenzten das Wachstum der Zwischenfrüchte. Darüber hinaus wirkte deren Wasserverbrauch auch noch auf die Vor-Winterentwicklung des Wintertriticale nach, weil auch im Spätherbst nur wenig Niederschläge fielen. Die Wintertriticale-Bestände bestockten sich nach den Zwischenfrüchten deutlich schwächer und konnten diesen Rückstand auch im Frühjahr nicht mehr wettmachen. Der höhere Rohproteingehalt im Korn nach den Zwischenfrüchten im Vergleich zu „ohne“ dürfte wohl eher im Zusammenhang mit dem niedrigeren Ertrag stehen und weniger als Folge der N-Nachlieferungen aus den Zwischenfrüchten zu interpretieren sein. Für letztere Annahme waren die Pflanzenmassen der Zwischenfrüchte zu gering.

Die Mehrerträge bei gelungener Zwischenfrucht und günstigen Bedingungen für die Nachfrucht (2005 in Viehhausen) erreichten nicht das gleiche Niveau wie die Mindererträge des Vorjahres. Bei Esser & Lütke Entrup (1981) werden allerdings bei Nachfrucht Sommergerste nach Winterroggen mit Untersaat im 12-jährigen Mittel unter konventionellen Bedingungen Mehrerträge von 6 Prozent durch Untersaat genannt. Wegen der bisher zu geringen Anzahl an Jahren können die Nachwirkungen noch nicht hinreichend sicher beurteilt werden. Gleiches gilt für die Bewertung der Feststellungen wie z. B. Bestandesdichten, Massenbildung, Auftreten von Lager und Krankheiten.

In der Mischung sind neben den Leguminosen Rotklee, Weißklee und Luzerne auch die dem Getreide verwandten Gräserarten Wiesenschwingel, Wiesenlieschgras und Glatthafer enthalten. Durch den Anbau einer Zwischenfrucht-Mischung mit Gräsern entsteht nunmehr eine „grüne Brücke“ zwischen dem Weizenanbau und dem folgenden Wintertriticaleanbau, so dass mit einem erhöhten Risiko der Übertragung von Krankheiten und Schädlingen zu rechnen ist. Bei einem hohen Getreideanteil in der Fruchtfolge ist eine Beschränkung von Gräsern und anderen Getreidearten als Zwischenfrüchte vorzunehmen. Insbesondere Fusarien-Krankheiten können sich in Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil häufen (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2004).

## 5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Rotklee, Weißklee und Gelbklee sind untersaatverträglicher als Hornschotenklee. Der höherwachsende Rotklee ist in der Massenleistung besser einzustufen als Weißklee, der sich durch seine Beikraut unterdrückende Wirkung auszeichnet. Letzterer hat jedoch höhere Ansprüche an die Wasserversorgung. Gelbklee ist trockenheitsverträglicher als die anderen geprüften Arten, entwickelt sich bei ausreichenden Niederschlägen langsamer und bildet unter solchen Bedingungen weniger oberirdische Masse.

Die Mischung Gräser/Leguminosen befriedigt in der geprüften Zusammensetzung nicht. Die gegenüber Reinsaat von Rotklee reduzierte Saatmenge führte zu einer reduzierten Bestandesdichte von Rotklee in der Mischung, so dass die Vorteile der Massenbildung des Rotklees nicht mehr unter allen Bedingungen gegeben sind. Die beigemischte Luzerne ist von Vorteil, weil sie unter trockenen Bedingungen noch gutes Wachstum zeigt.

Wenn die Sämaschine auf dem Striegel aufgesattelt ist, fallen beim Zwischenfruchtbau in Untersaat nur die Saatgutkosten an. Somit besitzt der Zwischenfruchtbau in Form der Untersaat gegenüber dem Verfahren Stoppelsaat Kostenvorteile, weil keine Kosten für eine Bodenbearbeitung anfallen. Bei der Abwägung, wann ein Zwischenfruchtbau wirtschaftlich ist, ist die gesamte Fruchtfolge auf dem jeweiligen Feld zu berücksichtigen.

Möglicherweise ist Zwischenfruchtbau vor einer folgenden Sommerung wirtschaftlicher, weil hier das Risiko ungenügender Wasserversorgung durch Herbsttrockenheit nicht angenommen werden muss. Versuche mit dieser Fragestellung wurden bereits angelegt.

## Literatur

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising-München (Hrsg.): Versuchsergebnisse, Futterpflanzen und Grünland, Heft 1983

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising-München (Hrsg.): Versuchsergebnisse, Futterpflanzen, I. Teil, Hefte 1984-1989

Becker-Dillingen, J. (1929): Handbuch des Gesamten Pflanzenbaues einschließlich der Pflanzenzüchtung, Dritter Band: Handbuch des Hülsenfruchterbaues und Futterbaues, Parey, Berlin

Bundessortenamt (Hrsg.) (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen, Landbuch Verlagsgesellschaft mbH, Hannover

Esser, J., Lütke Entrup, E. (1981): Ackerfutterbau und Gründüngung haben Zukunft: die Arten und ihr Wert, Anbauformen und Nutzung. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup

Fischbeck G., Heyland K.-U., Knauer, N. (1975): Spezieller Pflanzenbau. UTB Ulmer, Stuttgart

Klapp, E. (1958): Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. Parey, Berlin

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, (Hrsg.) (2004): Zwischenfrüchte im Ökologischen Landbau. Internet: <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/LfL>

Schindler, L. (Hrsg.) (1953): Die Landwirtschaft, Band II. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München



# Erhaltung von Streuwiesen durch Ökobetriebe im bayerischen Alpenvorland

Bioland Erzeugerring Bayern e.V.<sup>1)</sup>  
Demeter Erzeugerring für biologisch-dynamischen Landbau e.V.<sup>2)</sup>  
Erzeugerring für naturgemäßen Landbau e.V.<sup>3)</sup>

Martin Hermle<sup>1)</sup>, Christoph Metz<sup>2)</sup> & Peter Manusch<sup>3)</sup>

## Zusammenfassung

Die drei untersuchten Praxisbetriebe zeigen beispielhaft vorbildliche Streugewinnung und Verwertung. Die Streu passt hervorragend in den Betriebskreislauf, senkt die Kosten für Einstreu und stellt einen bescheidenen Beitrag zum Betriebsgewinn dar. Es zeigt sich, dass bei der Planung von Ställen und beim Kauf von Maschinen die Verwendung und Gewinnung von Streu berücksichtigt werden muss. Eine Umfrage zur Streuwiesenmäh- und -nutzung auf Öko-Betrieben im bayerischen Alpenvorland verdeutlicht, dass bei Betrieben, die selbst Streu gewinnen, die ökologische und ökonomische Bedeutung der Streu hoch ist. Allerdings wünschen sich die meisten Betriebe mehr Flexibilität und klare Kompetenz seitens der für die Streuwiesen – Erhaltung zuständigen Behörden. Bei Betrieben, die keine Streu gewinnen, ist die Bereitschaft zur Verwendung von Streu zwar meist vorhanden, allerdings gibt es schlechte Erfahrungen bzw. Vorbehalte hinsichtlich der Qualität (Schimmelbildung). Das Bewusstsein über die ökologische Bedeutung der Streuwiesen ist wenig ausgeprägt. Die Arbeit zeigt, dass durch Qualitätssicherungsmaßnahmen, Bündelung von Angebot und Nachfrage, Schaffung von Bewusstsein über die ökologische Bedeutung der Streuwiesen und durch gezielte Stallbauberatung und Bereitstellung von entsprechendem Informationsmaterial ein Beitrag zur Erhaltung der Streuwiesen im Alpenvorland und damit zum Schutz der einzigartigen Streuwiesenfalter geleistet werden kann.

## Summary

The three farms investigated show ideal harvesting and utilisation of plant litter. The litter perfectly fits into the farming cycle, reduces costs for straw and provides a small contribution to the farm income. The study shows that the planning of stables and the purchase of machines must consider harvesting and utilisation of litter. A survey on the mowing and use of litter meadows on organic farms in the Bavarian Alpine Foothills shows that the ecological and economic importance is high for farms producing their own litter. Most farms however wish for more flexibility and clear competence from the responsible authorities. Farms not producing litter show general interest in utilising litter but refer to bad experiences in terms of quality (moulding), and there is little knowledge about the ecological importance of litter meadows. The study shows that a significant contribution to the preservation of litter meadows in the Alpine Foothills and to the protection of their unique butterfly populations can be made by introducing quality management, adjusting supply and demand, creating awareness of the ecological importance of litter meadows, giving qualified advice for stable construction and providing respective information material.

## 1 Einleitung

Die Nutzung von Einstreu aus Streuwiesen ist auf Grund des Strukturwandels in der Milchviehhaltung weiter rückläufig. Dies wird auch durch die rückläufige Anzahl an Bewirtschaftungsverträgen zur Streuwiesennutzung im Rahmen des Vertragsnaturschutzprogramms untermauert. Mit der Bewirtschaftungsaufgabe von Streuwiesen geht der Verlust von auf Streuwiesennutzung angewiesenen Schmetterlingsarten einher (Quinger et al. 1995, BayStMUGV 2005). Als „Leitart“ gilt hier der Riedteufel (*Minois dryas*) (Ebert & Rennwald 1991, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 2003).

Traditionell wird Streu nur für den Eigengebrauch geworben. Gibt der Bewirtschafter die Landwirtschaft auf bzw. wird die Arbeitsbelastung zu hoch, fallen Streuwiesen brach. Andererseits wird der Bedarf an Einstreumaterial, speziell für Biobetriebe auf Grund von Richtlinienänderungen, künftig zunehmen. Daneben gibt es einige beispielhafte Lösungen in der Praxis, die bei der Streugewinnung und Verwertung vorbildlich funktionieren. Die folgende Arbeit beschreibt die Situation der Streuwiesennutzung an Hand von Praxisbeispielen, zeigt Defizite und Probleme in der Streugewinnung und -verwertung auf und leitet Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Probleme ab.

## 2 Bio-Betriebe mit erfolgreichen Streunutzungsmodellen

An Hand von drei ausgewählten Praxisbetrieben soll im Folgenden die vorbildliche Gewinnung und Verwertung von Streu gezeigt werden.

### 2.1 Beispielbetrieb Nußbaumer, Oberstaufen (Bioland)

Gesamte LN: 58 ha, Grünland: 58 ha, davon Streuwiesen: 9 ha.

Der größte Teil der Streuwiesen befindet sich im Sinswanger Moos, einem Niedermoor bei Markt Oberstaufen (Abb. 1). Die zweitgrößte Fläche befindet sich im Vernässungsbe- reich des Moosbaches, der das Sinswanger Moos speist (Abb. 2). Die Flächen befinden sich auf ca. 800 m Höhe im Bereich der Jungmoräne.



Abb. 1: Streuwiesen des Betriebes Nußbaumer im Sinswanger Moos bei Oberstaufen  
(Foto: M. Hermle)



Abb. 2: Streuwiesen des Betriebes Nußbaumer am Moosbach bei Oberstaufen  
(Foto: M. Hermle)

### 2.1.1 Beschreibung der Streuwiesen

Größe: 0,3 bis 4,5 ha.

Eigentumsverhältnisse: 1,3 ha Eigenfläche; 7,7 ha Pachtfläche, davon 4,5 ha von der Gemeinde Oberstaufen.

Güte der Streuwiesen: Ertrag und Qualität: im Durchschnitt der Jahre liegt der Ertrag bei ca. 33 dt TS/ha (Gesamtertrag: ca. 297 dt). Die Streue ist reich an Gräsern mit geringem Schilffanteil. Beim Einstreuen wird sie vom Jungvieh teilweise gefressen und kann deshalb als qualitativ hochwertig angesehen werden.

Befahrbarkeit: Durch die regelmäßige Beerntung ist der größte Teil der Flächen gut befahrbar. Nur eine kleine Teilfläche von ca. 0,3 ha wird von Hand beerntet.

Entlohnung für die Pflege: Für alle Flächen werden im Rahmen des Vertragsnaturschutzprogrammes (VNP) Erschwerniszulagen gewährt.

### 2.1.2 Technikeinsatz

Mähen: gemäht wird mit einem „Rasant Kombi Track“ mit Doppelbereifung (Abb. 3) und einem Doppelmesserbalken im Frontanbau und 1,9 m Arbeitsbreite. Ca. 25 % der Fläche wird mit einem „Agria Balkenmäher“ 1,45 m Arbeitsbreite gemäht.

Wenden: 95 % der Flächen werden mit einem Steyr Traktor (56 PS) und einem 6er Kreiselheuer gewendet. Der Kreiselheuer hängt an der Dreipunkthydraulik und kann leicht angehoben werden, damit die Räder nicht einsinken. Beim Wenden wird i. d. R. auf eine Doppelbereifung beim Traktor (3 to Gewicht) verzichtet, da mit einer 540er Reifenbreite bereits eine breite Bereifung gewählt wurde.

Schwaden: Die Streu wird mit dem Kombi Track und Bandrechen im Frontanbau geschwadet.



Abb. 3: Schwaden der Streue auf dem Betrieb Nußbaumer mit einem „Kombi Track“ (Foto: M. Hermle)

Handarbeit mit Rechen ist nur auf einer kleinen Teilfläche und entlang der Gräben sowie in engen Kurven und Ecken notwendig.

Abfuhr: Die Beerntung erfolgt mit dem „Steyr“ Traktor und einem „Pöttinger“ Tieflader-Ladewagen. Auf den stärker vernässten Wiesen kommen zusätzlich 480er Zwillingsreifen zum Einsatz (Gesamtauflage: 1.040 mm). Auf den besser befahrbaren Teilstücken wird dann der Ladewagen befüllt. Die Streue wird beim Beladen mit 3 Messern in der Pickup des Ladewagens auf ca. 30 cm geschnitten.

Lagerung: Abgeladen wird in eine Abladegrube, die auch für die übrige Heuernte genutzt wird. Die Streue wird mit einer „Palfinger“ Greiferanlage aus der Ladegrube entnommen und auf einem Streustock aufgesetzt.

Entnahme: Die Streue wird wieder mit der Greiferanlage entnommen und kann über eine Luke direkt auf den Bedienungsgang für das Einstreuen im Stall abgelegt werden.

### **2.1.3 Wie schaut die Verwertung der Streu aus?**

Die gesamte Streue wird auf einem separaten Streustock gelagert und über die Wintermonate verbraucht. Im Frühjahr geht die Streue zur Neige. Eingestreut wird die Liegefläche eines Tretmistlaufstalles bei den Kühen (ca. 36 Kühe, 1 Zuchtbulle) und der Nachzucht (ca. 30 Kühe). Morgens werden 1,5 bis 2 kg Streue / GV, abends 2 bis 2,5 kg Stroh / GV über den Bedienungsgang auf die Liegefläche eingestreut. Ein Abwechseln beim Einstreuen mit Stroh ist zwingend erforderlich, da ein reiner „Streuemist“ (mit geringem Schilfanteil) zu stark verdichtet und so der obere Bereich der Liegefläche zu stark vernässt und verschmutzt.

### **2.1.4 Welche Qualitätsanforderungen werden an die Streu gestellt?**

Die Streue muss auf ca. 25 - 30 cm geschnitten sein. Diese Länge gewährt eine feste Mistmatratze und noch genügend Saugfähigkeit. Die Streue muss trocken und mit geringer Restfeuchte geworben werden. Durch die lose Lagerung kommt es zu wenig Staubbildung, was für die Gesundheit der einstreuen Person und der Tiere Voraussetzung ist.

### **2.1.5 Motivation für die Streunutzung**

Mit der Streue kann 30 bis 40 % des Gesamtbedarfs an Einstreu abgedeckt werden, dies führt zu einer deutlichen Kostenreduzierung. Folgende Punkte werden genannt:

- die Streue passt optimal in die Kreislaufwirtschaft des Betriebes,
- Landschaftspflege,
- über die Wiesenstreu werden zusätzlich Nährstoffe in den Betrieb eingebracht; die Mischung aus Streue und Stroh ergibt einen geschmeidigen Rottemist mit sehr guter Düngewirkung; bei der Streue ist man sich sicher, dass es keine Spritzmittel-Rückstände gibt.

Der Betriebsleiter würde noch mehr Streue in seinem Betrieb einsetzen und hat auch schon mehr Streuwiesen zur Nutzung angeboten bekommen. Der Betrieb ist aber mit seinen Lagerungskapazitäten an der Grenze.

## 2.2 Beispielbetrieb Zach, Ohlstadt (Naturland)

Gesamt LN: 43,5 ha, Grünland: 43,5 ha, Streuwiesen: 40 ha, 25 Kühe im Anbindestall mit Streueinstreu und Sommerweidegang, Jungvieh auf Tiefstreu, 130.000 kg Milchquote.

Die Flächen befinden sich alle am Nordostrand des Murnauer Moooses, nahe der Loisach. Das Murnauer Moos ist das größte zusammenhängende Moorgebiet Mitteleuropas.

### 2.2.1 Beschreibung der Streuwiesen

Größe: Zwei arrondierte Flächen von 10 und 30 ha.

Eigentumsverhältnisse: ca. 5 ha Eigenfläche; der Rest sind Pachtflächen vom Landkreis Garmisch-Partenkirchen, Bund Naturschutz und Privatleuten, welche keine Streuverwertung haben.

Güte der Streuwiesen: Ertrag und Qualität: Im Durchschnitt der Jahre liegt der Ertrag bei ca. 20 dt TM / ha (Gesamtertrag: ca. 800 dt oder 350 Rundballen). Die Streue ist von ihrer Artenzusammensetzung sehr unterschiedlich. Streue, die erst einige Jahre in Nutzung ist, ist sehr schilfreich und lang, die langjährig genutzte Streue grasreich und kurz.

Befahrbarkeit: Die Befahrbarkeit ist ebenfalls sehr unterschiedlich und variiert von Jahr zu Jahr, je nach Wetterlage und Niederschlägen im Herbst. Die Flächen werden jedoch alle mit dem Schlepper beerntet. Handarbeit findet nahezu nicht statt. Die feuchteren Flächen werden oft erst im Winter bei Frost, wenn sie tragfähig sind, beerntet. Auch eine Nutzung nur alle zwei Jahre kann bei nicht tragfähigen Böden und ungünstigen Jahren vorkommen.

Entlohnung für die Pflege: Für alle Flächen wird im Rahmen des Vertragsnaturschutzprogrammes (VNP) Erschwerniszulage gewährt.

### 2.2.2 Technikeinsatz

Mähen: Gemäht wird mit einem 80 PS Schlepper mit Doppelbereifung und einem Fingerbalkenmäher von „JCB“, bei dem sich auch die Finger bewegen. Dies verhindert die Verstopfungsgefahr. Kreiselmäherwerke kommen wegen der wenig tierschonenden Mähweise nicht zum Einsatz. Auch der VNP Zuschuss ist beim Einsatz von Balkenmähern um 25 € / ha höher.

Wenden: Die Streue wird selten mit einem Kreisler gewendet (nur bei trockensten Bodenverhältnissen, wenn schnell abgefahren werden soll). Ein Liegenbleiben der Streue über 1-2 Wochen im breiten Schwad des Balkenmähers wird als unproblematisch erachtet. Auch zwischenzeitlicher Regen verbessert nach Ansicht des Betriebsleiters das Saugvermögen der Streu („Die Streu wird mürbe“). Wichtig ist, dass die Streu bei gutem Wetter rechtzeitig geschwadet wird und im Schwad vor dem Pressen gut austrocknen kann.

Schwaden: Die Streu wird mit einer auf den Einsatz in der Streu umgebauten „Heuma“ geschwadet. Die „Heuma“ hat größere und breitere Räder, um nicht zu sehr einzusinken. Hierzu kommt entweder der Schlepper, der bei der Mahd verwendet wurde, oder ein 45 PS Allradschlepper mit Gitterrädern zum Einsatz.

Abfuhr: 90 % der Streu wird gepresst. Am doppelt bereiften Schlepper kommt eine Rundballenpresse ebenfalls mit Zwillingen zum Einsatz. Die Ballen werden mit einer Palettengabel vorne und hinten - je Fahrt 4 Stück - aus der Wiese herausgefahren und dann zu 16 Stück auf einem Tieflader abtransportiert. 10 % der Streu werden lose mit einem alten Ladewagen mit Zwillingen abgefahren und über dem Kuhstall gelagert.

Lagerung: Die Lagerung erfolgt in Rundballen am Feldrand, in Stadeln oder lose über dem Kuhstall. Einige Fuder Streu werden in traditionellen „Strahtrischen“ in der Wiese gelagert und im Winter geholt. Dies stellt allerdings nur einen kleinen Bruchteil der Streu dar und wird nur wegen der Traditionspflege betrieben. „Damit die Jungen nicht verlernen wie man eine Strahtrischen macht“. Früher wurde die gesamte Streu im Murnauer Moos in „Trischen“ gelagert und im Winter, wenn der Boden gefroren war, aus den feuchten Wiesen herausgefahren.

Entnahme: Die Streue wird entweder von der Tenne über dem Stall per Hand heruntergeworfen und eingestreut oder ein Rundballen vor dem Stall wird per Hand aufgelöst.



Abb. 4: Traditionelle „Strahtrischen“ auf dem Betrieb Zach bei Ohlstadt (Murnauer Moos) (Foto: P. Manusch)

### 2.2.3 Wie schaut die Verwertung der Streu aus?

Ca. 50 % der Streu wird an andere Bauern verschenkt oder, wenn es eine sehr gute Streu ist, zu den Presskosten (7 € / Ballen) verkauft. Ca. 50 % der Streu wird im eigenen Anbindestall (Langstand mit Streueinstreu, ca. 3 kg/Tag/Kuh) beim Milchvieh und im Tiefstreu-stall beim Jungvieh (ca. 10 kg/GV/Tag) gebraucht. Eingestreut wird per Hand.

### 2.2.4 Welche Qualitätsanforderungen werden an die Streu gestellt?

Die Streue muss auf ca. 25 - 30 cm geschnitten sein. Diese Länge gewährt eine feste Mistmatratze und noch genügend Saugfähigkeit. Sowohl der Ladewagen wie auch die Presse sind mit Schneidwerkzeugen ausgestattet. Die Streue muss trocken und mit geringer Restfeuchte geworben werden. Probleme mit der Streuqualität entstehen vor allem bei Sommerüberschwemmungen des Murnauer Moooses. Hierbei lagert sich viel Kalkstaub,

welchen das Loisachwasser mitführt, an den Pflanzen ab. Dieser kann im Winter beim Hantieren mit dem Streugut zu einer starken Staubeentwicklung führen.

### 2.2.5 Motivation der Streunutzung?

Folgende Punkte werden genannt: Mit der Streue kann 100 % des Gesamtbedarfs an Einstreu abgedeckt werden. Dies führt zu einer deutlichen Kostenreduzierung. Durch die Streumahd hat der Betrieb ein starkes zweites betriebliches Standbein erhalten. Streu wurde auf dem Betrieb schon immer genutzt und geworben. Es gehört nach Aussagen des Betriebsleiters zum Betrieb dazu und ist gelebte Tradition. Viele Fremde kommen wegen des Murnauer Moores und der Landschaft in die Gegend zum Urlaub machen. Der Landwirt hat selbst keine Fremdenzimmer. Er ist sich aber bewusst, dass er einen positiven Beitrag für den Tourismus leistet, wenngleich er selbst nicht unmittelbar davon profitiert.

## 2.3 Beispielbetrieb Hölzle, Burggen (Naturland)

Gesamt LN: 84 ha, Grünland: 84 ha, Feuchtwiesen und Trockenrasen: 15 ha, 60 Kühe im Boxenlaufstall mit Streue der Liegeboxen und Sommerweidegang, 5 Pferde und alle Kälber auf Tiefstreu mit Streu, 330.000 kg Milchquote.

Die Flächen befinden sich in unterschiedlichen Naturräumen. Wiesmahdflächen oder Trockenrasen sind in Schongau am „Krankenhausberg“ (2 ha) und am „Burgberg“ (2 ha) in Burggen. Nasswiesen sind am „Edelsee“ (4 ha), am „Ziegler Moos“ (3 ha), am „Bodenlosen See“ (2 ha) und am Lechbrucker Moos (2 ha). Diese Flächen liegen alle in der Gemarkung Burggen oder Lechbruck. Alle Flächen werden zur Einstreu genutzt.

### 2.3.1 Beschreibung der Streuwiesen:

Größe: sechs arrondierte Flächen von 2 bis 6 ha.

Eigentumsverhältnisse: Alles Pachtflächen von der Stadt Schongau und von Landwirten oder Privatleuten, die keine Streunutzung haben.

Güte der Streuwiesen: Ertrag und Qualität: Der Ertrag variiert von 10-30 dt / ha, je nach Gebiet. Die Streu ist von ihrer Artenzusammensetzung sehr unterschiedlich (Magerrasen/Nasswiesen). Die Magerrasen sind sehr reich an Borstgras und Ruchgras. Die Landwirtschaftsfamilie schätzt den guten Geruch und die potentielle Gesundheitswirkung des Grases. „Das ist meine Medizin in der Fütterung“.

Befahrbarkeit: Die Befahrbarkeit der trockenen Flächen ist mit dem Schlepper ohne Zusatzausrüstung möglich, ansonsten variiert sie von Jahr zu Jahr je nach Wetterlage und Niederschlägen im Herbst. Die feuchten Flächen werden nahezu alle ohne Schlepper bearbeitet. Hier findet überwiegend Handarbeit statt.

Entlohnung für die Pflege: Für alle Flächen werden im Rahmen des Vertragsnaturschutzprogrammes (VNP) Erschwerniszulagen gewährt. Flächen, die nicht mehr in das VNP genommen werden konnten, wurden in der Folge wieder abgegeben.

### 2.3.2 Technikeinsatz

Mähen: Die trockenen, nicht zu steilen Flächen (ca. 7 ha) werden mit einem Kreiselmäherwerk und einem leichten 50 PS Allradsschlepper ohne Zusatzausrüstung gemäht. Auf allen anderen Flächen (ca. 8 ha) kommt ein „Agria“ Balkenmäher zum Einsatz.

Wenden: Die Streu der trockenen Flächen wird mit einem 4er Kreisler und dem Mäh-schlepper gekreiselt. Die Streu der feuchten Flächen wird nicht gewendet.

Schwaden: Die Streu der trockenen Flächen wird mit einem kleinen Kreiselschwader (2 m Arbeitsbreite) geschwadet. Auf den feuchten Flächen wird mit der Hand gereicht.

Abfuhr: Die trockenen Flächen werden mit einem kleinen Ladewagen beerntet. Hier wird lose Streu gewonnen. Die feuchten Flächen werden mit dem Rechen per Hand auf Schwad gezogen, wenn es zu nass ist, mit einer Plane auf trockene Flächen gezogen und dann mit dem Ladewagen geladen. Das Mähgut der feuchten Flächen wird dann auf hofnahen, trockenen Wiesen nochmals ausgebreitet, gekreiselt und wenn es trocken ist, geschwadet und in Rundballen gepresst.

Lagerung: Die Lagerung erfolgt in Rundballen am Hof. Diese werden im Milchviehstall gebraucht. Die lose Streu wird in „Städeln“ nahe den Kälber-Iglus oder den Pferdeboxen gelagert, um dort Verwendung zu finden.

Entnahme: Die Streu wird entweder aus den „Städeln“ per Hand herausgeworfen und bei Kälbern/Pferden eingestreut oder ein Rundballen wird im Stall per Hand aufgelöst und auf die Tiefliegeboxen verteilt.

### **2.3.3 Wie schaut die Verwertung der Streu aus?**

Ca. 25 % der Streu wird an andere Bauern zu den Presskosten (10,00 €/Ballen) verkauft. Da die Streu durch das zusätzliche Ausbreiten und Trocknen außerhalb der Streuwiesen immer sehr gut geworben ist, besteht ein reges Interesse an der Abnahme der Streu. Die Preise könnten daher auch etwas höher sein und es könnte noch mehr Streu abgegeben werden. Ca. 75 % der Streu wird im eigenen Betrieb beim Milchvieh (Liegeboxen mit ca. 2 kg/Kuh/Tag) und im Tiefstreustall bei den Pferden und Kälbern gebraucht.

### **2.3.4 Welche Qualitätsanforderungen werden an die Streue gestellt?**

Die Streue muss auf ca. 25 - 30 cm geschnitten sein. Diese Länge gewährt eine feste Mistmatratze und noch genügend Saugfähigkeit. Sowohl der Ladewagen wie auch die Presse sind mit Schneidwerkzeugen ausgestattet. Die Streue muss trocken und mit geringer Restfeuchte geworben werden. Dies wird durch nochmaliges Trocknen zu feuchter Streu außerhalb der Streuwiese und durch den schonenden Handeinsatz (Schwaden und aus der Streuwiese bringen per Hand) immer gewährleistet.

### **2.3.5 Motivation der Streunutzung?**

Folgende Punkte werden genannt, wobei die Betriebsleiterfamilie - insbesondere die Frau - betont, dass die eigentliche Motivation zu der Streuarbeit die Erhaltung und Pflege von Naturschutzflächen sei, die gebraucht wird, um das ökologische Gleichgewicht stabil zu halten. Ohne diese Einsicht würden sie die Arbeit nicht machen, da die Arbeit und der Aufwand der vielen Handarbeit nicht durch den Zuschuss und Nutzen (siehe unten) bezahlt werden. Mit der Streue kann 100 % des Gesamtbedarfs an Einstreu abgedeckt werden. Dies führt zu einer deutlichen Kostenreduzierung. Durch die Streumahd hat der Betrieb ein kleines, zweites betriebliches Standbein und Einkommen erhalten.

## **3 Umfrage zur Streuwiesenmahd und -nutzung auf Öko-Betrieben im bayerischen Voralpenland**

Im Rahmen des Projekts wurde ein fünfseitiger Fragebogen erstellt, mit dessen Hilfe elf Betriebsleiter aus den Landkreisen Oberallgäu, Weilheim-Schongau, Ostallgäu und

Garmisch-Partenkirchen telefonisch oder persönlich befragt wurden. Die wichtigsten Ergebnisse der Befragung werden hier im Überblick dargestellt.

### 3.1 Angaben zum Betrieb

Der Tierbestand reicht in den befragten Betrieben bis 40 Kühe plus Nachzucht. Zwei Pferdehalter, ein Schafhalter und eine reine Gärtnerei waren auch unter den Befragten.

Von den zehn Tierhaltern haben vier reine Festmistsysteme ohne Gülle. Sechs Bauern machen überwiegend Flüssigmist (75 – 98 %). Ebenfalls vier halten die Kühe in Anbindeställen, der Rest in Laufställen, überwiegend mit Liegeboxen. Alle befragten Bauern haben für die Kälber Tiefstreuställe.

Acht Betriebe verwenden bereits Streu, vier davon ausschließlich, d. h. sie kaufen kein Stroh zu. Fünf Höfe verwenden Bio-Stroh, einer konventionell erzeugtes.

### 3.2 Angaben zur Streuanwendung im Betrieb

Zwei der acht Betriebsleiter nutzen Streu, die sie nicht selbst mähen, sondern von andern bekommen. Der Anteil von Streu am gesamten Einstreumaterial liegt zwischen 5 und 100 Prozent.

Fünf Bauern lagern die Streu lose, drei verwenden Rundballen. Gefragt, ob sie noch mehr Bedarf an Streu hätten, antworteten vier Teilnehmer mit nein und vier mit ja.

Auf die Frage, warum Streu eingesetzt und geschätzt wird, gab es folgende Antworten:

- Streu ist preisgünstig (von allen genannt).
- Streu fällt sowieso an, entweder weil der Erschwernisausgleich angestrebt wird oder weil man eigene Streuwiesen mähen will.
- Die Pflege der Streuwiesen ist aus ökologischer Sicht sinnvoll.
- Streu ist regional vorhanden, der Transportweg ist kurz und mit wenig Aufwand verbunden.
- Streuwiesenmahd gehört zur Tradition.
- Streu ist gutes Futter für Pferde.

Auch Idealismus spielt eine Rolle. „Es ist schade um jede Streuwiese, die nicht mehr gepflegt wird.“

Welche Vorteile hat die Streu gegenüber Stroh?

- Gute Streu kann verfüttert werden.
- Streu hat gewisse diätetische Wirkung, wenn von den Tieren etwas gefressen wird.
- Streu saugt besser (wird von zwei Bauern genannt).
- Die Mistqualität wird als besser eingeschätzt, wenn mit Streu eingestreut wird und der Mist wird schnell zu Humus.
- Streu ist gut für den Mineralstoffhaushalt der Tiere. Teilweise kann dadurch auf die Verfütterung von Mineralfutter verzichtet werden.

Welche Nachteile hat Streu gegenüber Stroh? Ansicht der Befragten

- Streu saugt schlechter, sagen 2 Teilnehmer.
- Die Kompostierung von Streuemist ist schwieriger als wenn Stroh verwendet wird, da weniger Luft im Mist enthalten ist.

- Ein Hauptproblem wird darin gesehen, dass Streu leicht schimmelt, wenn es nicht ganz trocken eingebracht wird.
- Im Tiefstreustall wird die Matte nicht so stabil und fest bei der Verwendung von Streu.
- Die Staubbelastung für Mensch und Tier ist höher.
- Die Ernte ist aufgrund der Witterung häufig schwierig.
- Streu ist manchmal sehr uneinheitlich.

Die Betriebe, die keine Streu verwenden, nennen als Gründe dafür:

- Die Qualität von in der Vergangenheit gelieferter und verwendeter Streu war schlecht (feucht, schimmelig).
- Keine eigenen Streuwiesen vorhanden.
- Keine geeigneten Maschinen vorhanden.
- Schimmelige Streu kann Entzündungen bei den Tieren auslösen, z. B. im Euter.
- Die Zeit für die Streuwiesenmahd ist nicht mehr vorhanden.
- Es besteht kein Bedarf mehr an Streu, seitdem auf Gülle umgestellt wurde.
- Ein Teilnehmer entgegnete, er wisse seine Freizeit auch anders zu nutzen als mit Arbeiten.

Unter welchen Voraussetzungen würden diese Betriebe in Zukunft Streu einsetzen?

Alle befragten Betriebsleiter betonen, dass die Qualität gut sein müsse. Die Streu dürfe nicht zu teuer und müsse in der Nähe zu holen sein oder frei Haus geliefert werden.

### **3.3 Fragen zur Streuwiesenmahd**

Von den befragten Betrieben mähen sieben Streuwiesen zwischen 0,3 und 6,4 ha, die überwiegend gepachtet sind. Für die Ernte werden - je nach Zustand der Flächen - folgende Maschinen eingesetzt: Traktor mit und ohne Zwillingsbereifung, Kreiselmäherwerk, Motormäher, Schwader, Kreisler, Presse, Ladewagen, Spezialladewagen mit zweiter Achse.

Ein Teilnehmer gab an, dass er beim Schwaden der Streu ausschließlich rückwärts fährt. Außerdem muss häufig auch von Hand gearbeitet werden, zumindest auf Teilflächen.

Nur zwei Betriebe geben Streu auch ab, einer nur eine geringe Menge, der andere die Hälfte der gemähten Streu. Er verlangt dafür vom Abnehmer den Preis für das Pressen, der 8,00 bis 10,00 € pro Rundballen beträgt. Er hat es teilweise schwer, die Streu an den Mann zu bringen. Die Abnehmer legen Wert auf eine gute Qualität der Streu, sie dürfe zudem nur wenige Disteln enthalten.

### **3.4 Förderliche Programme, Gesetze/Verordnungen/Regelungen**

Zwei Punkte wurden von den befragten Betriebsleiterfamilien genannt: Zum einen die Gewährung des Erschwernisausgleichs, zum anderen, dass, wenn die Streuwiese zur Betriebsfläche gezählt wird, der GV-Besatz pro ha verringert werden kann.

Weitere Erläuterungen und Kommentare zum Thema:

Ein Betrieb pflegt noch die Tradition in besonderem Maße und macht „Trischen“ (siehe Abb. 4) zur Lagerung von Streu auf dem Feld. Die Wechselmahd (nur jedes zweite Jahr dieselbe Fläche) würde von einer Reihe von Bauern als sinnvoll erachtet. Der befragte Gärtner verwendet die Streu als Mulchmaterial in vielen Kulturen, z. B. Kürbisse, Tomaten, Rhabarber, Stauden, auch im Gewächshaus. Gründe sind Unkrautunterdrückung und

Einbringung organischer Masse in den Betriebskreislauf. Er rollt Streu-Rundballen aus und pflanzt danach die Pflanzen in die Mulchdecke. Ein Betriebsleiter berichtete, er habe dieses Jahr seine Streu zum Teil als Grünfutter für die Pferde gemäht. Einige Bauern sehen die Streuwiesenmahd eher als Verlustgeschäft, vor allem, wenn die Streu auf trockene Flächen verbracht und nachgetrocknet werden muss. Geld sei anders flexibler und leichter verdient, z. B. durch Maschinenring-Tätigkeiten. Ein Betriebsleiter machte den Vorschlag, zukünftig auch den Abnehmern von Streu Geld zu geben und damit die unsichere Qualität der Streu auszugleichen. Dies sei allemal günstiger für die Öffentliche Hand, als eine Unterdachtrocknung oder Kompostierung.

## 4 Hindernisse der Streuwiesennutzung

Bei der Befragung der Betriebsleiter und im Gespräch mit Verantwortlichen am Landratsamt und beim Landschaftspflegeverband wurden eine Reihe von Hindernissen für die Nutzung von Streuwiesen genannt:

### Zwei Behörden sind für die Abwicklung der Förderung verantwortlich

Der Landwirt stellt seinen Antrag für die Erschwerniszulage beim Landwirtschaftsamt im Rahmen des VNP. Die Höhe der Zulage wird aber von der Unteren Naturschutzbehörde am Landratsamt zusammen mit dem Landwirt, festgelegt. Landwirte haben dadurch verschiedene Ansprechpartner und es entsteht zusätzlicher Abstimmungsbedarf und eventuell „Kompetenzgerangel“ zwischen den Behörden. Die Mitarbeiter der Landratsämter werden von den befragten Landwirten beim Thema Streuwiesen als kompetenter angesehen.

### Agrarinvestitionsprogramm

Im neuen Agrarinvestitionsprogramm ist eine Erhöhung der Mindestfördersumme geplant. Dies macht es für den Landwirt schwieriger, in die betriebliche Infrastruktur für die Streuwiesennutzung und Streuverwertung zu investieren (z. B. Erweiterung der Heutrocknung für einen separaten Streustock).

### Beiträge für Berufsgenossenschaft (BG) und Krankenkasse (KK)

Nicht mehr genutzte Streuwiesen werden als Ödland eingestuft und sind so nicht mehr beitragspflichtig. Werden solche Flächen im Rahmen der Landschaftspflege wieder in Nutzung genommen, so werden die Flächen wieder beitragspflichtig, auch wenn der Besitzer der Fläche das Erntegut nicht nutzt. Dies führt zu einer geminderten Bereitschaft der Besitzer, diese Flächen der Landschaftspflege zu überlassen.

### Schnittzeitpunktvorgaben in den Förderprogrammen

Häufig werden die vorgeschriebenen Schnittzeitpunkte kritisiert. Hier wünschen sich die meisten Bauern mehr Flexibilität. Dies hätte auch den Vorteil, dass nicht alle Flächen auf einen Schlag gemäht würden und dadurch mehr Rückzugsräume für Amphibien und Niederwild bestehen blieben.

### Buchführungsgrenze

Da die Streuwiesenflächen zur Betriebsfläche gezählt werden, können Betriebe über die 20-Hektar-Grenze kommen und buchführungspflichtig werden. Bei einem Betrieb, der unter der Grenze bleiben wollte, führte dies zur Abgabe von fast neun Hektar Streuwiesen.

### Gewinnermittlung

Für Schätzbetriebe wird der Gewinn pro Hektar berechnet, mit der Folge, dass durch die Streuwiesenflächen höhere Steuern bezahlt werden müssen.

### Beweidung

Beweidung ist bisher nicht erlaubt.

### Bezahlmodus

Voraussetzung für die schnelle Bezahlung des Erschwernisausgleichs ist, dass die Streuwiese bis zu einem bestimmten Stichtag gemäht sein muss. Wenn dies einmal witterungsbedingt nicht möglich ist, kommt das Geld erst im nächsten Jahr, was demotivierend ist.

### Streuverwertung

Im Mehrfachantrag gibt es zweierlei Codierungen: zum einen für Streu, die selbst verbraucht wird und zum anderen für Streu, die abgegeben oder entsorgt wird. Für die selbst genutzte Streu wird mehr Förderung gewährt. Dies wird als nicht angebracht bzw. unlogisch angesehen.

### Höhe Erschwernisausgleich

Der Erschwernisausgleich wird von vielen Befragten als zu gering beurteilt. Wenn man ökonomisch rechnet, reicht er nicht aus, um den notwendigen Arbeitsaufwand und eventuelle Investitionen in Maschinen abzudecken.

### Strukturwandel

Sehr problematisch wird für die Zukunft der Streuwiesennutzung der Strukturwandel gesehen. Wachsende Vollerwerbsbetriebe haben keine Zeit mehr, um Arbeiten, die mit Idealismus zu tun haben, wie z. B. die Streuwiesenmahd, zu tätigen. Die anderen Betriebe werden verstärkt im Nebenerwerb bewirtschaftet. Auch diesen Betriebsleitern fehlt dann die Zeit, die Streuwiesen weiter zu pflegen.

### Weitere Gründe

Ein Betrieb bemängelte, dass keinerlei Verbesserung der Infrastruktur (z. B. der Wege) möglich sei. Ein anderer Betriebsleiter ärgerte sich darüber, dass einerseits in den Ackerbaugebieten beste Böden stillgelegt werden müssen und andererseits von den Landwirten feuchte und steile Flächen gemäht werden sollen. Ein Betriebsleiter gab die Nutzung seiner Streuwiese, die nun brach liegt, auf, weil er aufgrund einer nicht erfolgten Nutzung sanktioniert wurde.

## **5 Ableitung von Handlungsbedarf**

Aufgrund des Strukturwandels in der Landwirtschaft und deren wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist die Nutzung der Streuwiesen und damit die Erhaltung dieser ökologisch sehr wertvollen Flächen weiterhin gefährdet. Andererseits werden 20 bis 40 % der bestehenden Öko-Betriebe im Alpenvorland auf Grund der EG-Öko-Verordnung Umbaumaßnahmen vom Anbindestall hin zum Laufstall mit Einstreu durchführen müssen. Dies trifft auch auf umstellungswillige Betriebe zu. Das heißt, der Bedarf an Einstreumaterial für Biobetriebe im Alpenvorland wird in den nächsten Jahren anwachsen. Es sollten daher rechtzeitig Schritte überlegt werden, welche die Streuwiesenpflege auch in Zukunft sichern helfen und Maßnahmen, die eine Verwertung von Streu in artgerechten Ställen för-

dern. Auf Grund der dargestellten Arbeit ergeben sich die nachfolgend genannten konkreten Vorschläge, Anmerkungen und offenen Fragen.

## 5.1 Vorschläge

- Durchführung von Informationsveranstaltungen im Alpenvorland mit dem Ziel, das Bewusstsein für den einmaligen Wert der Streuwiesen bei den aktiven Landwirten, aber auch bei den Besitzern von nicht mehr bewirtschafteten Streuwiesen zu schärfen. Hilfestellung geben zu Bewirtschaftungsfragen, Fragen der Förderung und Verwertung, sowie Vorstellung von vorbildlichen Streunutzungsmodellen.
- Evaluierung und Beschreibung von geeigneten Laufstallformen (Boxenlauf-, Tretmist-, Zweiraum- und Einraumbaufstall) mit den Parametern Streuverbrauch, Streuaufbereitung, Mischungsverhältnisse mit Stroh, Arbeitszeit, Platzbedarf etc. und daraus Ableitung von Beratungsempfehlungen für die Stallbauberatung.
- Stallbauberatung für Betriebe, die zukünftig Streu nutzen wollen. Welche Stallsysteme haben sich unter dem Aspekt, möglichst viel Streu zu nutzen, die Verbandsrichtlinien einzuhalten (Laufstall) und es den Tieren schön zu machen, bewährt? (Hintergrund: bisher wird Streu meist in Anbinde-Systemen mit Langstand verwendet. Diese sind ab 2011 von den Richtlinien nicht mehr zugelassen und auch aus arbeitswirtschaftlichen Gründen nicht günstig. Laufstallformen mit Verwendung von viel Einstreu sind nur sehr selten vorhanden und bedürfen der Erklärung und Beratung in der Praxis. In solchen Systemen hat die Streu eine optimale Verwertung und kann zum Selbstläufer werden).
- Vermittlung von Streu zwischen Anbietern und Abnehmern durch Informationsaustausch, Nennung eines Ansprechpartners für die Vermittlung und Aufnahme in die Warenbörse der Öko-Erzeugerringe. Das grundsätzliche Interesse, Streu zu verwenden, ist sicherlich bei vielen Betrieben vorhanden. Viele Landwirte sind an einer langfristigen und festen Lieferbeziehung interessiert. Bei guter Qualität könnten 50 bis 70 Prozent des Strohpreises erzielt werden.

## 5.2 Anmerkungen und offene Fragen

Im Hinblick auf die Sicherung und Verbesserung der Qualität der angebotenen Streu müssten noch deutliche Anstrengungen unternommen werden. Nur trockene, möglichst staubfreie/staubarme Streu kann erfolgreich vermittelt bzw. verkauft werden. Ein interessanter Ansatz ist die Schaffung von „Landschaftspflegehöfen“. Dort könnte Streu trocken gelagert, eventuell sogar nachgetrocknet und von dort an die Endverbraucher transportiert werden. Maschinenkooperationen könnten dort gebündelt werden. Weitere Möglichkeiten sollten in zukünftigen Beratungsprojekten erörtert werden.

Die Bereitschaft von Landwirten, über den eigenen Bedarf hinaus Streuwiesen zu mähen und die Streu dann zu verkaufen, wird je nach Gegend als mittel bis gering eingeschätzt. Dies müsste über Landschaftspflegeverbände und Maschinenringe oder motivierte Landwirte nach Gegend unterschiedlich organisiert werden. Dabei könnten z. B. „Landschaftspflegehöfe“ oder Landwirte, die sich auf die Streuverwertung spezialisieren, eine wichtige Rolle spielen. Je nach Landkreis müssen individuelle Ansätze gefunden werden.

Die Überarbeitung der Regelungen im Vertragsnaturschutzprogramm im Hinblick auf eine Flexibilisierung der Inhalte und eine Aufstockung der Fördersätze wird angeregt.

## **Danksagung**

Dem Bayerischen Landesamt für Umwelt möchten wir für Bereitstellung der Gelder, die für die Erstellung dieser Arbeit benötigt wurden, Dank sagen!

## **Literatur**

BayStMUGV (Hrsg.) (2005): Bayerisches Arten- und Biotopschutzprogramm, Landkreisband Ostallgäu

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (2003): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. Augsburg: 384 S.

Ebert, G., Rennwald, E. (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 1+2: Tagfalter. Ulmer, Stuttgart

Quinger, B., Schwab, U., Ringler, A., Bräu, M., Strohwasser, R. & Weber, J. (1995): Lebensraumtyp Streuwiesen, Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II. 9. Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

# Posterbeiträge

# Sortenberatung Winterweizen im ökologischen Landbau in Bayern

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz<sup>1)</sup>  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung<sup>2)</sup>

Rupert Fuchs<sup>1)</sup>, Georg Salzeder<sup>2)</sup>, Lina Fuchs<sup>1)</sup> & Klaus Wiesinger<sup>1)</sup>

## Zusammenfassung

Die Sortenberatung Pflanzenbau für die verschiedenen Regionen Bayerns liegt in der Zuständigkeit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Die LfL plant und organisiert wissenschaftliche Feldversuche und setzt diese mit einem Netz von Versuchsbetrieben um. Diese Versuche dienen dazu, Empfehlungen für Beratungsdienste und für Landwirte zu erarbeiten. Im Jahr 1999 führte die LfL ein zusätzliches Netz von acht Feldversuchs-Betrieben für den ökologischen Landbau ein. Im Jahr 2005 wurden auf fünf dieser acht Betriebe zu insgesamt 21 Sorten Winterweizen Feldversuche durchgeführt. In diesen Sortenversuchen wurden acht Sorten identifiziert, die für den ökologischen Landbau in Bayern eine besondere Eignung aufwiesen.

## Summary

It is a responsibility of the Bavarian state research center for agriculture (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL) to recommend crop cultivars for the different regions within Bavaria (Germany). The LfL plans, organises and executes scientific field trials in an existing network of research farms. These trials are used to derive recommendations for extension services and for farmers. In 1999 the LfL established an additional network of eight field stations for organic agriculture. In 2005 trials were conducted at five of these stations on 21 cultivars of winter wheat. This procedure identified eight varieties that are particularly well suited to organic cultivation in Bavaria.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Saatgut besitzt im ökologischen Landbau gegenüber anderen Produktionsmitteln eine herausragende Bedeutung, weil mit ihm der durch die praktische Pflanzenzüchtung geschaffene Fortschritt sehr schnell verfügbar gemacht wird.

In der Beschreibenden Sortenliste (BSL 2005) des Bundessortenamts (BSA 2005) sind bei Winterweizen 117 Sorten in ihren Anbau-, Resistenz-, Qualitäts- und Ertrageigenschaften beschrieben und zudem 19 Sorten genannt, die in einem anderen EU-Land eingetragen sind. Die Beschreibungen basieren auf den Ergebnissen der amtlichen Sortenprüfungen. Diese werden üblicherweise auf konventionell bewirtschafteten Flächen durchgeführt. Die Ergebnisse aus amtlichen Sonderprüfungen „unter Bedingungen des ökologischen Landbaus“ fließen als Hinweis in die BSL ein. Das Angebot an Sorten ändert sich jährlich durch Zulassung neuer und Löschung älterer Sorten. Bis heute stammen die meisten der angebauten Sorten aus Züchtungen, die vorrangig für den konventionellen Anbau und unter konventionellen Bedingungen gezüchtet wurden. Nur wenige Sorten werden bisher im Hinblick auf spezifische Belange des ökologischen Landbaus gezüchtet, wobei in den letzten Jahren eine Zunahme der Aktivitäten zu verzeichnen ist.

Öko-Betriebe mit Winterweizenanbau sind über ganz Bayern mit seinen verschiedenen landwirtschaftlichen Standortbedingungen verteilt. Diese unterschiedlichen Standorte wurden zu acht pflanzenbaulichen Produktionsgebieten zusammengefasst. Sie sind in Abb. 1 folgenden Abbildung dargestellt. Für Praxis und Beratung des ökologischen Landbaus ist es von Interesse, welche Sorten für die jeweilige Region besonders geeignet sind.

Aufgrund der dynamischen Entwicklung des ökologischen Landbaus wurde in Bayern ab dem Jahr 1999 ein eigenes Versuchsstellennetz für Öko-Sortenversuche aufgebaut. Die Versuche werden auf Feldern von Betrieben angelegt, die Mitglieder in einem anerkannten Öko-Anbauverband sind.

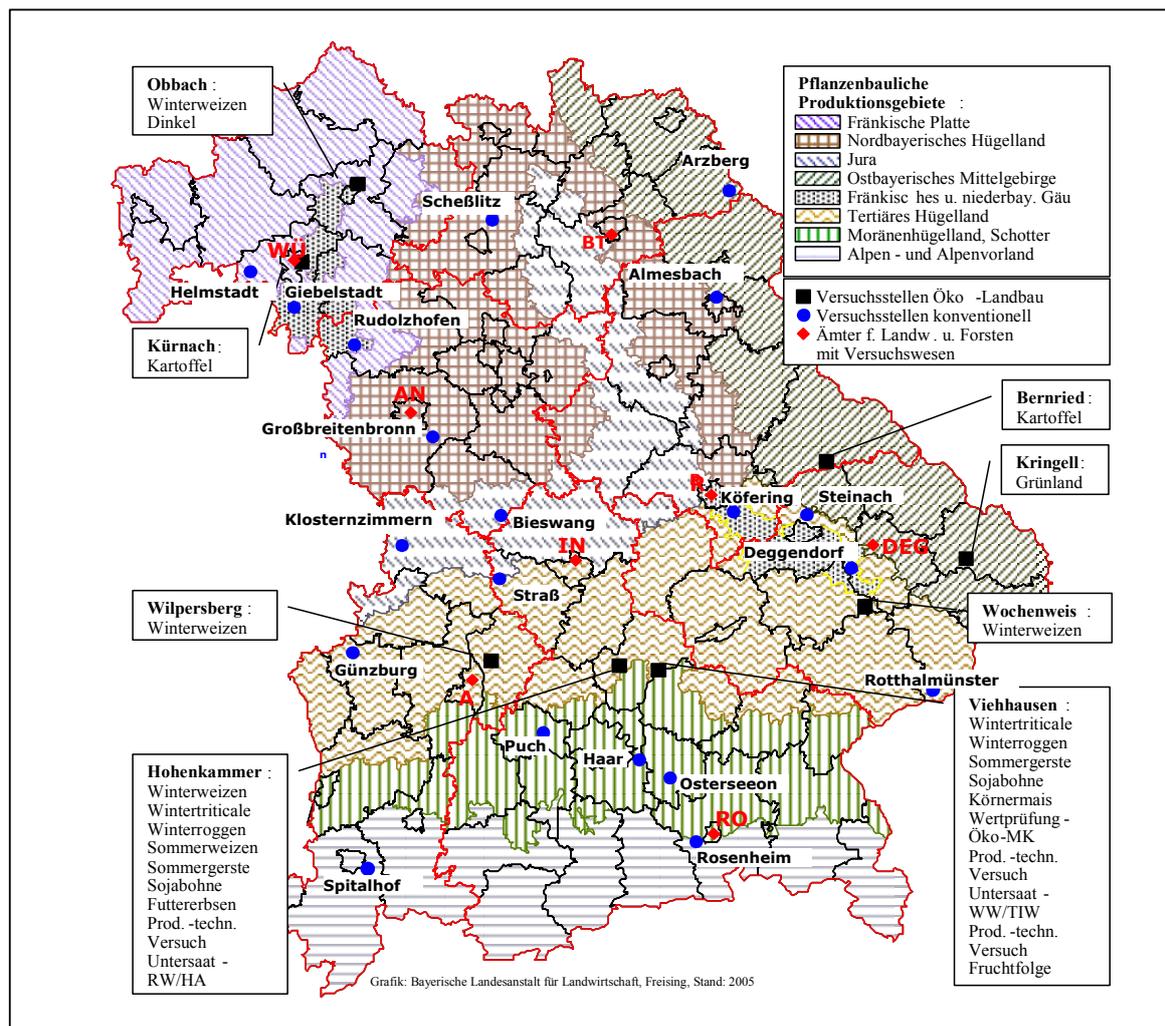


Abb. 1: Pflanzenbauliche Produktionsgebiete und Versuchsstellen Ökolandbau in Bayern

## 2 Methoden

Die LfL ist in Bayern für die amtliche Sortenberatung zuständig. Dafür prüft sie ausgewählte, vertriebsfähige Sorten im Versuchsstellennetz auf ihre Anbaueignung in den einzelnen Anbauregionen. Die Entscheidung wird an den Ergebnissen mehrortiger und mehrjähriger (meist dreijähriger) Versuchsserien getroffen. Die Sortenauswahl für die Öko-Prüfungen erfolgt auf der Basis vorliegender Ergebnisse von Wertprüfungen und/oder Sortenversuchen der bayerischen Versuchsstellen mit konventioneller Bewirtschaftung. Bei der Auswahl geeigneter Prüfglieder für den Öko-Versuch liegt das Hauptaugenmerk auf dem Abschneiden der Sorte in der Wertprüfungs-Stufe „reduziert“ d. h. ortsüblich optimale N-Düngung ohne Wachstumsregler und ohne Fungizid.

Die Versuche werden von drei Ämtern für Landwirtschaft und Forsten (ÄLF) und der LfL (zwei Prüforte) durchgeführt. Diese sind mit Fachpersonal und mit für den Feldversuch in Kleinparzellen geeigneten Spezialmaschinen ausgestattet.

Zur Aussaat gelangt ausschließlich Saatgut, das direkt beim Züchter geordert wird und das daher meist nicht aus ökologischer Erzeugung stammt. Die Versuchsdurchführung erfolgt nach den Richtlinien des BSA.

Für die Auswertung aller Sortenversuche werden biometrische Verfahren zur Plausibilitätsprüfung (Residuenanalysen, Ausreißertests und Contour-Plots) verwendet. Wurde das Prinzip der Gleichheit der Prüfbedingungen innerhalb der Versuchsanlage durch Bodenunterschiede verletzt, wird versucht, diesen Einfluss durch die Anwendung von Bodentrend-Modellen zu eliminieren. Wo dies nicht möglich ist, muss der Versuch verworfen werden. Zudem werden Versuche mit ungenügender Differenzierung der Sorten oder mit zu großem Versuchsfehler verworfen und nicht zur Erarbeitung von Beratungsaussagen herangezogen.

Die Qualitätsfeststellungen (z. B. Rohprotein, Feuchtkleber, Sedimentationswert, Volumenausbeute) am aufbereiteten Erntegut erfolgen in den Labors der LfL.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

2005 wurden in Bayern an fünf Orten Öko-Sortenprüfungen für Winterweizen durchgeführt. Die Prüfungen umfassten ein Sortiment von 21 Sorten. Davon wurden acht Sorten zur Beratung empfohlen.

Die regionale Anbaueignung wird im Internet ([www.lfl.bayern.de](http://www.lfl.bayern.de)), über die örtlichen ÄLF sowie in der Fachpresse veröffentlicht und an die Pflanzenbauberater der Öko-Beratungsorganisationen vermittelt.

Die Abschlussberichte werden themenorientiert in der ZADI-Datenbank archiviert ([www.versuchsberichte.de](http://www.versuchsberichte.de)). Die Ergebnisse der Einzelversuche werden zudem an das BSA übermittelt und an festgelegte Beauftragte innerhalb der Arbeitsgruppe Versuchsansteller im ökologischen Landbau für bundesweite Zusammenstellungen bereitgestellt.

In der Sortenwahl werden grundsätzlich alle Sorten berücksichtigt, welche die Vorgaben der EG-Öko-Verordnung erfüllen und die eine Anbaueignung im Gebiet erwarten lassen. In der Sortenempfehlung wird auf Besonderheiten der Richtlinien der Öko-Anbauverbände geachtet – soweit diese Sorten aus bestimmten Züchtungsverfahren ausschließen (z. B. Ausschluss von Hybrid-Saatgut in den Demeter-Richtlinien). Spezifische Sortenversuche für den ökologischen Landbau wurden schrittweise eingeführt, weil hier i. d. R. eine deutlich niedrigere Stickstoff-Versorgung gegeben ist und kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erfolgt. Über Sortenprüfungen unter Bedingungen des ökologischen Landbaus gibt es eine intensive Diskussion (Fleischer 1998, Leisen 2000, Oberforster 2006). Das BSA führt derzeit ein Forschungsvorhaben zu Winterweizen (Anonym 2005), Sommergerste und Kartoffeln durch (Bundesprogramm ÖLB, FKZ 030E671, Laufzeit 2004-2006). In jüngster Zeit wurden von Gruber & Zenk (2006) die Ergebnisse von Sortenversuchen mit Körnerleguminosen im ökologischen Landbau 2005 deutschlandweit erstmalig nach dem Hohenheimer-Gülzower Modell ausgewertet. Dieser Auswertungsansatz zielt darauf ab, durch Regionalisierung und Einbeziehung angrenzender Versuche aus Nachbarregionen die Aussagekraft von Sortenversuchen zu verbessern. Vergleichbare Auswertungen zu Winterweizen liegen bisher nicht vor.

## 4 Schlussfolgerungen

Mit wachsender Bedeutung des ökologischen Landbaus nehmen auch Nachfragen der Bauern und der Beratung nach geeigneten Sorten zu. Auch von Seiten der Öko-Verarbeiter (Mühlen, Bäckereien, Teigwarenhersteller) besteht großes Interesse an Sorten mit speziellen Eigenschaften für den ökologischen Landbau. Die regionalen Eignungsprüfungen im bestehenden Öko-Prüfsystem gilt es in den nächsten Jahren sowohl regional (Bayern) als auch bundesweit (Öko-Versuchsstellen der Länder) weiter zu entwickeln. Hierzu können laufende Forschungsvorhaben wertvolle Beiträge liefern.

## Literaturverzeichnis

Anonym (2005): Ergebnisse der Wertprüfung mit Winterweichweizen (einfaktoriell), Forschungsprojekt Ökologischer Landbau, Erntejahr 2005. – unveröff. Bericht d. Bundessortenamts

Bundessortenamt (Hrsg.) (2005): Beschreibende Sortenliste 2005 Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover

Fleischer, W. (1998): Vergleich von Winterweizen in konventionellen und ökologischen Landessortenversuchen auf Wechselwirkungen mit Anbausystem. Diplomarbeit, Fachhochschule Nürtingen

Gruber, H., Zenk, A. (2006): Ergebnisse von Sortenversuchen mit Körnerleguminosen im ökologischen Landbau 2005 – deutschlandweit, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow

Leisen, E. (2000): Ökologischer Landbau, Sortenversuche in Deutschland – Getreide und Körnerleguminosen. Sonderheft des Verbandes der Landwirtschaftskammern e.V. (VKL)

Oberforster, M. (2006): Ist die Sortenzulassungsprüfung biogerecht? In: Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 21.– 2. März 2006. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 15-20



# Strategien zur Reduzierung der Kupferaufwandmengen im ökologischen Kartoffelanbau - Projekt „ÖKO-SIMPHYT“

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Pflanzenschutz<sup>1)</sup>

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft<sup>2)</sup>  
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland<sup>3)</sup>

Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme  
im Pflanzenschutz<sup>4)</sup>

Marianne Benker<sup>1)</sup>, Michael Zellner<sup>1)</sup>, Lars-Wilhelm Bangemann<sup>2)</sup>,  
Benno Kleinhenz<sup>3)</sup> & Gerhard Bartels<sup>4)</sup>

## Zusammenfassung

Die Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) stellt im ökologischen Kartoffelanbau nach wie vor ein ungelöstes Problem dar. Bisher kann der Befall nur durch Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln reguliert werden. Ziel des Forschungsprojektes ist es, auf Basis der witterungsbedingten Epidemiebewertung durch das neue Prognosemodell ÖKO-SIMPHYT den Einsatz kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Kartoffelanbau auf das absolut notwendige Maß zu begrenzen. Durch eine Beizung des Pflanzgutes mit Kupferpräparaten soll das Auftreten von Primärbefall reduziert werden, um den Epidemiebeginn und somit auch den Spritzstart nach hinten verlagern zu können. Zur Kontrolle des Sekundärbefalls werden Fungizidstrategien erarbeitet, bei denen die Kupferaufwandmengen und die Spritzabstände variabel an den Infektionsdruck angepasst werden, um möglichst mit niedrigeren Mengen auszukommen. Aufbauend auf die erarbeiteten biologischen und epidemiologischen Daten zur Beeinflussung des Primär- und Sekundärbefalls wird das Prognosesystem ÖKO-SIMPHYT optimiert.

## Summary

Potato late blight (*Phytophthora infestans*) is still an unsolved problem in organic farming. Up to now the disease can only be controlled by copper fungicides. Our project is aiming to reduce the application of copper-containing fungicides by introduction of the new blight forecasting system “ÖKO-SIMPHYT” based on meteorological parameters. Primary stem infections should be reduced by seed treatment with copper fungicides thus to postpone the beginning of the blight epidemic as well as the start of spraying. To control secondary infections on the foliage, fungicide strategies should be elaborated to achieve best efficacy with reduced amounts of copper. Therefore copper amounts and spraying intervals should be adjusted to the infection pressure. Based on the biological and epidemiological conditions for primary and secondary infections the potato blight forecast system ÖKO-SIMPHYT should be optimized.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Die Kraut- und Knollenfäule, verursacht durch den Erreger *Phytophthora infestans*, ist weltweit als eine der wichtigsten Krankheiten im Kartoffelanbau anzusehen. Im ökologischen Kartoffelanbau stellt dieser Erreger nach wie vor ein Problem dar und kann hohe Ertrags- und Qualitätseinbußen verursachen. Die Kartoffel spielt aber gerade im ökologischen Anbau eine wirtschaftlich bedeutende Rolle und trägt vor allem in viehlosen Betrieben zu einer Aufwertung der Fruchtfolge bei. Während im konventionellen Kartoffelanbau effektive Verfahren, wie z. B. Prognosemodelle und zahlreiche Fungizide zur Verfügung stehen, kann der Befall im ökologischen Kartoffelanbau zur Zeit nur durch Einsatz von Kupferpräparaten reguliert werden, da ausgereifte Alternativen zur Zeit nicht zur Verfügung stehen. Dies reicht jedoch für eine effektive Krautfäulebekämpfung in Jahren mit hohem Infektionsdruck häufig nicht aus. Deshalb ist es zwingend notwendig, die aktuelle Erregerentwicklung im Feld möglichst exakt zu quantifizieren, um somit termingerechte und an den Infektionsdruck angepasste Kupferapplikationen durchführen zu können. Das kann aber nur durch den Einsatz eines Phytophthora-Prognosemodells gewährleistet werden, bei dem eine Berechnung der Erst- und Folgeapplikationen möglich ist. Für den ökologischen Kartoffelanbau wurde solch ein Modell bislang noch nicht entwickelt. Deswegen wurde im Februar 2005 mit einem Forschungsprojekt zur Entwicklung, Überprüfung und Praxiseinführung des Prognosesystems ÖKO-SIMPHYT zur gezielten Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Kartoffelanbau begonnen.

## 2 Methoden

Das Forschungsprojekt „ÖKO-SIMPHYT“ wird durchgeführt und koordiniert vom Institut für Pflanzenschutz der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Freising. In das Forschungsvorhaben eingebunden sind die Biologische Bundesanstalt (BBA) in Braunschweig, die Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) in Bad Kreuznach, der Bioland Erzeugerring Bayern e.V., der Ökoring Niedersachsen, die Anbauberatung und die Pflanzenschutzdienste der Länder sowie der Deutsche Wetterdienst (DWD).

Das Forschungsvorhaben ist in folgende Teilprojekte untergliedert:

- 1) Reduzierung des Primärbefalls durch eine Pflanzgutbeizung (Teilprojekt A: LfL)
- 2) Entwicklung von Fungizidstrategien zur Kontrolle des Sekundärbefalls (Teilprojekt B: LfL, BBA)
- 3) Entwicklung, Validierung und Praxiseinführung von ÖKO-SIMPHYT (Teilprojekt C+D: ZEPP, LfL, BBA, Anbauberatung, Pflanzenschutzdienste).

Zu 1): Um den Einfluss von Bodenart und Bodenfeuchte im Prognosemodell ÖKO-SIMPHYT berücksichtigen zu können, wurden die Beizversuche an verschiedenen Standorten in Bayern durchgeführt. Das Pflanzgut wurde mit unterschiedlichen Kupferpräparaten und Beiztechniken behandelt. Um das Auftreten von Primärbefall zu gewährleisten, wurden künstlich infizierte Knollen verwendet. Nach dem Auflaufen wurden im wöchentlichen Zyklus Bonituren zum visuellen Primärbefall und PCR-Untersuchungen auf latenten Stängelbefall durchgeführt.

Zu 2) Zur Kontrolle des Sekundärbefalls wurden Versuche an verschiedenen Standorten in Bayern und in Norddeutschland durchgeführt. Im Projekt wurden zwei grundlegende Kupferstrategien überprüft. Zum einen wurden feste Kupferaufwandmengen mit variabler Anpassung der Spritzabstände an den Infektionsdruck appliziert. Zum anderen wurden die Aufwandmengen und die Spritzabstände variabel an den Infektionsdruck angepasst. Es wurden unterschiedliche Kupferformulierungen und Aufwandmengen getestet sowie der Sortenfaktor und das Verfahren des Vorkeimens berücksichtigt. Weiterhin wurden Versuche zur Regenbeständigkeit durchgeführt.

Zu 3) Basierend auf die im Jahr 2005 erarbeiteten Versuchsergebnisse zum Primär- und Sekundärbefall wurde von der ZEPP zunächst ein Arbeitsmodell von ÖKO-SIMPHYT erstellt. Dazu wurde das Prognosemodell SIMPHYT erweitert und an die Gegebenheiten des ökologischen Kartoffelanbaus angepasst. Im Jahr 2006 wurden bundesweit erste Demonstrationsversuche zur Praxiseinführung und Validierung von ÖKO-SIMPHYT durchgeführt.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

In den Projektjahren 2005 und 2006 war der Infektionsdruck relativ niedrig und der Befall trat erst sehr spät auf. Unter diesen Bedingungen hat das neu entwickelte Prognosemodell ÖKO-SIMPHYT den Spritzstart und Infektionsverlauf zuverlässig prognostiziert. In 2006 war auf Grund der trockenen und heißen Witterung zwischenzeitlich sogar eine Spritzpause möglich.

Trotz des niedrigen Infektionsdruckes wurden erfolgversprechende Ergebnisse erzielt. Durch die Pflanzgutbeizung mit einem Kupferpräparat war es möglich, den Primärbefall am Stängel und auch den daraus resultierenden Sekundärbefall am Blatt zu reduzieren (Abb. 1).

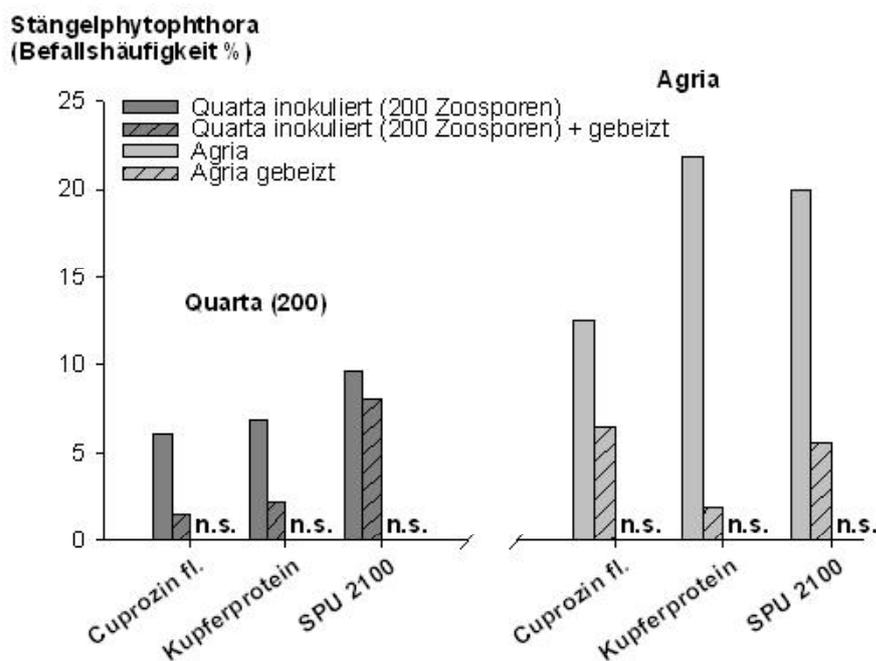


Abb. 1: Wirkung einer Kupferbeizung auf Stängelphytophthora (Strassmoos, 2005)

Durch die Beizung wurde nicht nur das Befallsauftreten entscheidend reduziert, auch der Epidemiebeginn war schwächer und zeitlich verzögert (Abb. 2). Leider verursachte das Produkt „Kupferprotein“ starke Auflaufprobleme im Feld.

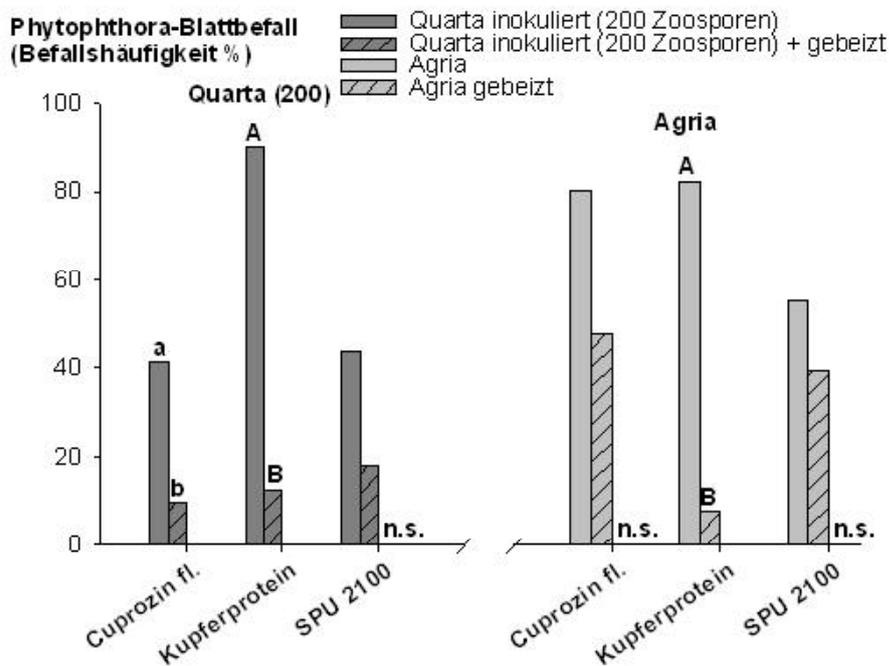


Abb. 2: Wirkung einer Kupferbeizung auf den späteren Blattbefall (Strassmoos, 2005)

Weiterhin wurde durch die Beizung der Mutterknolle eine Reduzierung der Tochterknolleninfektionen mit Braunfäule erzielt (Abb. 3).

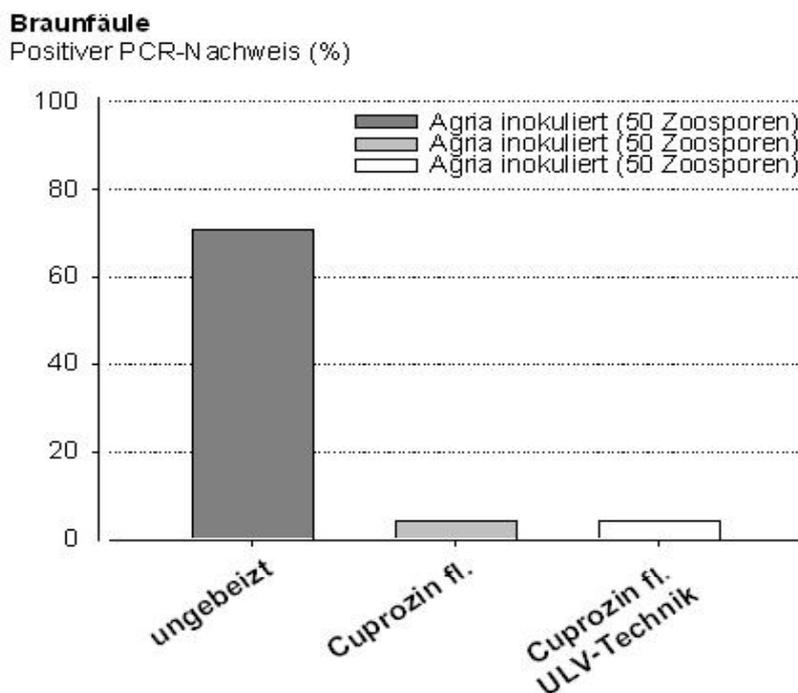


Abb. 3: Auswirkungen einer Kupferbeizung auf den latenten Phytophthora-Tochterknollen-Befall (Strassmoos, 2006)

Obwohl am Standort Straßmoos im Jahr 2006 keine Stängel-Phytophthora auftrat und ein Blattbefall erst Mitte August im Feld zu finden war, kam es im Lager zu starkem Braunfäuleknollenbefall. Die durchgeführten PCR-Untersuchungen zeigten, dass die Kupferbeizvarianten einen wesentlich geringeren latenten Braunfäulebefall im Vergleich zur nicht gebeizten Kontrollvariante aufwiesen.

*P. infestans* kann nach ergiebigen Niederschlägen und hoher Bodenfeuchte entweder von der infizierten Pflanzknolle im Stängel nach oben wachsen oder auf der Oberfläche der Mutterknolle sporulieren (Radtke et al. 2000, Adler 2001, Zellner 2004). Dass durch eine Pflanzgutbeizung eine deutliche Verringerung von Stängelsymptomen erzielt werden kann, zeigen die Ergebnisse von Zellner (2004) und Bäßler et al. (2002 a, b). Das direkte Einwachsen von *P. infestans* aus der kranken Knolle in den Stängel wurde durch die Kupferbeizung vermutlich nicht beeinflusst. Wahrscheinlicher ist, dass die Sporulation auf der Knollenoberfläche verhindert bzw. reduziert und hierdurch eine weitere Verbreitung der Zoosporen erheblich vermindert wurde, wodurch der Stängelbefall im Feld und der Braunfäulebefall an den Knollen im Lager reduziert wurde.

In den Versuchsjahren 2005 und 2006 führten alle auf Grundlage des Prognosemodells ÖKO-SIMPHYT durchgeführten Kupferstrategien an den Standorten in Bayern und Norddeutschland zu einer Reduzierung des Krautfäulebefalls am Blatt (Abb. 4).

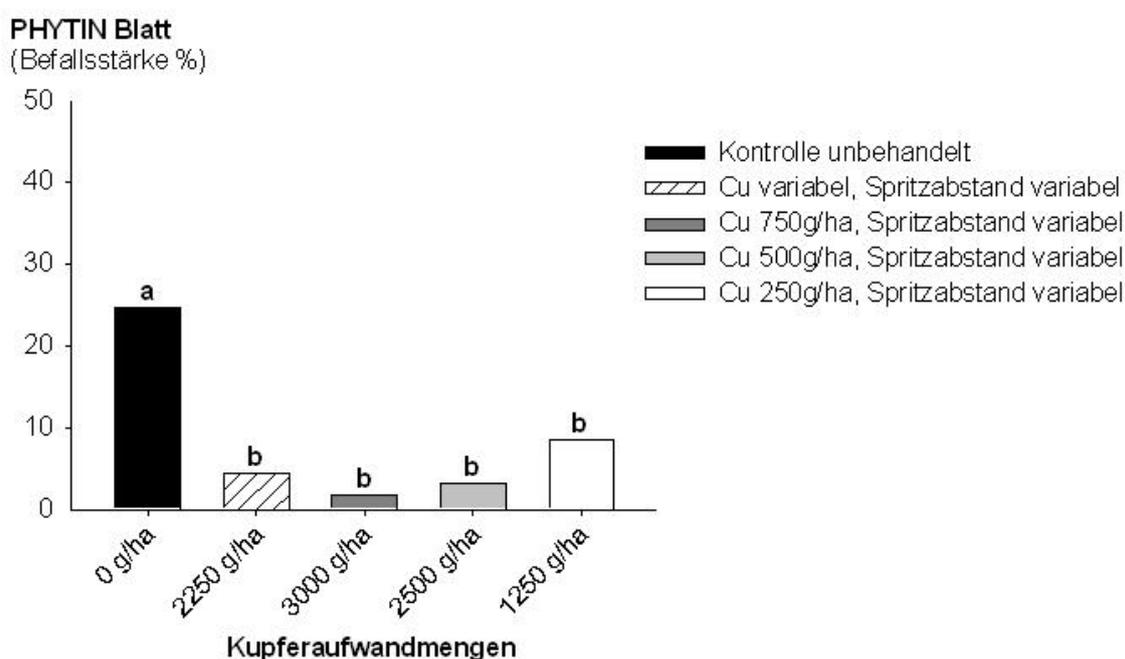


Abb. 4: Auswirkungen verschiedener Kupferapplikationsstrategien auf den Phytophthora-Blattbefall (Puch 17.08.06)

Im Jahr 2006 wurden am Standort Puch zwischen den verschiedenen Aufwandmengen keine signifikanten Unterschiede festgestellt, d. h. eine Reduzierung der Kupferaufwandmenge zur Kontrolle der Krautfäule war ohne negative Auswirkungen für den Ertrag möglich. Auch Musa-Steenblock & Forrer (2005) zeigten in ihren Schweizer Versuchen, dass

unter bestimmten Witterungsbedingungen mit reduzierten Kupferaufwandmengen eine gute Befallsreduktion ohne Auswirkungen auf den Ertrag möglich war.

Da sich die Befallsstärke des Sekundärbefalls in beiden Versuchsjahren auf einem relativ niedrigen Niveau bewegte, ist zur Überprüfung der bisher erzielten Ergebnisse zur Kupferminimierung sowie zur Optimierung und Praxiseinführung des neuen Prognosemodells ÖKO-SIMPHYT eine Prüfung unter hohem Infektionsdruck zwingend erforderlich.

## 4 Schlussfolgerungen

In Jahren mit niedrigem Infektionsdruck ist unter Anwendung des Prognosemodells ÖKO-SIMPHYT eine Reduzierung der Kupferaufwandmenge zur Regulierung der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Kartoffelanbau ohne Ertragsverluste möglich. Weiterhin lässt sich durch eine Pflanzgutbeizung mit Kupfer nicht nur der Stängelbefall und der spätere Blattbefall reduzieren, ebenfalls wurde der Braunfäulebefall der Knollen im Lager vermindert.

## Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für die finanzielle Förderung im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

## Literaturverzeichnis

Adler, N. (2001): Untersuchungen zum Befall von Kartoffeln mit *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary mittels visueller Bonitur und PCR-Methoden. Dissertation TU München/Weihenstephan

Bäbler, R.; Habermeyer, J. & Zellner, M. (2002 a): Krautfäule-Befall durch Pflanzgutbeizung verzögern? - Kartoffelbau 53(4), 126-129

Bäbler, R.; Madel, C.; Habermeyer, J. & Zellner, M. (2002 b): Primärbefall von *Phytophthora infestans* - Einfluss von Bodenart und Bodenfeuchte. - Kartoffelbau 53(5), 162-165

Musa-Steenblock, T. & H.-R. Forrer (2005): Bio-PhytoPRE – ein Warn- und Prognosesystem zur Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Kartoffelanbau in der Schweiz. - Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 133-136

Radtke, W., Rieckmann, W. & F. Brendler (2000): Kartoffel – Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer

Zellner, M. (2004): Zur Epidemiologie und Bekämpfung von *Phytophthora*-Primärbefall an Kartoffeln. Mitteilung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 396, 189