

## Milchproduktionssysteme für die Talregion

### Vergleich unter verschiedenen Szenarien

Anke Möhring, Albert Zimmermann, Stephan Müller und Christian Gazzarin, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen

In dieser Arbeit werden mit Hilfe eines betrieblichen Optimierungsmodells vier verschiedene Produktionssysteme in der Milchviehhaltung unter zwei unterschiedlichen Szenarien untersucht.

In einem ersten Szenario wird von der Aufhebung der Milchkontingentierung ausgegangen. Dies führt im Vergleich zur Situation mit Mengenbeschränkung zu einer Senkung der Kosten (Produktionskosten inkl. Opportunitätskosten) auf durchschnittlich 91 Rappen je kg ECM. Demgegenüber kann eine Leistung (Erlöse für Milch und Tiere, Direktzahlungen) von durchschnittlich 94

Rappen je kg ECM erwirtschaftet werden, so dass bei allen Produktionssystemen ein Gewinn aus der Milchproduktion resultiert.

Die durch die Milchproduktion verursachten Umweltbelastungen, dargestellt am Beispiel des Energieverbrauchs und der Eutrophierung, gehen je kg Milch bei höherer Produktionsmenge leicht zurück. Grösser sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Systemen: Die geringsten Umweltwirkungen verursachen extensive Systeme mit geringem Kraftfuttereinsatz.

Szenario 2 zeigt exemplarisch für ein Produktionssystem an einem Silo-

standort die Auswirkungen einer Milchpreissenkung um 16% von 72 auf 60 Rappen je kg Milch, wobei die landwirtschaftliche Nutzfläche schrittweise ausgedehnt wird. Bei einer Senkung des Milchpreises weitet der Modellbetrieb den Anbau von Marktfrüchten aus und verringert die Milchproduktion, so dass neben dem sinkenden Milchpreis zusätzlich die Kosten je kg ECM ansteigen. Erst mit der Ausdehnung der Fläche und der damit ermöglichten Bestandaufstockung ist wieder eine kostendeckende Milchproduktion möglich.



Abb. 1: Milchproduktionssysteme mit Vollweide im Sommer sind gemäss den Modellrechnungen wirtschaftlicher als Systeme mit Frischgras- oder Silagefütterung. Eine Verringerung von Umweltbelastungen wird vor allem mit einer Reduktion des Kraftfutteranteils in der Futterration erreicht.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Modellbeschreibung	2
Beschreibung der Produktionssysteme	3
Ausgestaltung der Szenarien	3
Resultate Szenario 1: Aufhebung der Milchkontingentierung	4
Resultate Szenario 2: Senkung des Milchpreises bei schrittweiser Flächenausdehnung	6
Schlussfolgerungen	7
Literatur	8
Anhang	9

## Abkürzungen

Äq	Äquivalente (Bezugseinheit)
ECM	Energiekorrigierte Milch
FARMO	Farm Model (LP-Betriebsmodell der FAT und des IAW)
IAW	Institut für Agrarwirtschaft der ETH Zürich
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LP-Modell	Lineares Programmierungsmodell
MJ	Megajoule
N	Stickstoff
NH <sub>3</sub>	Ammoniak (Emission in die Luft)
NO <sub>3</sub>	Nitrat (Auswaschung ins Grundwasser)
NO <sub>x</sub>	Stickoxide: NO und NO <sub>2</sub> (Emission in die Luft)
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
P	Phosphor
PO <sub>4</sub>	Phosphat

## Modellbeschreibung

Das verwendete Modell ist ein statisches lineares Optimierungsmodell, das in der Modellersprache LPL (Linear Programming Language) formuliert wurde. Lineare Optimierungsmodelle berechnen, ausgehend von möglichen Aktivitäten, das optimale Ergebnis für eine vorgegebene Zielfunktion (zum Beispiel Maximierung des Einkommens) unter Einhaltung bestimmter Nebenbedingungen.

Bei der Interpretation der Lösungen eines LP-Modells sind folgende Punkte zu beachten:

- Ein LP-Modell ist die mathematische Umsetzung der relevanten Zusammenhänge eines beobachteten Systems. Die Resultate eines Modells entsprechen also lediglich Entwicklungsmöglichkeiten oder Entwicklungstendenzen und stellen keine realen Ereignisse dar.
- Die im Modell verwendeten Datenparameter beruhen auf Annahmen und Kalkulationen. Die Modelllösungen müssen also unter Berücksichtigung der Datengenauigkeit interpretiert werden.

Das verwendete Betriebsmodell wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Agrarwirtschaft der ETH Zürich aufgebaut und bildet einen landwirtschaftlichen Betrieb in der Talregion ab, der auf die Produktion von Verkehrsmilch spezialisiert ist (Modell FARMO, Möhring et al. 2004). Die Aufzucht wird extern gewährleistet, und als Produktionsalternative zur Milch steht den Modellbetrieben in beschränktem Umfang der Anbau von Marktfrüchten zur Auswahl. Es wird von vollständig neuen Betrieben ausgegangen, das heisst die Transformationskosten für den Wechsel zwischen Produktionssystemen werden nicht untersucht. Das Modell ist modular aufgebaut und gliedert sich in verschiedene Teilmodelle. Eine kurze Beschreibung der einzelnen Teilmodelle ist im Anhang zu finden.

Neben den wirtschaftlichen Leistungen und Kosten berechnet das Modell die Umweltwirkungen des Betriebes mit der Methode der Ökobilanzierung. Diese Methode berücksichtigt nicht nur die direkt auf Hof und Feld entstehenden Emissionen, sondern auch die indirekten Wirkungen aus der Bereitstellung und Entsorgung der zugekauften Produktionsmittel. Zudem betrachtet diese

## Problemstellung

Die Entwicklung der wirtschaftlichen und agrarpolitischen Rahmenbedingungen zwingt immer mehr Milchproduzenten, die Ausrichtung ihres Betriebes zu überprüfen. Unter der Annahme, dass die landwirtschaftliche Tätigkeit nicht aufgegeben wird, existieren grundsätzlich zwei Anpassungsstrategien: Zum einen können Produktionskapazitäten der Milchproduktion für andere Betriebszweige wie Aufzucht oder Rindermast eingesetzt werden oder aber die Produktionsstrukturen der Milchproduktion werden kostenminimiert. Oftmals beinhaltet diese Anpassungsstrategie einen Wechsel des Produktionssystems. Aufgrund der Heterogenität der landwirtschaftlichen Betriebe in der Schweiz ist es denkbar, dass unterschiedlich intensive Produktionssysteme gleichermaßen erfolgreich sein können. In die-

sem Bericht werden verschiedene Milchproduktionssysteme mit unterschiedlichen Kombinationen von Haltungsvarianten, Fütterungsstrategien und Leistungsstufen miteinander verglichen. Folgende Fragestellungen stehen im Vordergrund:

1. Wie kann ein landwirtschaftlicher Familienbetrieb in der Schweiz zukünftig rentabel Milch produzieren?
2. Welche Auswirkungen haben veränderte wirtschaftliche Rahmenbedingungen auf die Produktionsentscheidungen von Milchproduktionsbetrieben in der Talregion?
3. Wie verändert der Wechsel des Milchproduktionssystems die ökologischen Wirkungen eines Betriebes? Die vorliegenden Modellrechnungen sind Ergänzungen zu den Ergebnissen von Möhring et al. (2003); Zimmermann et al. (2003); Gazzarin et al. (2003) und Gazzarin und Schick (2004).

## Drei FAT-Berichte

In drei FAT-Berichten werden ausgewählte Ergebnisse des Projektes «Nachhaltige Milchproduktion» vorgestellt:

- Der FAT-Bericht Nr. 608 vergleicht die Wirtschaftlichkeit und die Arbeitsbelastung verschiedener Milchproduktionssysteme. Die Definition der Verfahren und die Variantenrechnungen erfolgten mit Hilfe eines Simulationsmodells.
- Der vorliegende FAT-Bericht Nr. 609 untersucht die gesamtbetrieblichen Anpassungsmassnahmen von Milchproduktionssystemen bei sich ändernden Rahmenbedingungen und zeigt dabei die wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen auf. Dazu wurde die Datengrundlage des Simulationsmodells in ein Optimierungsmodell übernommen.
- Der dritte FAT-Bericht Nr. 610 schliesslich beurteilt die Wirtschaftlichkeit, die Arbeitsbelastung und die Umweltwirkungen verschiedener Systeme gesamthaft mit einem Nachhaltigkeitsindex.

Methode mehrere relevante Umweltwirkungen. Dadurch können mögliche Verlagerungen von Belastungen auf vorgelagerte Produktionsstufen oder auf andere Umweltaspekte aufgezeigt werden. In diesem Bericht werden zwei wichtige Umweltwirkungen dargestellt: Energieverbrauch und Eutrophierung. Andere landwirtschaftstypische Umweltwirkungen (Biodiversität, Bodenfruchtbarkeit, Landschaftsbild) können nicht aufgezeigt werden, weil entsprechende Beurteilungsmethoden erst in Entwicklung sind.

### Beschreibung der Produktionssysteme

Da Milchproduktionssysteme im Allgemeinen durch viele Einflussfaktoren charakterisiert werden, ist eine grosse Anzahl von möglichen Systemkombinationen in der Praxis vorzufinden. Eine Abbildung aller möglichen Systemvarianten war im Modell nicht möglich. Deshalb wurden zuerst mit Hilfe von Simulationsrechnungen (Gazzarin et al. 2003; Gazzarin und Schick 2004) für die Praxis relevante Produktionssysteme bestimmt. Danach erfolgte unter dem Aspekt der Vergleichbarkeit eine weitere Selektion. Die in Tabelle 1 dargestellten Produktionssysteme werden in den folgenden Szenarienrechnungen verwendet.

Für die Silo- bzw. Nichtsilostandorte wurden je zwei Produktionssysteme definiert. Die Systeme der Nichtsilostandorte teilen sich auf in je ein System mit Anbinde- und Laufstallhaltung. Als Futterlager dient beiden Systemen hauptsächlich der Heustock, und die Sommerfütterungsration besteht vorwiegend aus Weidefutter und Frischgras. Die Silosysteme unterscheiden sich im Sommerfütterungstyp (Silage/Weide und Vollweide) und im Kuhtyp. Das Futter wird hauptsächlich im Flachsilo gelagert, ergänzend wird ein Teil der Silage in Form von Rundballen aufbewahrt. Allen betrachteten Systemen wird ein Verhältnis Tier : Fressplatz von 1 : 1 und ein mittlerer Mechanisierungsgrad unterstellt (Ziffern 1 und 2 in den Bezeichnungen der Systeme). Es besteht somit eine Eigenmechanisierung mit hoher Schlagkraft, wobei für die Verrichtung von Spezialarbeiten Lohnarbeit eingesetzt wird.

### Ausgestaltung der Szenarien

Bezugnehmend auf die in der Einleitung beschriebene Problematik wurden im Rahmen dieser Untersuchung folgende Szenarien formuliert:

#### Szenario 1: Aufhebung der Milchkontingentierung

Kostenfreie Erhöhung des Milchkontingents von 160 000 kg über 280 000 kg und 400 000 kg bis zur Kontingentsaufhebung. Der Milchpreis bleibt konstant bei Fr. 0.72 pro kg ECM in der Silozone bzw. Fr. 0.74 pro kg ECM in der Nichtsilozone. Ziel ist die Verdeutlichung der Kostendegression.

#### Szenario 2: Senkung des Milchpreises bei schrittweiser Flächenausdehnung

Für die Situation ohne Milchkontingentierung wird am Fallbeispiel des Produktionssystems L1F2\_6500vw von einem um 12 Rappen tieferen Milchpreis ausgegangen, die übrigen Produkt- und Produktionsmittelpreise bleiben unverändert. Dem Betrieb wird schrittweise die Möglichkeit gegeben, die Fläche durch zusätzliches Pachtland auszudehnen (Pachtzins: Fr. 650.-/ha für Grünland, Fr. 700.-/ha für Ackerland).

Es wurden folgende Grundannahmen getroffen:

- LN maximal 37 ha (Szenario 2: bis 49 ha)
- Dauergrünland ≥11 ha
- LN im Eigentum 17 ha

Tab. 1: Auswahl und Bezeichnung der untersuchten Produktionssysteme

Produktionssystem	Stalltyp	Futterlager	Kuhtyp	Sommerfütterung		
				Silage	Eingrasen	Weide
A1D2_8000ew	Anbindestall	Dürrfutter	Leistungstyp (8000 kg)		X	X
L1D2_8000ew	Laufstall	Dürrfutter	Leistungstyp (8000 kg)		X	X
L1F2_8000sw	Laufstall	Flachsilo	Leistungstyp (8000 kg)	X		X
L1F2_6500vw	Laufstall	Flachsilo	Weidetyp (6500 kg)			X

#### Umweltwirkung Energieverbrauch

Diese Umweltwirkung bezeichnet die Ausschöpfung nicht erneuerbarer Energieressourcen (Rohöl, Kohle, Erdgas, Uran). Sie beinhaltet den Primärenergie-Aufwand, der im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Energieträgern oder von anderen auf dem Landwirtschaftsbetrieb verwendeten Produktionsmitteln geleistet werden muss (zum Beispiel für die Gewinnung bzw. Produktion und den Transport von Düngemitteln).

Die Umweltwirkung Energieverbrauch ist ökologisch bedeutsam, weil die Vorkommen der nicht erneuerbaren Energieträger begrenzt sind und weil damit weitere wichtige Umweltwirkungen zusammenhängen (Luftverschmutzung, Klimaveränderung).

#### Umweltwirkung Eutrophierung

Eutrophierung ist die Nährstoffanreicherung in empfindlichen Ökosystemen wie Wälder und andere naturnahe Lebensräume. Die Eutrophierung wird vor allem durch landwirtschaftliche Phosphor- und Stickstoffemissionen verursacht, die anhand von naturwissenschaftlich begründeten Wirkungsfaktoren in eine gemeinsame Einheit umgerechnet werden (Phosphat-Äquivalente). Die in diesem Bericht betrachtete Gesamt-Eutrophierung setzt sich zusammen aus der Eutrophierung von Böden (zum Beispiel Deposition von Ammoniak und Stickoxiden), der Eutrophierung von Oberflächengewässern (zum Beispiel Phosphatabschwemmung) und den Nährstoffeinträgen ins Grundwasser (zum Beispiel Nitratauswaschung).

Die Eutrophierung verändert nährstoffarme Lebensräume (zum Beispiel Verdrängung von Pflanzenarten, die auf nährstoffarme Standorte angewiesen sind, Algenwachstum und Fischsterben in Seen).

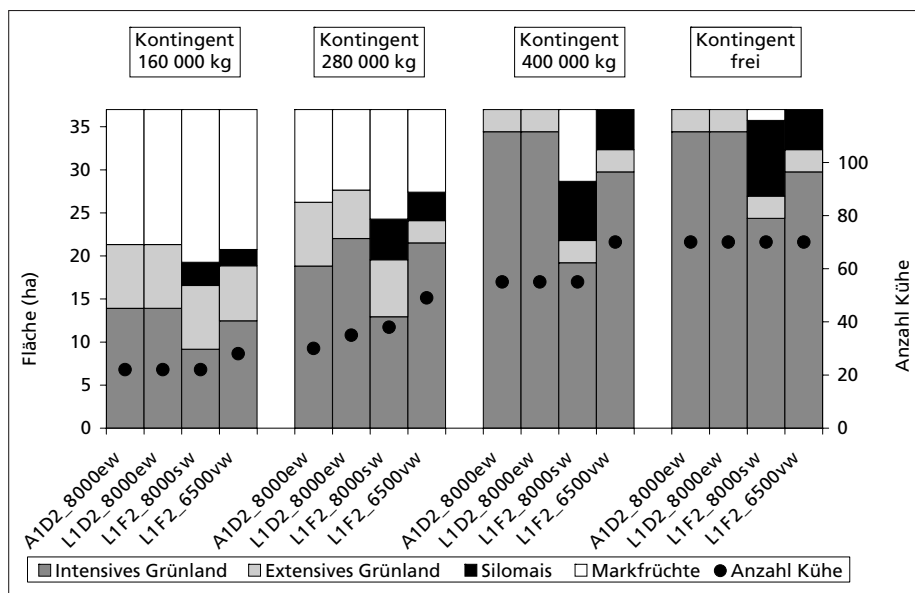


Abb. 2: Nutzung der Anbaufläche und Entwicklung der Bestandesgrösse, Szenario 1.

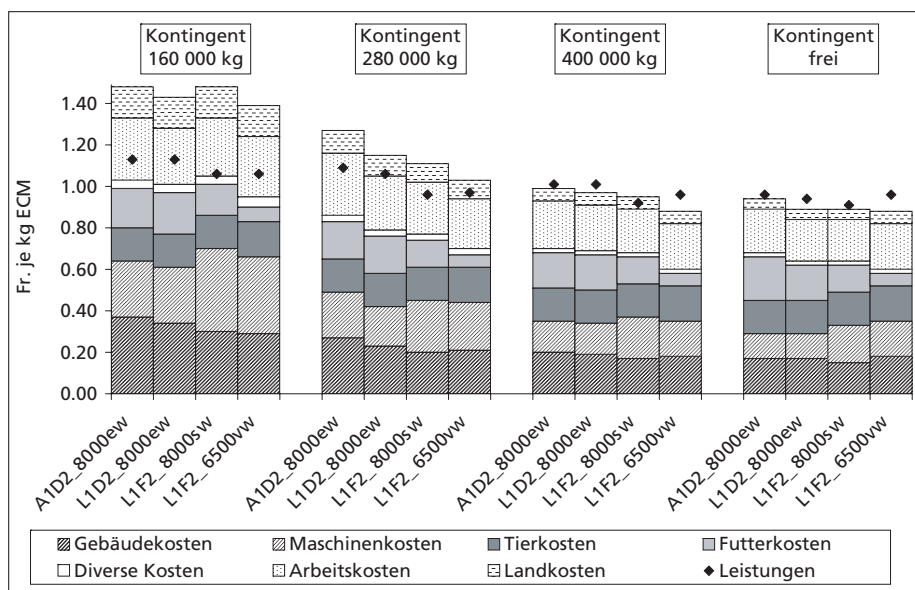


Abb. 3: Produktionskosten und Leistungen der Milchviehhaltung, Szenario 1.

zahlungen und der guten Verwertbarkeit des Aufwuchses in der Futterration der Galtkühe ist extensives Grünland eine lukrative Kultur und überschreitet – wenn der Bedarf an intensivem Futter gedeckt ist – die Minimalfläche von 7%. Die beiden Produktionssysteme mit Silagefütterung bauen zumindest auf einem Teil der Ackerfläche Silomais an. Dabei benötigt das intensive System L1F2\_8000s-w mit Silagefütterung im Sommer weniger Futterfläche als das extensive Vollweidesystem L1F2\_6500vw. Die nicht für die Futterproduktion benötigte Ackerfläche wird durch Marktfrüchte genutzt.

### Wirtschaftlichkeit: Leistungen und Kosten der Milchproduktion

Besonders deutlich treten die Unterschiede zwischen den Produktionssystemen beim Vergleich der Kosten und Leistungen zutage. Dazu wurden die Kosten und Leistungen des Betriebszweiges Milchviehhaltung – wie bei den Simulationsrechnungen von Gazzarin und Schick (2004) – separat ausgewiesen, das heisst abzüglich der Kosten und Leistungen des Marktfruchtbaus (die Aufteilung der Fixkosten erfolgte dabei aufgrund des physischen Bedarfs: die Gebäudekosten wurden vollständig der Milchviehhaltung zugeteilt, die fixen Maschinenkosten gemäss den beanspruchten Maschinenstunden). Ebenfalls wurden für den Einsatz der betriebseigenen Faktoren Arbeit, Fläche und Kapital Opportunitätskosten berücksichtigt (Arbeit: Fr. 24.-/Akh, Grün- bzw. Ackerland: Fr. 650.- bzw. Fr. 700.-/ha, Anlagevermögen ohne Land und Tiere: 4,5% Zinsanspruch).

In Abbildung 3 sind die verschiedenen Kostenpositionen dargestellt. In den Tierkosten sind die Remontierungs-, Tierarzt- und sonstigen tierbezogenen Kosten enthalten. Durchschnittlich fallen je kg ECM rund 16 Rappen dieser Kosten an. In den Futterkosten sind die Kosten für den Futteranbau und den Futterzukauf zusammengefasst. Hohe Futterkosten haben die Systeme mit einem hohen Kraftfuttereinsatz. Markante Unterschiede sind bei den Maschinenkosten erkennbar. Mit steigendem Milchkontingent wurde den einzelnen Produktionssystemen wegen der gleichbleibenden Flächenkapazität keine höhere Maschinenausstattung unterstellt, so dass ein deutlicher Degressionseffekt sichtbar wird. Bei den Silosystemen sind die Maschinenkosten höher als bei den Nichtsilosystemen und verdeutlichen somit den unterschiedlich hohen

## Resultate Szenario 1: Aufhebung der Milchkontingentierung

### Betriebsstruktur

Für die drei Produktionssysteme mit einer unterstellten Milchleistung von 8000 kg ergibt sich bei einem Milchkontingent von 160 000 kg ECM ein optimaler Kuhbestand von 22 Kühen, für das Vollweidesystem mit 6500 kg Milchleistung sind 28 Kühe nötig (Abb. 2). Mit zunehmendem Milchkontingent steigt die Zahl der Kühe an: Bei 280 000 kg ECM sind es im

Mittel 38 Kühe, bei 400 000 kg ECM 58 Kühe und bei einer Aufhebung der Kontingentierung halten alle Produktionssysteme 70 Kühe. Begrenzend auf die Bestandesgrösse wirkt dabei vor allem die betriebseigene Futterfläche. Da die Flächenkapazität konstant bleibt, kommt es zu einer Ausdehnung des Tierbestandes von durchschnittlich 0,6 GVE je ha LN bei einem Kontingent von 160 000 kg ECM auf rund 1,9 GVE je ha LN bei einer Aufhebung der Kontingentierung. Die extensive Grünlandfläche muss zusammen mit anderen Ausgleichsflächen (zum Beispiel Buntbrache) mindestens den vom ÖLN geforderten Anteil von 7% der LN erreichen. Aufgrund der Direkt-

Technikbedarf der einzelnen Produktionssysteme. Die Gebäudeausstattung wurde im Modell der Anzahl Stallplätze angepasst, wobei eine minimale Stallgröße von 30 Plätzen verlangt wurde, so dass die Betriebe mit dem tiefsten Milchkontingent einige freie Plätze aufweisen. Wiederum zeigt sich ein Degressionseffekt mit zunehmender Milchmenge. Die Produktionskosten betragen unter den getroffenen Annahmen bei einem Kontingent von 160 000 kg ECM durchschnittlich Fr 1.45 je kg ECM und können bei einer Aufhebung der Kontingentierung auf durchschnittlich Fr. 0.90 je kg ECM reduziert werden. In Abbildung 3 ist zudem ersichtlich, in welchem Umfang die im Betriebszweig

Milchviehhaltung erzielten Leistungen zur Kostendeckung beitragen, wobei in den Leistungen neben dem Milcherlös auch verkaufte Kälber und Kühe sowie Direktzahlungen enthalten sind. Bei einer Kontingentshöhe von 160 000 kg ECM erzielt keines der Produktionssysteme kostendeckende Leistungen. Die Verluste schwanken zwischen 33 Rappen im System L1F2\_6500vw und 43 Rappen je kg ECM im System L1F2\_8000sw. Die Sommersilagevariante erleidet aufgrund der hohen Technikkosten und des höheren Arbeitszeitbedarfs den grössten Verlust. Mit zunehmendem Milchkontingent steigt der Kostendeckungsgrad je kg ECM. Bei einer Kontingentshöhe von 400 000 kg ECM verzeichnen fast alle

Produktionssysteme einen Gewinn. Das Produktionssystem L1F2\_8000sw produziert als einziges noch nicht kostendeckend. Wird die Kontingentierung gänzlich aufgehoben, kommt die Kostendegression vollständig zum Tragen und alle Produktionssysteme erzielen einen Gewinn zwischen zwei und fünf Rappen je kg ECM. Am besten schneidet das extensive Vollweidesystem ab.

### Umweltwirkungen: Energieverbrauch und Eutrophierung

In Abbildung 4 ist für die verschiedenen Systeme der mit der Milchproduktion verbundene Verbrauch nichterneuerbarer Energien dargestellt, unterteilt nach den bestimmenden Produktionsmitteln. Der Energieverbrauch, bezogen auf 1 kg verkaufte Milch, beträgt im Mittel 4,3 MJ. Wenn dieser Wert allein durch den Dieselverbrauch auf dem Betrieb verursacht würde, entspräche dies 0,1 Liter Diesel für die Produktion von 1 kg Milch. In Wirklichkeit tragen aber weitere Energieträger wie Elektrizität zu dieser Umweltwirkung bei, und der grösste Teil wird nicht direkt auf dem Betrieb, sondern bei der Bereitstellung der Produktionsmittel verbraucht.

Den vergleichsweise tiefsten Energieverbrauch erreicht das Vollweidesystem mit 6500 kg Milchleistung (L1F2\_6500vw). Der Unterschied zu den Systemen mit höherer Milchleistung ist vor allem auf den geringeren Kraftfutterverbrauch zurückzuführen. Die Systeme mit Silagefütterung schneiden trotz des höheren Energieverbrauchs der Gebäude (Beton und Abdeckfolie für Flachsilos) und der Maschinen besser ab als jene mit Belüftungsheu, die einen höheren Kraftfutterverbrauch und insbesondere einen höheren Stromverbrauch aufweisen.

Mit zunehmendem Milchkontingent führt unter anderem die bessere Auslastung des Maschinenparks zu einem leicht sinkenden Energieverbrauch pro kg Milch. Andere Produktionsmittel wie zum Beispiel die benötigten Aufzuchttiere verändern sich linear mit der Kuhzahl und bleiben somit – bei konstanter Milchleistung – je kg Milch unverändert.

Abbildung 5 zeigt den Einfluss der Milchproduktionssysteme auf die Umweltwirkung Eutrophierung. Diese Umweltwirkung wird zwar in PO<sub>4</sub>-Äquivalenten angegeben, im Falle der Milchproduktion handelt es sich aber vorwiegend um die Auswirkungen von Stickstoff-Emissionen. Die Eutrophierung pro kg Milch

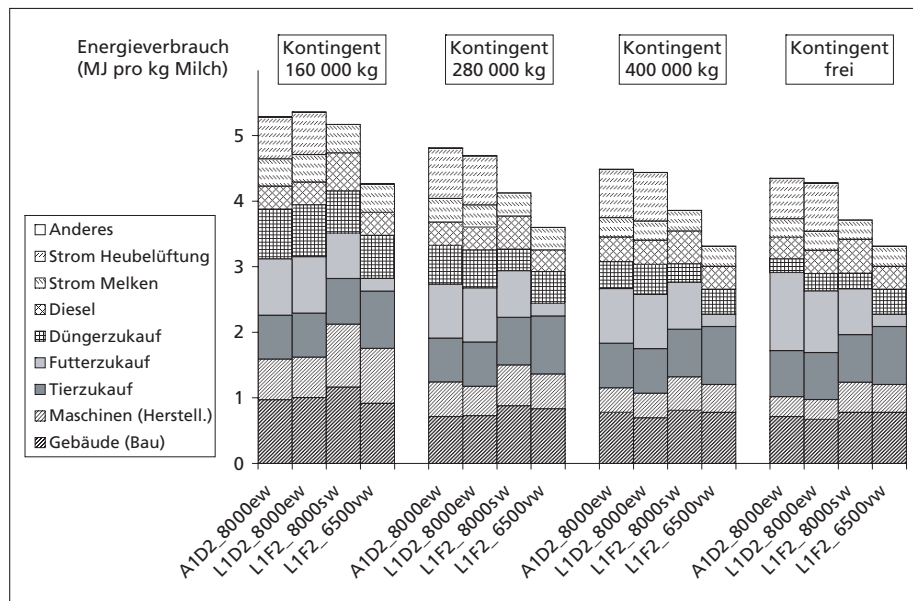


Abb. 4: Umweltwirkung Energieverbrauch, Szenario 1.

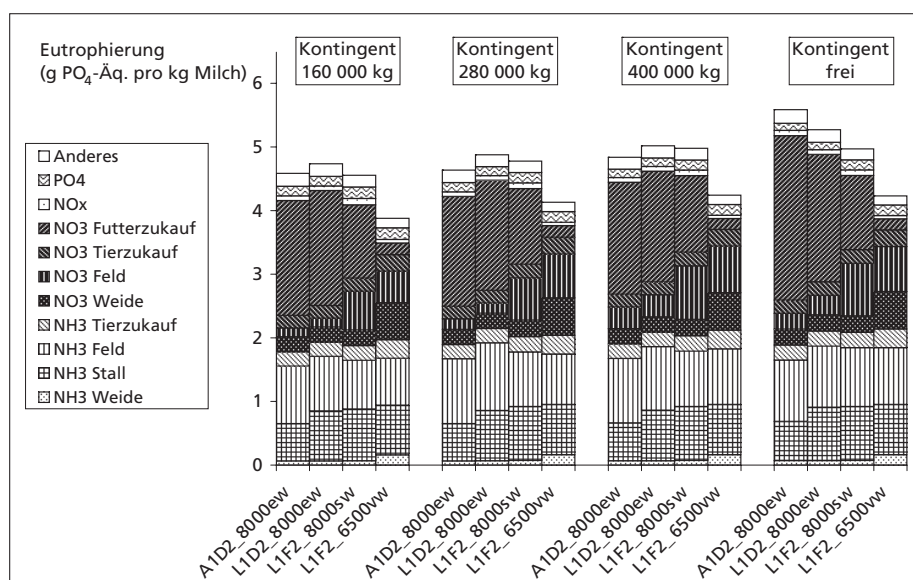


Abb. 5: Umweltwirkung Eutrophierung, Szenario 1.

beträgt im Mittel 4,7 g PO<sub>4</sub>-Äquivalente, dies entspricht einem Stickstoff-Verlust von 11 g N bzw. einem theoretischen Einsparungspotenzial von fast zwei Rappen pro kg Milch. Dabei handelt es sich aber um teilweise nicht vermeidbare Ammoniak- und Nitrat-Emissionen. Wiederum schneidet das Vollweidesystem mit 6500 kg Milchleistung am besten ab. Der geringere Kraftfutterverbrauch senkt die Nitratemissionen, die beim Anbau von Ackerkulturen entstehen. Den bei Weidehaltung zwar erhöhten Nitratemissionen stehen geringere Ammoniakemissionen aus der Hofdüngerausbringung gegenüber, wobei aber die ökonomische Optimierung der Modellbetriebe dazu führte, dass der grössere Mineraldüngerbedarf der Weide mit Harnstoff gedeckt wurde, der höhere Ammoniakemissionen als andere Mineraldünger verursacht. Die Eutrophierung ist bei Systemen mit Heu- und Silageproduktion etwa gleich hoch, die höheren Nitratemissionen des Maisanbaus werden durch den geringeren Kraftfutterbedarf kompensiert. Die Eutrophierung pro kg Milch verändert sich mit zunehmendem Milchkontingent kaum, sofern der Kraftfutteranteil der Ration nicht erhöht wird.

**Resultate Szenario 2:  
Senkung des Milchpreises  
bei schrittweiser  
Flächenausdehnung**

Das im Vergleich mit den anderen Produktionssystemen kostengünstigste Vollweidesystem L1F2\_6500vw wurde im Sinne eines Fallbeispiels unter einem zweiten Szenario untersucht. Ausgehend von der Variante ohne Milchkontingentierung wurde der Milchpreis um 12 Rappen auf 60 Rappen je kg ECM gesenkt und die LN schrittweise von 37 ha auf 49 ha erhöht.

**Betriebsstruktur**

Mit der Milchpreissenkung reduziert der Betrieb die Milchproduktion und baut stattdessen Marktfrüchte an (Abb. 6). Wegen fehlender Alternativen im Modell bleibt die Milchviehhaltung der bedeutendste Betriebszweig, obwohl die Kosten je kg ECM mit der Bestandesreduktion ansteigen. Erst mit der Erhöhung der Flächenkapazität wird die Milchviehhaltung wieder ausgedehnt: Beim Schritt von 43 auf 45 ha lohnt sich

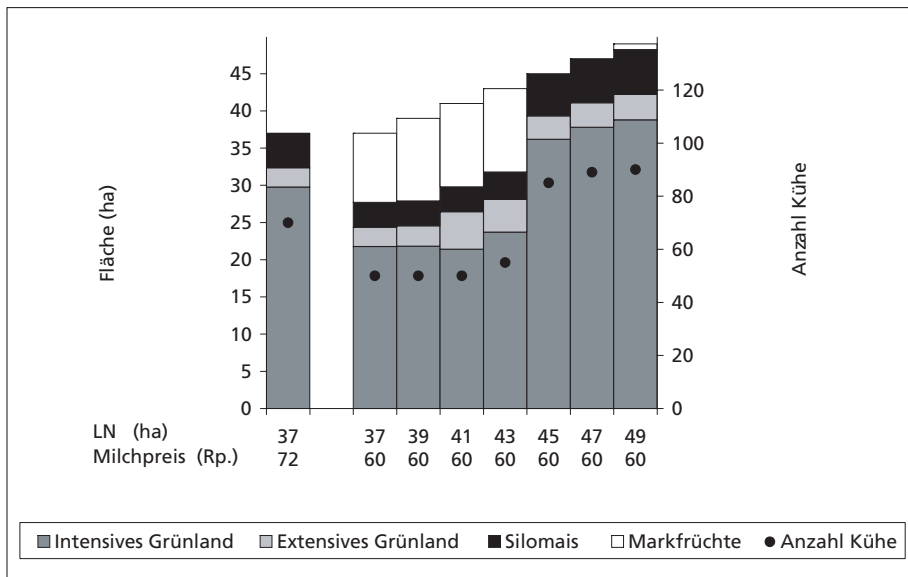


Abb. 6: Nutzung der Anbaufläche und Entwicklung der Bestandesgrösse, Szenario 2 (Produktionssystem L1F2\_6500vw).

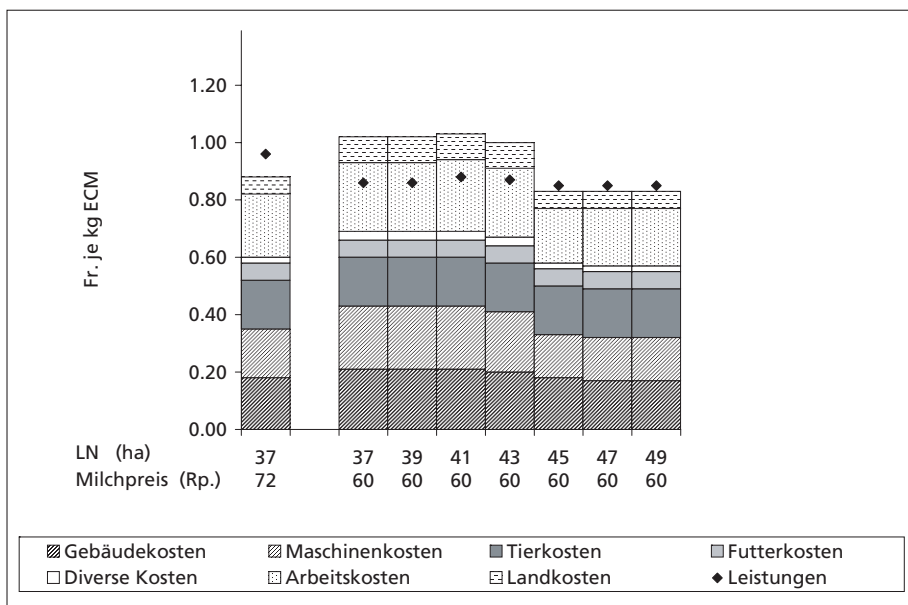


Abb. 7: Produktionskosten und Leistungen der Milchviehhaltung, Szenario 2 (Produktionssystem L1F2\_6500vw).

die Anstellung einer zusätzlichen Arbeitskraft, die Anzahl Kühe steigt von 55 auf 85 Tiere.

**Wirtschaftlichkeit:  
Leistungen und Kosten  
der Milchproduktion**

Infolge des tieferen Milcherlöses (60 Rappen je kg ECM) und den mit der Bestandesreduktion ansteigenden Kosten je kg ECM produziert der Betrieb in der Ausgangssituation nicht mehr kostendeckend (Abb. 7). Mit der deutlichen Ver-

größerung des Kuhbestandes führt die Kostendegression (zum Beispiel durch die bessere Auslastung des Futterbau-Maschinenparks) wieder zu einem knappen Gewinn von einem Rappen je kg ECM.

**Umweltwirkungen:  
Energieverbrauch und  
Eutrophierung**

In den Abbildungen 8 und 9 sind die Entwicklungen des Energieverbrauchs bzw. der Eutrophierung während der schritt-

weisen Flächenausdehnung aufgeführt. Die deutliche Erhöhung des Kuhbestandes beim Schritt auf 45 ha führt infolge der besseren Auslastung zu einem leicht tieferen Energieverbrauch pro kg Milch, dagegen bleibt die Eutrophierung fast unverändert.

### Schlussfolgerungen

Aufgrund der Resultate können die Produktionssysteme hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit bewertet werden. Gültigkeit besteht jedoch nur für die festgelegten Rahmenbedingungen. Für weitere Aussagen über eine möglichst kostengünstige Milchviehhaltung muss das Modell um die Betriebszweige Aufzucht und Mast erweitert werden. Ebenfalls wären die regionalen Unterschiede (Tal-/Bergregion) zu berücksichtigen. Folgende Aussagen sind jedoch verallgemeinerbar:

1. Mit zusätzlichem, kostenlos verfügbarem Milchkontingent steigt aufgrund der Kostendegression bei allen vier untersuchten Produktionssystemen der erwirtschaftete Gewinn an.
2. Den höchsten Gewinn erzielt das extensive Produktionssystem mit Vollweide in der Silozone (L1F2\_6500vw). Voraussetzung für die Effizienz des Vollweidesystems sind gut arrondierte Flächen. Bei einer Ausdehnung der Weidefläche nimmt der Arbeitsaufwand verhältnismässig stark zu, was eine neuerliche Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Vollweidesystemen notwendig machen würde.
3. Aufgrund des höheren Milchpreises erzielt das Produktionssystem mit Dürrfutterproduktion (L1D2\_8000ew) einen höheren Gewinn als das entsprechende System in der Silozone (L1F2\_8000sw). Auch ist die Laufstallhaltung des Systems aufgrund der tieferen Arbeitskosten bereits bei einem Kontingent von 160 000 kg wirtschaftlicher als die Anbindehaltung.
4. Das System mit Silagefütterung im Sommer (L1F2\_8000sw) erzielt bei kleinem Milchkontingent den vergleichsweise tiefsten Gewinn, was auf die hohe Technik- und Gebäudeausstattung bzw. den damit verbundenen hohen Kapitalbedarf zurückzuführen ist. Mit zusätzlicher Flächenbewirtschaftung und einer Ausdehnung der Milchmenge würde jedoch die Effizienz des Technikeinsatzes weiter zunehmen und eine Steigerung der

Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem Frischgras- und Vollweidesystem wäre absehbar.

Die Resultate des wirtschaftlichen Vergleichs der Produktionssysteme decken sich mit den Ergebnissen des FAT-Berichtes Nr. 608 (Vollweide vorteilhafter als Stallfütterung, Dürrfuttersysteme vorteilhafter als Systeme an Silostandorten).

5. Bei einem Absinken des Milchpreises um 16 % auf 60 Rappen geht der Gewinn deutlich zurück. Die erzielte Leistung aus der Milchproduktion unterschreitet die Produktionskosten deutlich. Es findet eine Verlagerung der Produktionsstrukturen zu alternativen Betriebszweigen statt. In den vorliegenden Modellrechnungen äus-

sert sich dies durch eine Verminderung des Grünlandes zugunsten eines vermehrten Anbaus von Ackerfrüchten.

6. Die Milchproduktion wird bei sinkendem Milchpreis erst wieder lohnend, wenn der Betrieb durch eine Erhöhung der Futterfläche sowie des Kuhbestandes die Kostendegression optimal ausnutzen kann.
7. Die im Modell unterstellten Kosten sind relativ hoch angesetzt (Normzahlen aus Preiskatalogen). In der Praxis dürfte durchaus noch Kostensenkungspotenzial vorhanden sein (zum Beispiel bei einem Stallneubau Verwendung von günstigeren Materialien, Eigenleistungen bei Bauten und Reparaturen usw.).
8. Die Umweltwirkungen Energiever-

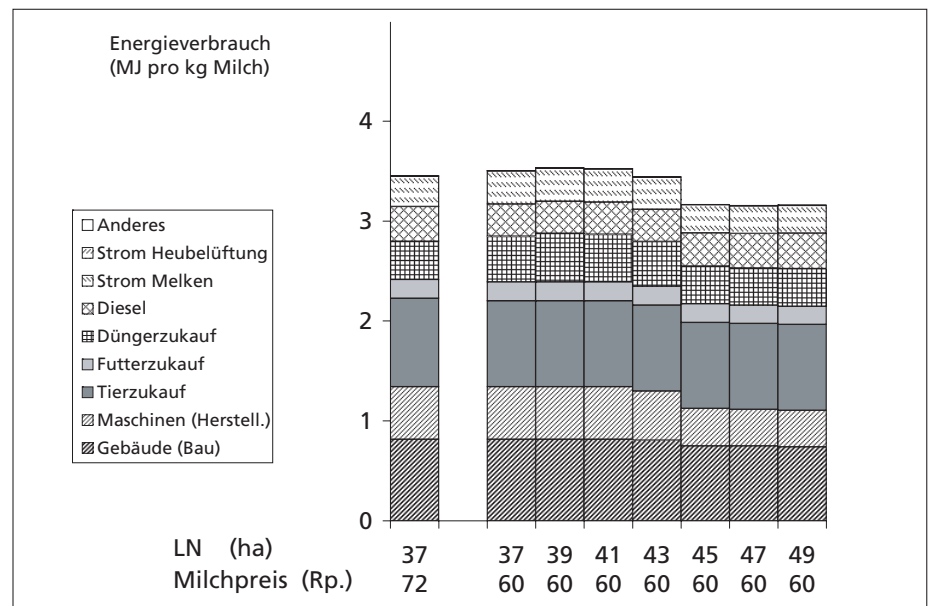


Abb. 8: Umweltwirkung Energieverbrauch, Szenario 2 (Produktionssystem L1F2\_6500vw).

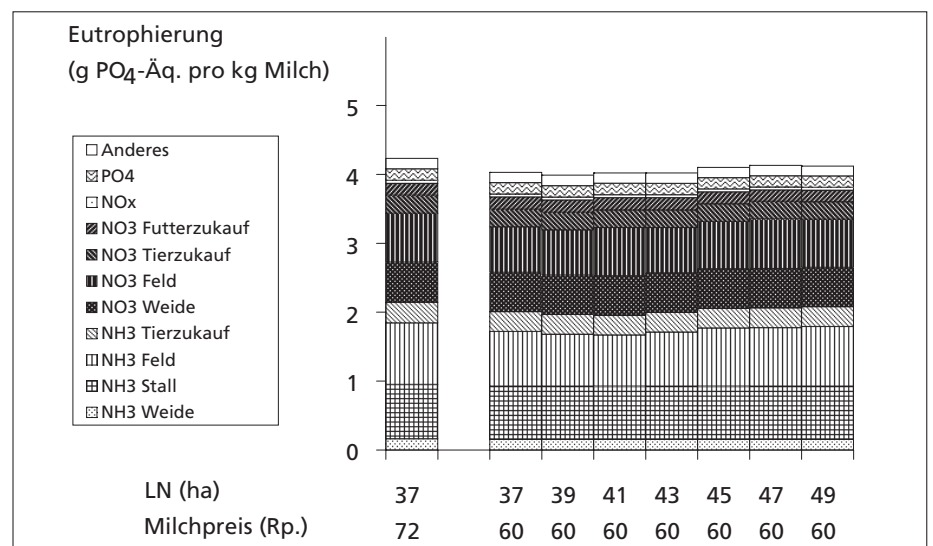


Abb. 9: Umweltwirkung Eutrophierung, Szenario 2 (Produktionssystem L1F2\_6500vw).

brauch und Eutrophierung verbessern sich vor allem bei einer Erhöhung des Grundfutter-Anteils in der Ration. Der Energieverbrauch sinkt ebenfalls bei vermehrter Weidehaltung und bei Fütterung mit Silage statt Belüftungsheu. Wie bei den wirtschaftlichen Ergebnissen ist somit auch bei den Umweltwirkungen die Weidehaltung vorteilhaft, besonders wenn sie mit einer auf Grundfutter ausgerichteten Fütterung verbunden ist. Dagegen ist eine aus Sicht der Umweltwirkungen begrüssenswerte Einschränkung des Kraftfutterverbrauchs wirtschaftlich von Nachteil, wenn gleichzeitig die Milchleistung zurückgeht (vgl. Gazzarin und Schick 2004). Ebenfalls eine unterschiedliche Beurteilung ergibt sich für den Vergleich zwischen Silage und Belüftungsheu: Die Systeme mit Silagefütterung verzeichnen einen tieferen Energieverbrauch, während die entsprechenden Dürrfuttersysteme ein besseres wirtschaftliches Ergebnis erzielen.

### Literatur

Gazzarin Ch., Möhring A. und Pfefferli S., 2003. Projekt „Nachhaltige Milchproduktion“: Stand des Projektes, Beschreibung der Produktionssysteme, erste Ergebnisse. Informationstagung Agrarökonomie, 18.09.2003, FAT Tänikon.

Gazzarin Ch. und Schick M., 2004. Milchproduktionssysteme für die Talregion. Vergleich von Wirtschaftlichkeit und Arbeitsbelastung. FAT-Berichte Nr. 608.

Gazzarin Ch., Erzinger S., Friedli K., Mann S., Möhring A., Schick M. und Pfefferli S., 2004. Milchproduktionssysteme für die Talregion. Bewertung mit Nachhaltigkeitsindex. FAT-Berichte Nr. 610.

Möhring A., Gerwig C., Zimmermann A., Peter S., Gazzarin Ch. und Müller S., 2003. Projekt «Nachhaltige Milchproduktion»: Betriebswirtschaftliche Aspekte unterschiedlicher Milchproduktions-

systeme. Informationstagung Agrarökonomie, 18.09.2003, FAT Tänikon.

Möhring A., Gerwig C., Zimmermann A. und Hürlimann T., 2004. Landwirtschaftliches Betriebsoptimierungsmodell der Schweiz (Farm Model of Switzerland, FARMO). Modelldokumentation. Internes Arbeitspapier. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, FAT Tänikon, und ETH Zürich, Institut für Agrarwirtschaft.

Nemecek T., 2003. SALCA-Templates. Swiss Agricultural Life Cycle Assessment Database, Beschreibung der Mustersysteme „SALCA-Betrieb“ und „SALCA-Kultur“, Version 1.31, August 2003. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Zürich-Reckenholz.

Zimmermann A., Erzinger S., Möhring A. und Dux D., 2003. Projekt «Nachhaltige Milchproduktion»: Ökologische Aspekte unterschiedlicher Milchproduktionssysteme. Informationstagung Agrarökonomie, 18.09.2003, FAT Tänikon.

### Anhang

#### Beschreibung der einzelnen Teilmodelle des Betriebsmodells

Teilmodell	Wichtige Elemente	Beschreibung
Fläche	Flächenrestriktionen, Fruchtfolgerestriktionen, Zu- und Verpacht	Das Teilmodell Fläche stellt sicher, dass nicht mehr Fläche genutzt wird, als auf dem Betrieb verfügbar ist. Fruchtfolgerestriktionen werden eingehalten und gemäss ÖLN müssen auf der LN mindestens 7 % ökologische Ausgleichsflächen angelegt werden. Bei kontingentierten Marktfrüchten wird die Einhaltung der Kontingentsmenge sichergestellt. Anstatt das Land zu bewirtschaften, besteht die Möglichkeit, nicht bewirtschaftetes Land zu verpachten oder die eigene Fläche durch zugepachtetes Land zu erweitern.
Herde	Kuhtyp, Laktation, Fruchtbarkeit, Nutzungsdauer, Abkalbeverteilung, usw.	Im Teilmodell Herde ist die Zusammensetzung der Herde bezüglich Laktationsstadien abgebildet. Weitere, nach Kuhtyp differenzierte tierphysiologische Parameter wie Nutzungsdauer, Lebendgewicht, Geburten- und Überlebensrate, Gesundheit und Fruchtbarkeit mit ihren Auswirkungen auf die Milchleistung sind hier definiert.
Milch	Milchleistung, Milchkontingent	In diesem Teilmodell wird die Milchleistung auf der Basis einer 305-Tage Standardlaktation plus 55 Tage Galtzeit berechnet. In der Realität kann aber die Laktation länger dauern, zum Beispiel bei Hochleistungskühen. In diesen Fällen muss mit einer längeren Zwischenkalbezeit und einer kleineren Anzahl Kälber pro Jahr sowie einer geringeren verkauften Jahresmilchmenge gerechnet werden. Diese Korrektur wurde im Modell berücksichtigt. Die Milchleistung beeinflusst im weiteren verschiedene Kosten (zum Beispiel Tierarztkosten) und die Arbeitszeit je Tier. Die 305-Tage-Milchleistung wird im Teilmodell Futterbilanz zur Berechnung des Nährstoffbedarfs in den verschiedenen Laktationsstadien verwendet. Ergänzend schränkt das Teilmodell Milch die maximal auf dem Betrieb zu erzeugende Milchmenge ein (Milchkontingentierung).



Teilmodell	Wichtige Elemente	Beschreibung
Futterbilanz	Futternährstoffbedarf, Futterangebot anhand Futteraufwuchskurve, Futterzukauf und -verkauf	Das Modell passt die Futterrations dem Nährstoffbedarf der Milchkühe an. In Abhängigkeit der Anbauintensität der Grünlandkulturen berechnet das Modell anhand einer Aufwuchskurve das Futterangebot je Kalenderwoche. Das Modell entscheidet, welche Produkte (Weide, Bodenheu, Belüftungsheu, usw.) bei den einzelnen Nutzungen produziert werden. Dabei bestimmt das vom Modell gewählte Produktionssystem bzw. der Sommerfütterungstyp die erlaubten Futtermittel und ihre Anteile in der Ration. Ergänzend ermittelt das Modell die notwendige Menge an zuzufütterndem Kraftfutter.
Düngung	Suissebilanz, Nährstoffbilanz je Kultur, Hofdüngerbilanz	Im Teilmodell Düngung wird der Nährstoffbedarf der Pflanzen dem Nährstoffanfall in der Tierhaltung gegenübergestellt. Eine Unterdeckung muss mit Kunstdüngern ausgeglichen werden. In Abhängigkeit der Kulturen wurden optimale Zeitpunkte für die Düngerausbringung definiert. Der Nährstoffanfall darf die Beschränkungen gemäss Suissebilanz nicht überschreiten.
Arbeitsbilanz	Arbeitsangebot, Arbeitsbedarf, Arbeitsbilanzen je Jahr, je Wochentag, je Feldarbeitstag	Im Teilmodell Arbeitsbilanz werden Arbeitsbedarf und Arbeitsangebot je Feldarbeitstag, je Kalenderwoche und je Jahr bilanziert. Dabei können gewisse Arbeiten nur an Feldarbeitstagen verrichtet werden. Zusätzlich dürfen bestimmte Tätigkeiten nur von qualifizierten Arbeitskräften (Betriebsleiter oder Angestellter) durchgeführt werden. Für den Betriebsleiter gibt es unter bestimmten Bedingungen die Möglichkeit, einem Nebenerwerb nachzugehen.
Technik	Stalltypen, Bestandesgrößen, Futterlager, Futtervorlage, Sommerfütterung, Mechanisierung	Zur Unterscheidung von Produktionssystemen war es notwendig, verschiedene Kombinationen von charakteristischen Faktoren der technischen Ausstattung auf dem Betrieb abzubilden. Die Anzahl der auf dem Betrieb zur Verfügung stehenden Stallplätze wird in Abhängigkeit der optimierten Anzahl Tiere ermittelt. Alle verwendeten Input-/Outputkoeffizienten, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der Stallgrösse stehen, liegen interpoliert für jeweils fünf Stallplätze im Bereich von 30 bis 100 Kühen vor.
Umwelt	Ökobilanz, indirekte Emissionen, direkte Emissionen, Umweltwirkungen	Für die in den übrigen Teilmodellen formulierten Aktivitäten werden die direkten Emissionen auf Hof und Feld und die indirekten Emissionen der Produktionsmittelbereitstellung ermittelt. Es erfolgt eine Zuordnung der Emissionen zu den verkauften Produkten, im Falle von Koppelprodukten (zum Beispiel Milch/abgehende Kühe) mittels ökonomischer Allokation. Die Emissionen werden zu bestimmten, relevanten Umweltwirkungen zusammengefasst. Datengrundlage ist die Ökobilanz-Datenbank SALCA (Nemecek 2003). Die indirekten Emissionen der Infrastruktur (Gebäude und Maschinen) werden vereinfachend ermittelt, unter Berücksichtigung der Gebäudeart und -grösse bzw. der fixen und variablen Maschinenkosten.
Zielfunktion	Einkommensmaximierung	Die Zielfunktion maximiert das Einkommen der Betriebsleiterfamilie. Dabei werden sowohl die Leistungen sowie Sach- und Fremdkosten aller Produktionsverfahren des Betriebes und das Einkommen aus dem Nebenerwerb berücksichtigt. Opportunitätskosten für die familieneigene Arbeit und das eigene Land fließen nur teilweise in die Zielfunktion mit ein (Lohn Nebenerwerb, Pachtzins). Für den Vergleich der Modelllösungen wurden die vollständigen Opportunitätskosten nachträglich berechnet. Opportunitätskosten sind entgangene Erlöse aus betriebseigenen knappen Produktionsfaktoren, die der Landwirt erzielen könnte, wenn er diese in einem anderen Betriebszweig oder gar ausserhalb des Betriebes einsetzen würde. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Opportunitätskosten im Einzelfall entscheidend davon abhängen, welche Handlungsalternativen sich dem Landwirt bieten. Diese Auswertung im Anschluss an Optimierungsrechnungen ist nur dann sinnvoll, wenn das Modell, wie im vorliegenden Fall, mögliche Produktionsalternativen nicht oder nur ungenügend abbildet.





Die FAT-Berichte erscheinen in zirka 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 50.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: FAT, CH-8356 Tänikon. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: [doku@fat.admin.ch](mailto:doku@fat.admin.ch) – Internet: <http://www.fat.ch> – Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich. – ISSN 1018-502X.