

## Milchproduktionssysteme für die Talregion

### Bewertung mit einem Nachhaltigkeitsindex

Christian Gazzarin, Stefan Erzinger, Katharina Friedli, Stefan Mann, Anke Möhring, Matthias Schick und Stephan Pfefferli, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen

Ziel des FAT-Projektes «Nachhaltige Milchproduktion» war die Ermittlung von längerfristig erfolgreichen und damit nachhaltigen Milchproduktionssystemen. Die vorliegenden Ergebnisse stellen einen Versuch dar, die Nachhaltigkeit von Milchproduktionssystemen umfassend zu bewerten. Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökonomie, Soziales und Ökologie/Tierwohl – entsprechen den Zielen einer wettbewerbsfähigen, attraktiven und gesellschaftlich akzeptierten Milchproduktion. Nach dem Grundsatz einer gleichwertigen Gewichtung aller drei Dimensionen wurden die Indikatoren

in einem Nachhaltigkeitsindex zusammengefasst. So lassen sich verschiedene Produktionssysteme vergleichen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Nachhaltigkeitsindex mit zunehmender Produktionsmenge steigt. Systeme in der Talregion mit Produktionsmengen von unter 200 000 kg sind gemessen am Nachhaltigkeitsindex als nicht nachhaltig zu beurteilen.

Im Vergleich zwischen den verschiedenen Systemen zeigt sich bei allen Szenarien, dass unter schweizerischen Bedingungen die Vollweidesysteme nachhaltiger als Systeme mit einem hohen Anteil an Stallfütte-

rung sind. Das System mit Ganzjahressilage zeichnet sich zwar durch eine hohe Produktivität aus, hat jedoch im Vergleich zu den Vollweidesystemen eine niedrige Arbeitsverwertung und eine hohe Arbeitsbelastung. Systeme mit einem hohen Stallfütterungsanteil müssen ihren Nachteil folglich mit höheren Produktionsmengen ausgleichen, um den gleichen Nachhaltigkeitsgrad zu erreichen. Alle Laufstallsysteme sind bei den untersuchten Bestandesgrößen in jeder Dimension dem Anbindestall überlegen.

Im Allgemeinen haben Produktionssysteme, die mit einem hohen Weideanteil hohe Tierleistungen erreichen und zudem noch Selbstfütterungstechniken ausnutzen, den höchsten Nachhaltigkeitsindex. Solche Systeme stellen aber auch die höchsten Anforderungen an das Management des Betriebes.



Abb. 1: Im Nachhaltigkeitsindex werden auch nichtökonomische Zielgrößen aus der sozialen und ökologisch-ethischen Dimension berücksichtigt.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Herleitung der Indikatoren	2
Dimension Ökonomie	2
Dimension Soziales	3
Dimension Ökologie/Tierwohl	4
Gewichtung und Zusammenfassung der Indikatoren	5
Ergebnisse und Interpretation	6
Schlussfolgerungen	7
Literatur	8

### Problemstellung

Wie in der allgemeinen Volkswirtschaft ist auch in der schweizerischen Landwirtschaft die Nachhaltigkeit zu einem wichtigen Leitbegriff geworden. Während über die Grundsatzdefinition einer nachhaltigen Entwicklung oft Einigkeit herrscht, sind die unterschiedlichen Ansichten über den Weg, die teilweise auftretenden Zielkonflikte sowie die Bewertung der Nachhaltigkeit weit problematischer. Das FAT-Projekt «Nachhaltige Milchproduktion» stellte sich folgende Frage: Welche Milchproduktionssysteme lassen eine Aufrechterhaltung der Produktion während der nächsten 30 Jahre als wahrscheinlich erscheinen? In bisherigen Vergleichen von Milchproduktionssystemen standen meistens die Produktionskosten im Vordergrund. Diese sind aber keine hinreichende Kenngrösse, um unter schweizerischen Bedingungen nachhaltig Milch zu produzieren. Wegen der multifunktionalen Bedeutung der Milchproduktion erfordert die Identifikation von langfristig erfolgreichen Milchproduktionssystemen vielmehr eine ganzheitliche Betrachtung, die soziale, ethische und ökologische Aspekte in die Bewertung mit einbezieht. Die vorliegenden Ergebnisse sind ein Versuch, diesem anspruchsvollen Ziel näher zu kommen. Wie nachfolgend dargelegt, erfolgt die Beurteilung der Nachhaltigkeit auf der betrieblichen Ebene, wobei die Zielgrössen spezifisch auf die Milchproduktion ausgerichtet sind. Dementsprechend erfolgt die Auswahl der Indikatoren. Deren Gewichtung und Gesamtbewertung lehnen sich an die allgemein anerkannten Grundsätze der Nachhaltigkeit an. Die vorgestellten Ergebnisse haben jeweils für das Produktionssystem Milch ihre Gültigkeit und umfassen nicht den Gesamtbetrieb.

### Abkürzungen / Begriffe

- AKh Arbeitskraftstunde
- BTS Besonders tierfreundliche Stallhaltung
- ECM Energiekorrigierte Milch
- ha Hektare
- IFCN International Farm Comparison Network
- LG Lebendgewicht
- LN Landwirtschaftliche Nutzfläche

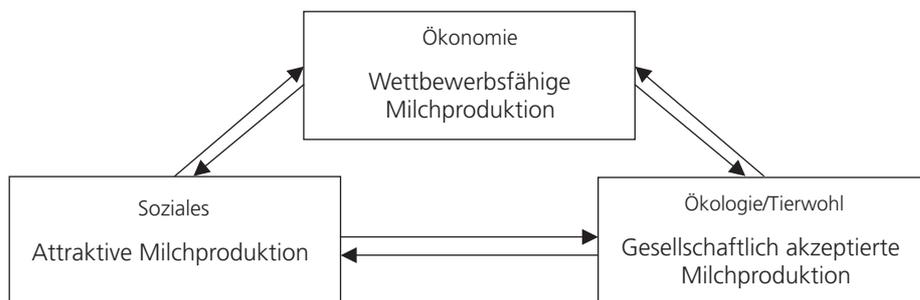


Abb. 2: Magisches Dreieck der Nachhaltigkeit auf Betriebsebene.

- MJ<sub>äq</sub> Megajoule-Äquivalent
- NHI Nachhaltigkeitsindex
- ÖLN Ökologischer Leistungsnachweis
- PO<sub>4 äq</sub> Phosphat-Äquivalent
- RAUS Regelmässiger Auslauf von Nutztieren im Freien
- t Tonnen
- TS Trockensubstanz
- Zn<sub>äq</sub> Zink-Äquivalent

### Herleitung der Indikatoren

Die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung sind äusserst anspruchsvoll. Für die Zielerreichung und Zielüberprüfung sind geeignete Messgrössen bzw. Indikatoren notwendig, mit denen die nachhaltige Entwicklung quantifiziert werden kann. Hierzu werden die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit «Ökonomie», «Soziales» und «Ökologie/Tierwohl» gemäss Abbildung 2 gleichwertig berücksichtigt (Allen 1991; Paschen 2000). Die Herleitung und Gewichtung der Indikatoren stützen sich auf die agrarpolitischen Rahmenbedingungen der Schweiz. Die Auswahl der Indikatoren erfolgte nach Prüfung diverser Kriterien

wie Messbarkeit, Möglichkeit der Aggregation, Interpretationsfähigkeit unter anderem (Christen und O'Halloran-Wietholtz 2002). Nach Christen und O'Halloran-Wietholtz (2002) ist der Betrieb die kleinste Einheit, in der sich Nachhaltigkeit sinnvoll bewerten lässt. Hierfür wurden bereits diverse Indikatorensysteme entwickelt (Kessler 2000, Neher 1992). Vielen ist gemeinsam, dass der Schwerpunkt sehr stark auf die Beurteilung der Emissionen und den Zustand der biotischen und abiotischen Ressourcen gelegt wird. Ökonomische und soziale Aspekte der Nachhaltigkeit sowie auch das Tierwohl werden weniger oder gar nicht dargestellt. Eine Ausnahme stellt die neu in Frankreich konzipierte «méthode IDEA» (Vilain et al. 2003) dar, mit der sich die Nachhaltigkeit auf Landwirtschaftsbetrieben gesamthaft bewerten lässt.

### Dimension Ökonomie

Indikatoren der Ökonomie bewerten in erster Linie die Effizienz und damit indirekt die Wettbewerbsfähigkeit eines Produktionssystems. Nach Alvensleben

Tab. 1: Bezeichnung und Charakterisierung der untersuchten Produktionssysteme\*

A1D2_8000ew	A = Anbindestall, 1 = Tier-Fressplatz 1:1, D = Dürrfutter, 8000 = Leistungskuh, ew = Eingrasen/Weide
L1D2_8000ew	L = Laufstall, 1 = Tier-Fressplatz 1:1, D = Dürrfutter, 8000 = Leistungskuh, ew = Eingrasen/Weide
L1F2_8000sw	L = Laufstall, 1 = Tier-Fressplatz 1:1, F = Flachsilo, 8000 = Leistungskuh, sw = Sommersilage, Weide
L1F2_10000gs	L = Laufstall, 1 = Tier-Fressplatz 1:1, F = Flachsilo, 10000 = Hochleistungskuh, gs = Ganzjahressilage
L1F2_6500vw	L = Laufstall, 1 = Tier-Fressplatz 1:1, F = Flachsilo, 6500 = Weidekuh, vw = Vollweide
L3F2_8000vw	L = Laufstall, 3 = Selbstfütterung, F = Flachsilo, 8000 = Leistungskuh, vw = Vollweide

\*Näheres zu den Bezeichnungen in FAT-Bericht 608

### Drei FAT-Berichte

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

- FAT-Bericht Nr. 608 vergleicht die Wirtschaftlichkeit und die Arbeitsbelastung verschiedener Milchproduktionssysteme. Die Definition der Verfahren und die Variantenrechnungen erfolgten mit Hilfe eines Simulationsmodells.
- 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 vorliegende dritte FAT-Bericht Nr. 610 schliesslich beurteilt die Wirtschaftlichkeit, die Arbeitsbelastung und die Umweltwirkungen verschiedener Systeme gesamthaft mit einem Nachhaltigkeitsindex.



Abb. 3: Die ökonomische Dimension weist in der gegenwärtigen Milchproduktion die grössten Defizite auf.

(1998) müssen die Schwerpunkte der nachhaltigen Landwirtschaft bei einer Effizienzstrategie ansetzen: «Nur die effiziente Landwirtschaft ist auch eine nachhaltige Landwirtschaft». Wird die Nachhaltigkeit in Bezug auf die optimale Intensität des Faktoreinsatzes bewertet, gilt die Betrachtung pro erzeugte Outputeinheit und nicht pro Flächeneinheit (Von dem Bussche 1998). Je effizienter produziert wird, desto weniger Ressourcen werden pro Outputeinheit benötigt. Die Effizienzbetrachtung (Kosten, Umweltbelastung bzw. Ressourceneinsatz pro erzeugte Outputeinheit) setzt den Schwerpunkt auf den technischen, biologischen und organisatorischen Fortschritt. Insofern sind hohe Produktivität und Nachhaltigkeit keine widersprüchlichen Ziele. Mit einer effizienten Produktion allein ist allerdings noch nicht gewährleistet, dass keine Ressourcen übernutzt werden.

Die Kosten stellen einen wesentlichen ökonomischen Indikator dar. Zusammen mit der Produktequalität bestimmen sie die Wettbewerbsfähigkeit. Kosten setzen sich aus Preis und Menge von Produktionsfaktoren zusammen. Während der Preis unter vorgegebenen Rahmenbedingungen nicht direkt vom Betriebsleiter

beeinflussbar ist, können die eingesetzten Faktormengen je nach Produktionssystem stark variieren. Werden die Kosten bzw. die Faktormengen den produzierten Produktmengen gegenübergestellt, ergibt sich ein Massstab für Effizienz.

Hierzu werden vier Indikatoren betrachtet:

- Produktionskosten (Fr. pro kg ECM)
- Arbeitsproduktivität (kg ECM pro eingesetzte eigene und fremde Arbeitsstunde)
- Kapitalproduktivität (kg ECM pro 1000 Franken eigenes und fremdes Kapital)
- Flächenproduktivität (kg ECM pro Hektare eigene und gepachtete Hauptfuttermfläche).

Bei der Kapitalproduktivität sind nur die Maschinen und die Gebäude berücksichtigt. Für die Produktionskosten wird die Vollkostenmethode des IFCN (International Farm Comparison Network) verwendet (Garmhausen und Gazzarin 2001).

erwähnen sind unter anderem die Einkommensverteilung, der Anteil der in der Landwirtschaft Beschäftigten, die Möglichkeit für Weiterbildung oder die Freizeitgestaltung der Landwirte. Nach Schulze (1995) ist die Einkommenssicherung der aktiven landwirtschaftlichen Bevölkerung das wesentliche soziale Kriterium einer nachhaltigen Landwirtschaft. Gemäss Linckh et al. (1997) kann eine «nachhaltige» Tätigkeit in der Landwirtschaft langfristig nur erwartet werden, wenn die Einkommenssituation, die soziale Sicherung und die soziale Attraktivität dem Vergleich mit nichtlandwirtschaftlichen Gesellschaftsgruppen standhalten. Hierfür kommt auch der Arbeitsbelastung bzw. -qualität eine zentrale Rolle zu. So dürfte die Attraktivität des Berufes «Landwirt» weniger durch eine Verkürzung der Arbeitszeit, als vielmehr durch eine Reduktion der Arbeitsbelastung sowie durch eine Freizeitablösung gesteigert werden können. In verschiedenen Regionen der Schweiz (vor allem Berg- und Hügelland) sind noch traditionelle Aspekte mit einer hohen Arbeitsqualität verbunden, wodurch hohe physische Arbeitsbelastungen kompensiert werden können. In den Produktionsgebieten der Talregion können hingegen niedrige Arbeitsverdienste kombiniert mit hohen Arbeitsbelastun-

### Dimension Soziales

In der sozialen Dimension werden in der Literatur viele, teilweise sehr unterschiedliche Parameter berücksichtigt. Zu

gen zu Frustrationen führen, die den nächstmöglichen Ausstieg aus der Milchproduktion provozieren. Bei der systembedingten hohen Arbeitsintensität der Milchproduktion ist die Integration der Arbeitsqualität in die Nachhaltigkeit deshalb unabdingbar.

Indikatoren im sozialen Bereich sollen also in erster Linie die Attraktivität des Berufes bewerten. Folgende Indikatoren weisen hierzu einen hohen Bezug auf:

- Arbeitsverwertung (Arbeitseinkommen pro AKh in Fr.)
- Arbeitsbelastung (durchschnittlich belastende Arbeitszeit pro Tag; vgl. Gazzarin und Schick 2004)

Die Höhe der Arbeitsverwertung wird neben den Kosten vom Markt (Preise) und von agrarpolitischen Rahmenbedingungen (Direktzahlungen, Preisstützungen) beeinflusst. Die Arbeitsverwertung pro aufgewendete Arbeitsstunde gibt den monetären Wert der eingesetzten Arbeitsstunde an, womit ein Vergleich zur nichtlandwirtschaftlichen Bevölkerung grundsätzlich möglich ist. Die vom Lohnniveau ausserhalb der Landwirtschaft unselbständig Erwerbstätiger abgeleiteten Opportunitätskosten sind ein Massstab für soziale Nachhaltigkeit, indem bei grossen Unterschieden im Stundenverdienst bzw. bei hohen Opportunitätskosten ein entsprechend grösserer Anreiz besteht, aus der Produktion auszusteigen bzw. lukrativere Tätigkeiten zu suchen.

## Dimension Ökologie/ Tierwohl

Nachhaltig im ökologischen Sinne bedeutet die Schonung von Ressourcen und die Vermeidung von irreversiblen Schädigungen. Zusätzlich wird in einigen Definitionen auch die Erhaltung der Artenvielfalt eingeschlossen (Biodiversität).

Aus betrieblicher Sicht sind die Ökologie und das Tierwohl relevant in Bezug auf die gesellschaftliche Akzeptanz einer Produktionsform. Zumindest in Europa, in einem gesättigten Nahrungsmittelmarkt, beschränken sich die gesellschaftlichen Ansprüche an die Landwirtschaft nicht mehr nur auf die Nahrungsmittelproduktion, sondern es werden zusätzliche Leistungen nachgefragt. Je nach Mentalität von Gesellschaft oder bestimmter Gesellschaftsgruppen wird nicht nur eine kostengünstige, sondern auch eine umweltschonende und tiergerechte Pro-



Abb. 4: In der Dimension Ökologie/Tierwohl wurden zahlreiche Indikatoren berücksichtigt. Die Schweizer Milchproduktion hat vergleichsweise einen hohen Standard erreicht.

duktion gefordert. Dieser nichtmaterielle Zusatznutzen wird einerseits vom Staat mit Beiträgen, andererseits vom Konsumenten mit einem höheren Produktpreis entschädigt (Markenprodukte). Produktionssysteme, die sich in einem solchen Umfeld nicht nach gesetzlich festgelegten Standards und Programmen (Beispiel ÖLN) richten, können als «nicht nachhaltig» bezeichnet werden. Solche Betriebe werden von einem grossen Teil der Gesellschaft nicht akzeptiert und in der Folge auch nicht mit öffentlichen Beiträgen unterstützt, was sich auf der Einkommenseite des Betriebes negativ auswirkt.

Neben ökologischen Zusatzleistungen sind hierbei auch die Leistungen im Bereich Tierwohl zu erwähnen. Wird das Tierwohl beim Konsum tierischer Produkte als ungenügend beurteilt, entstehen Wohlfahrts- oder Nutzenverluste, die sich auf Preis und Nachfrage negativ auswirken können (Badertscher 1997). Gemäss Univox-Umfragen ist die Erwartung an landwirtschaftliche Leistungen im Bereich des Tierwohls grösser als im Bereich der Ökologie, was in der Gewichtung berücksichtigt wurde (GfS 1998). Für die Beurteilung von Milchproduktionssystemen werden im Bereich Ökologie/Tierwohl folgende Indikatoren verwendet:

- **Energieverbrauch** (MJ<sub>äq</sub> pro kg ECM): Dieser Indikator umfasst die Ausschöp-

fung nicht erneuerbarer Energieresourcen. Dies beinhaltet den Primärenergie-Aufwand für Bereitstellung von Energieträgern (vor allem Strom und Diesel) und anderen verwendeten Produktionsmitteln (zum Beispiel Produktion und Transport von Düngemitteln). Der Energieverbrauch ist ökologisch bedeutsam, weil die Vorkommen der nicht erneuerbaren Energieträger begrenzt sind und weil damit weitere wichtige Umweltwirkungen zusammenhängen (Luftverschmutzung, Klimaveränderung).

- **Eutrophierung** (g PO<sub>4</sub><sub>äq</sub> pro kg ECM): Eutrophierung ist die Nährstoffanreicherung in empfindlichen Ökosystemen wie Wäldern und anderen naturnahen Lebensräumen. Die Eutrophierung wird vor allem durch landwirtschaftliche Phosphor- und Stickstoffemissionen verursacht. Die verschiedenen Emissionen werden mit Wirkungsfaktoren in eine gemeinsame Einheit umgerechnet (Phosphat-Äquivalente). Die in diesem Bericht betrachtete Gesamt-Eutrophierung setzt sich zusammen aus der Eutrophierung von Böden (zum Beispiel Deposition von Ammoniak), der Eutrophierung von Oberflächengewässern (zum Beispiel Phosphatabschwemmung) und den Nährstoffeinträgen ins Grundwasser (zum Beispiel Nitratauswaschung).

- **Ökotoxizität** (mg Zn<sub>aq</sub> pro kg ECM): Der Indikator bewertet die aquatische Ökotoxizität, das heisst die potenzielle Schädigung von Lebewesen in Oberflächengewässern durch Schwermetalle und Pflanzenbehandlungsmittel. Die Schwermetalle stammen einerseits aus den Hof- und Mineraldüngern und andererseits aus der Herstellung von Baumaterialien und Maschinen. Die verschiedenen Emissionen werden aufgrund ihrer Ökotoxizität bewertet und zu einer gemeinsamen Einheit umgerechnet (Zink-Äquivalente).
- **Ackerflächenverbrauch**: Hierbei werden die eigenen Ackerfutterflächen und die Flächen, die dem eingesetzten Ergänzungsfutter entsprechen, zusammengefasst (ha/10 000 kg ECM).
- **Haltungssystem**: Es werden fünf Hal- tungsstandards unterschieden.

Die ersten drei Indikatoren wurden von Rossier und Gaillard (2001) mit einer Faktoranalyse der Resultate von 50 betrieblichen Ökobilanzen (darunter 35 Milchbetriebe) als die für die Bewertung der Umweltwirkung relevantesten bestimmt. Die Indikatoren umfassen nicht nur die direkt auf Hof und Feld entstehenden Emissionen, sondern auch die indirekten Wirkungen aus der Bereitstellung und Entsorgung der zugekauften Produktionsmittel (Möhring et al. 2004). Beim Indikator «Ackerflächenverbrauch» wird im Unterschied zur Flächenproduktivität nur die offene Ackerfläche berücksichtigt. Diese ist im Unterschied zum Grünland weit stärker anfällig auf irreversible Bodenzerstörungen wie Erosion oder Verdichtung. Zudem hat dieser Indikator auch einen sozialen Aspekt, indem langfristig betrachtet bei steigender Weltbevölkerung getreidefähige Standorte die Viehwirtschaft vermehrt konkurrenzieren dürften. Die Biodiversität und die Landschaft sind ebenfalls relevante Indikatoren für die Nachhaltigkeit, konnten jedoch aus methodischen Gründen nicht integriert werden.

Beim Tierwohl wird das Haltungssystem betrachtet, das im Kalkulationsmodell einerseits über die Gebäude vorgegeben, andererseits noch mit dem Weidegang berücksichtigt ist. Folgende fünf Standards werden unterschieden und mit Punkten gewichtet:

- Tierschutzgesetzgebung nicht erfüllt: 0 Punkte
- Anbindestall ohne RAUS: 1 Punkt
- Anbindestall + RAUS: 2 Punkte

- BTS + RAUS (Mindestanforderungen): 3 Punkte
- BTS + RAUS mit regelmässiger Weide in der Vegetationsperiode: 4 Punkte

Auch die Tiergesundheit, die bei Milchkühen mit dem Indikator Nutzungsdauer erfasst werden könnte, hat angesichts der gesellschaftlichen Akzeptanz einen hohen Bezug zur Nachhaltigkeit. Da die im Modell vorgegebene Nutzungsdauer teilweise auf einer unsicheren Datengrundlage beruht und grundsätzlich sehr stark vom Management des Betriebsleiters abhängt, wurde dieser Indikator vorläufig nicht in die Bewertung integriert.

## Gewichtung und Zusammenfassung der Indikatoren

Für die Interpretation der Indikatorwerte müssen Grenzwerte (Minimal- und Zielwerte) definiert werden. Da niemand weiss, welche Produktionssysteme in 30 Jahren immer noch nachhaltig sind, können für die Festlegung von Grenzwerten nur Annahmen aufgrund des gegenwärtigen Kenntnisstandes getroffen werden. Die Festlegung von Grenzwerten unterscheidet sich dabei nicht von den Grenzwertdiskussionen in anderen gesellschaftlichen Bereichen und ist folglich einem politischen Prozess unterworfen. Mit der Zusammenfassung von Einzelindikatoren wurde der Versuch unternommen, alle erfassten Nachhaltigkeitsparameter in einen einzigen Index zu vereinen. Dieser Nachhaltigkeitsindex ermöglicht nicht nur einen einfachen Ver-

gleich, sondern auch das Erkennen von erfolgsversprechenden, nachhaltigen Milchproduktionssystemen. Die Bewertung der Nachhaltigkeit solcher Produktionssysteme hat hingegen keinen absoluten Anspruch, sondern vielmehr den Charakter einer Wahrscheinlichkeitsaussage, ob die Produktion von der folgenden Generation aufrecht erhalten wird oder eher nicht.

Die Zusammenfassung ist mit verschiedenen Problemen behaftet. Im Vordergrund steht die dafür notwendige Gewichtung der Einzelindikatoren, die aufgrund des heutigen Kenntnisstandes nur mit einer ungenügenden wissenschaftlichen Grundlage vorgenommen werden kann. Deshalb soll der Vorgang der Zusammenfassung transparent und damit diskussionsfähig dargestellt werden.

Tabelle 2 zeigt die Auswahl der Indikatoren, deren Zuordnung zu den drei Nachhaltigkeitsdimensionen sowie Grenzwerte und vorgeschlagene Gewichtung.

Die Festlegung der Grenzwerte orientierte sich in der Regel an realistische Zielgrössen; die Spannbreite (Differenz Zielwert zu Minimalwert) wurde teilweise in Anlehnung an die Differenzen der berechneten Produktionssysteme ermittelt. Jede Dimension wird gleichwertig mit maximal 100 Punkten gewichtet. Pro Indikator erhalten Werte gleich oder unter dem Minimalwert keine Punkte, Werte gleich oder höher dem Zielwert 100 Punkte. Werte dazwischen erhalten eine Punktzahl zwischen 0 und 100 aufgrund der Position des Wertes zwischen den beiden Grenzwerten. Die erreichten Punktzahlen werden für jede Dimension summiert und dann nichtadditiv zusam-

**Tab. 2: Indikatorensystem, Gewichtung und Grenzwerte für die Milchproduktion in der Talregion**

Dimension Nachhaltigkeit	Indikator	Gewichtung	Grenzwert Minimum	Zielwert	Einheit
Ökonomie	Produktionskosten	50	130	65	Fr./100 kg ECM
	Arbeitsproduktivität	17	50	150	kg ECM/AKh
	Flächenproduktivität	16	10 000	15 000	kg ECM/ha
	Kapitalproduktivität	17	200	500	kg ECM/1000 Fr.
	<i>Total</i>		<i>100</i>		
Soziales	Arbeitsverwertung	50	0	24	Fr./AKh
	Arbeitsbelastung	50	2	0	Ø Std/Tag
	<i>Total</i>		<i>100</i>		
Ökologie/Tierwohl	Energieverbrauch	15	12	3.5	MJ <sub>aq</sub> /kg ECM
	Eutrophierung	15	12	3	g PO <sub>4 aq</sub> /kg ECM
	Ökotoxizität	15	380	30	mg Zn <sub>aq</sub> /kg ECM
	Verbrauch Ackerflächen	15	0.5	0	ha/10 000 kg ECM
	Haltungssystem	40	0	4	Haltungsstandard
	<i>Total</i>		<i>100</i>		

Tab. 3: Berechnung des Nachhaltigkeitsindex am Beispiel des Systems L1F2\_8000sw, (400 000 kg ECM)

Dimension Nachhaltigkeit	Indikator	Gewicht	Grenzwert		System L1D2_8000sw	
			Minimum*	Ziel*	Wert*	Punkte
Ökonomie	Produktionskosten	50	130	65	95	26.9
	Arbeitsproduktivität	17	50	150	110	10.0
	Flächenproduktivität	16	10 000	15 000	14 640	15.5
	Kapitalproduktivität	17	200	500	393	10.7
<i>Total (a)</i>		100				63.1
Soziales	Arbeitsverwertung	50	0	24	19.12	39.8
	Arbeitsbelastung	50	2	0	1.27	18.3
	<i>Total (b)</i>		100			
Ökologie/ Tierwohl	Energieverbrauch	15	12	3.5	3.85	14.4
	Eutrophierung	15	12	3	4.97	11.7
	Ökotoxizität	15	380	30	185	8.4
	Verbrauch Ackerflächen	15	0.5	0	0.34	4.8
	Haltungssystem	40	0	4	4	40.0
<i>Total (c)</i>		100				79.3

\* Einheit siehe Tabelle 1

Beispiel:  $NHI = \log(a*b*c) = \log(63.1*58.1*79.3) = \log(290\ 723) = 5.46$

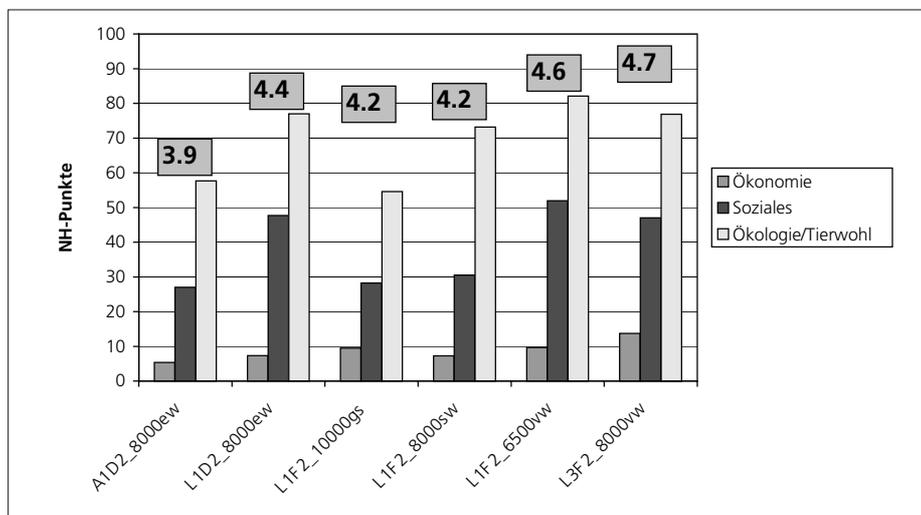


Abb. 5: Nachhaltigkeitsbewertung ausgewählter Produktionssysteme nach Dimensionen; Szenarium 160 (max. 100 Punkte pro Dimension).

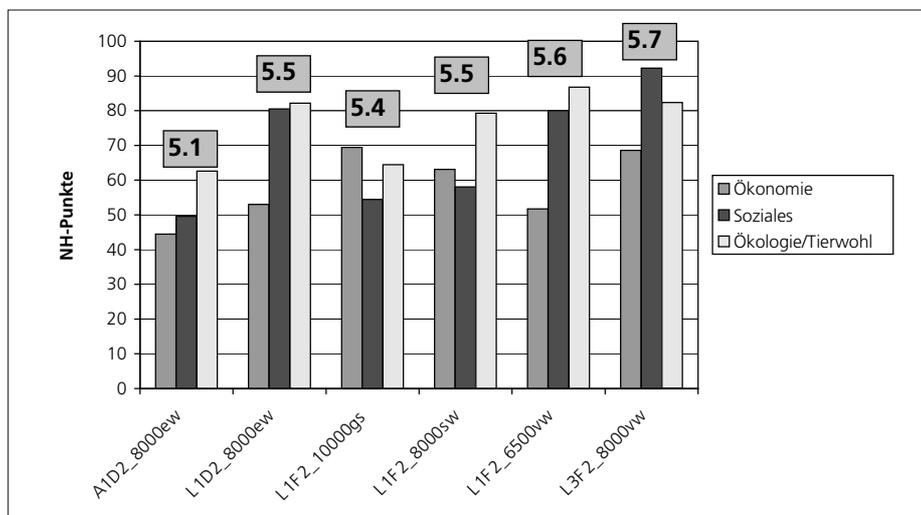


Abb. 6: Nachhaltigkeitsbewertung ausgewählter Produktionssysteme nach Dimensionen; Szenarium 400 (max. 100 Punkte pro Dimension).

mengefasst, sodass alle Dimensionen ein gewisses Minimum erreichen müssen, damit das Gesamtsystem als nachhaltig beurteilt werden kann. Der Nachhaltigkeitsindex berechnet sich so nach der Formel:  $NHI = \log(a*b*c)$ . Dabei ist a die Punktzahl für ökonomische Indikatoren, b die für soziale und c die für ökologisch-ethische Indikatoren (je maximal 100 Punkte). Der Maximalwert für den NHI liegt bei sechs. Je näher der Wert bei sechs liegt, desto wahrscheinlicher ist die Nachhaltigkeit eines Produktionssystems. Bei einem Wert unterhalb von fünf ist fraglich, ob das System noch als nachhaltig bezeichnet werden kann (vgl. Berechnungsbeispiel Tab. 3).

Analog lässt sich der Nachhaltigkeitsindex auch additiv berechnen (Maximalwert = 300), wobei jede Dimension ein Minimum von 50 Punkten erreichen muss, damit das Gesamtsystem als nachhaltig bezeichnet werden kann.

### Ergebnisse und Interpretation

Sämtliche Annahmen zu den Modellrechnungen sind in den FAT-Berichten 608 und 609 erwähnt. In den Tabellen 4 und 5 sind die berechneten Indikatorwerte, die summierten Nachhaltigkeitspunkte und deren Aggregation zum Nachhaltigkeitsindex für zwei Szenarien aufgeführt. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die Punkte-Bewertung aufgeteilt in die drei Nachhaltigkeits-Dimensionen.

#### Szenarium 160 (Tab. 4, Abb. 5):

36 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche, 160 000 kg ECM Kontingentsmenge, 30 Kuhplätze. Nicht ausgenutzte Kuhplätze werden nicht für die Milchproduktion verwendet.

#### Szenarium 400 (Tab. 5, Abb. 6):

36 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche, 400 000 kg ECM Kontingentsmenge, 45-68 Kuhplätze. Spezialisierter Milchproduktionsbetrieb.

Beim Vergleich der Szenarien zeigt sich, dass im ersten Szenarium (160) alle Produktionssysteme einen Nachhaltigkeitsindex von weniger als fünf haben (Tab. 4, Abb. 5). Gemäss unserer Einschätzung muss die Nachhaltigkeit dieser Systeme somit in Frage gestellt werden. Während die gesellschaftliche Akzeptanz (Dimension Ökologie/Tierwohl) mit gegen 70 Punkten bereits einen hohen Stand

**Tab. 4: Nachhaltigkeitsbewertung von ausgewählten Produktionssystemen in Szenarium 160 (36 ha LN, 160 000 kg ECM Kontingent, 30 Kuhplätze)**

Indikator	Einheit	A1D2_8000ew	L1D2_8000ew	L1F2_10000gs	L1F2_8000sw	L1F2_6500vw	L3F2_8000vw
Produktionskosten	Fr./100 kg ECM	137	132	138	135	126	126
Arbeitsproduktivität	kg ECM/AKh	82	94	107	93	86	102
Flächenproduktivität	kg ECM/ha	7 941	7 941	9 723	9 109	8 412	9 294
Kapitalproduktivität	kg ECM/1000 Fr.	170	195	196	202	210	236
Arbeitsverwertung	Fr./AKh	2.3	4.65	-11.67	-3.7	5.72	1.94
Arbeitsbelastung	Ø Std/Tag	1.11	0.48	0.87	0.78	0.4	0.28
Energieverbrauch	MJ <sub>äq</sub> /kg ECM	5.27	5.35	5.82	5.12	4.29	4.94
Eutrophierung	g PO <sub>4äq</sub> /kg ECM	4.59	4.72	5.38	4.59	3.87	4.73
Ökotoxizität	mg Zn <sub>äq</sub> /kg ECM	284	291	339	289	248	261
Verbrauch Ackerflächen	ha/10 000 kg ECM	0.19	0.19	0.47	0.34	0.19	0.26
Haltungssystem	Haltungsstandard	2	4	3	4	4	4
Punkte Produktionskosten		0	0	0	0	3	3
Punkte Produktivität		5	7	10	7	7	11
<b>Punktetotal Ökonomie</b>		<b>5</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>14</b>
Punkte Arbeitsverwertung		5	10	0	0	12	4
Punkte Arbeitsbelastung		22	38	28	31	40	43
<b>Punktetotal Soziales</b>		<b>27</b>	<b>48</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>52</b>	<b>47</b>
Punkte Ökologie		38	37	25	33	42	37
Punkte Tierwohl		20	40	30	40	40	40
<b>Punktetotal Ökologie/Tierwohl</b>		<b>58</b>	<b>77</b>	<b>55</b>	<b>73</b>	<b>82</b>	<b>77</b>
<b>Berechneter NH-Index</b>		<b>3.9</b>	<b>4.4</b>	<b>4.2</b>	<b>4.2</b>	<b>4.6</b>	<b>4.7</b>

**Tab. 5: Nachhaltigkeitsbewertung von ausgewählten Produktionssystemen in Szenarium 400 (36 ha LN, 400 000 kg ECM Kontingent)**

Indikator	Einheit	A1D2_8000ew	L1D2_8000ew	L1F2_10000gs	L1F2_8000sw	L1F2_6500vw	L3F2_8000vw
Produktionskosten	Fr./100 kg ECM	99	97	94	95	92	90
Arbeitsproduktivität	kg ECM/AKh	96	108	129	110	105	124
Flächenproduktivität	kg ECM/ha	11 749	12 504	16 730	14 640	11 352	13 052
Kapitalproduktivität	kg ECM/1000 Fr.	328	373	414	393	359	475
Arbeitsverwertung	Fr./AKh	22.12	24.56	16.9	19.12	28.03	28.04
Arbeitsbelastung	Ø Std/Tag	1.86	0.78	1.23	1.27	0.8	0.31
Energieverbrauch	MJ <sub>äq</sub> /kg ECM	4.47	4.43	4.17	3.85	3.35	3.76
Eutrophierung	g PO <sub>4äq</sub> /kg ECM	4.88	5.04	5.01	4.97	4.23	5.07
Ökotoxizität	mg Zn <sub>äq</sub> /kg ECM	190	196	191	185	158	168
Verbrauch Ackerflächen	ha/10 000 kg ECM	0.19	0.19	0.47	0.19	0.19	0.26
Haltungssystem	Haltungsstandard	2	4	3	4	4	4
Punkte Produktionskosten		24	25	28	27	29	31
Punkte Produktivität		21	28	42	36	23	38
<b>Punktetotal Ökonomie</b>		<b>45</b>	<b>53</b>	<b>70</b>	<b>63</b>	<b>52</b>	<b>69</b>
Punkte Arbeitsverwertung		46	50	35	40	50	50
Punkte Arbeitsbelastung		3	31	19	18	30	42
<b>Punktetotal Soziales</b>		<b>49</b>	<b>81</b>	<b>54</b>	<b>58</b>	<b>80</b>	<b>92</b>
Punkte Ökologie		43	42	34	39	47	42
Punkte Tierwohl		20	40	30	40	40	40
<b>Punktetotal Ökologie/Tierwohl</b>		<b>63</b>	<b>82</b>	<b>64</b>	<b>79</b>	<b>87</b>	<b>82</b>
<b>Berechneter NH-Index</b>		<b>5.1</b>	<b>5.5</b>	<b>5.4</b>	<b>5.5</b>	<b>5.6</b>	<b>5.7</b>

erreicht, trägt in erster Linie die mangelnde Wettbewerbsfähigkeit (Dimension Ökonomie) mit meist weniger als zehn Punkten zu diesem tiefen Indexwert bei. Auch in der sozialen Dimension wird das Minimum von 50 Punkten nicht erreicht. Eine Erhöhung der Produktionsmenge auf 400 000 kg ECM (Tab. 5, Abb. 6) hat auf alle Nachhaltigkeitsdimensionen einen positiven Einfluss. Am stärksten steigt die Wettbewerbsfähigkeit und

erreicht bei den besten Systemen bereits knapp 70 von 100 Punkten. Ebenfalls eine deutliche Steigerung erfährt die Attraktivität der Milchproduktion (Soziale Dimension), deren Wert von 28-50 Punkten bei Szenarium 160 auf 50-90 Punkte ansteigt. Der erwähnte Zusammenhang von Effizienz und Ressourcenschonung lässt sich bei dieser Bewertung bestätigen. Grössere Produktionsmengen haben einen positiven Einfluss auf

die ökologische Dimension, wenn auch in weniger starkem Ausmass als bei der ökonomischen oder sozialen Dimension. Insgesamt erreichen die Produktionssysteme bei Szenarium 400 einen Nachhaltigkeitsindex von teilweise deutlich über fünf. Einzig das System mit Anbindestall erreicht in den Dimensionen Ökonomie und Soziales das Minimum von knapp 50 Punkten nicht.

Im Vergleich zwischen den verschiedenen Laufstall-Systemen zeigt sich bei beiden Szenarien, dass die Wahrscheinlichkeit einer nachhaltigen Produktion bei den Vollweidesystemen als höher einzustufen ist. Die Differenz zu den Systemen mit vermehrter Stallfütterung ist bei niedrigeren Produktionsmengen (Szenarium 160) besonders deutlich ausgeprägt, während bei grösseren Produktionsmengen die Unterschiede kleiner werden. Das System mit Ganzjahressilage weist im ökonomischen Bereich neben dem Selbstfütterungssystem zwar die höchste Wettbewerbsfähigkeit aus, die relativ niedrige Arbeitsverwertung und die höhere Arbeitsbelastung machen das System jedoch deutlich weniger attraktiv als die Vollweidesysteme, die bei niedriger Arbeitsbelastung die höchsten Arbeitsverwertungen erreichen. Die eher tiefen Werte bei der gesellschaftlichen Akzeptanz (Ökologie/Tierwohl) sind beim System mit Ganzjahressilage primär auf den fehlenden regelmässigen Weidegang zurückzuführen, wird doch diese Dimension zu einem grossen Teil vom Indikator Haltungssystem bestimmt. Besonders gut schneidet auch das silofreie System mit Laufstall und Greiferkrananlage ab. Auch hier trägt die hohe Arbeitsverwertung bei gleichzeitig geringer Arbeitsbelastung massgeblich zu diesem Resultat bei.

## Schlussfolgerungen

Aufgrund der eingeschränkten Auswahl der untersuchten Produktionssysteme lassen sich unter der Voraussetzung von konstanten Management- und Standortverhältnissen für die Talregion folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Bei Produktionssystemen mit grösseren Kuhbeständen bzw. mit höheren Produktionsmengen ist eine nachhaltige Milchproduktion deutlich wahrscheinlicher als mit kleineren Produkti-

onsmengen. Je nach Produktionssystem sind erst mit Herdengrößen von 50-60 Kühen die grossen Degressions-effekte ausgeschöpft. Bei einer Produktionsmenge von unter 200 000 kg ECM in der Talregion ist die Nachhaltigkeit eines Produktionssystems in Frage gestellt.

2. Produktionssysteme mit einem hohen Weideanteil sind den Systemen mit hohem Stallfütterungsanteil in den wichtigen Kenngrößen Arbeitsverwertung, Arbeitsbelastung und – vor allem in Kombination mit Selbstfütterung – auch in den Produktionskosten überlegen. Der Vorteil der Systeme mit hohem Weideanteil ist in erster Linie auf tiefere Maschinen- und Gebäudekosten zurückzuführen. Systeme mit hohem Stallfütterungsanteil können ihre höheren Kosten auch mit Hochleistungskühen nicht ganz wettmachen.
3. Hohe Tierleistungen haben grundsätzlich einen positiven Effekt auf viele Kenngrößen der Nachhaltigkeit, falls diese nicht mit einem teuren Fütterungssystem erkauft werden. Eine Steigerung des Kraftfutteranteils wirkt sich auf die ökologische Dimension negativ aus. Der Effekt einer Milchleistungssteigerung ist jedenfalls geringer als die Steigerung des Weideanteils. Bei Milchleistungssteigerungen ist zudem nicht die Laktationsleistung des Einzeltieres, sondern die durchschnittliche Herdenleistung pro Jahr sowie die Remontierungsrate für die Nachhaltigkeit relevant.
4. Das bei Vollweide höhere Risiko infolge der grösseren Naturabhängigkeit (unter anderem Witterungsschwankungen, Qualitätsschwankungen bei Weidefutter und Milch) blieb in der Bewertung unberücksichtigt. Trotzdem kann gefolgert werden, dass im Allgemeinen Produktionssysteme, die mit einem hohen Weideanteil hohe Tierleistungen erreichen und zudem noch Selbstfütterungstechniken ausnutzen, die höchste Wahrscheinlichkeit für eine nachhaltige Milchproduktion aufweisen. Es ist kein Zufall, dass solche Systeme jedoch auch die höchsten Anforderungen an die Managementfähigkeiten des Betriebsleiters stellen.

## Literatur

Allen, P. et al., 1991: Expanding the definition of sustainable agriculture. *Journal of alternative agriculture*, 6, 34-39.

Alvensleben von, R., 1998. Nachhaltigkeit der Regionalvermarktung nicht gesichert. *Zit in: Nachhaltige Landwirtschaft – welche Wege führen zum Ziel? Agra-Europe 49/98*, 07.12.1998.

Badertscher R., 1997. Tierwohl: Verantwortung der Konsumentinnen und Konsumenten oder Aufgabe des Staates? *Diss. ETHZ Nr. 12347*.

Christen O. und O'Halloran-Wietholtz Z., 2002. Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft. *Institut für Landwirtschaft und Umwelt. Schriftenreihe 3/2002*. Bonn.

Garmhausen A. und Gazzarin Ch., 2001. Internationale Kostenvergleiche in der Milchproduktion; Ergebnisse aus dem IFCN-Netzwerk. *FAT-Bericht Nr. 573*.

Gazzarin Ch., Schick M., 2004. Milchproduktionssysteme für die Talregion – Vergleich von Wirtschaftlichkeit und Arbeitsbelastung. *FAT-Bericht 608*. Agroscope FAT Tänikon.

GfS-Forschungsinstitut, Institut für Agrarwirtschaft ETHZ, 1998. Univox-Umfrage zu den Funktionen der Landwirtschaft, Zürich.

Kessler V., 2000. Bewertung der Nachhaltigkeit von landwirtschaftlichen Betrieben. *Diplomarbeit SHL, Zollikofen*.

Linckh et al., 1997. Nachhaltigkeit in der Landbewirtschaftung. *Landinfo 8/97* und: *Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft*. Springer-Verlag, Berlin.

Möhring A., Zimmermann A., Müller S. und Gazzarin Ch., 2004: Milchproduktionssysteme für die Talregion – Vergleich unter verschiedenen Szenarien. *FAT-Bericht 609*. Agroscope FAT Tänikon.

Neher D., 1992: Ecological sustainability in agricultural Systems: Definition and measurement. *Journal of Sustainable agriculture*, 2, 51–61.

Paschen, H., 2000: Nachhaltige Entwicklung und Innovation. *TAB-Brief Nr. 18*. August 2000.

Rossier D. und Gaillard G., 2001. Bilan écologique de l'exploitation agricole. *Méthode et application à 50 entreprises*. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz.

Schulze E., 1995. Bei der Gestaltung einer nachhaltigen Landwirtschaft die Einheit von Ökonomie und Ökologie gewährleisten. *Agrarwirtschaft 44* (1995), Heft 11.

Vilain L. et al., 2003. La méthode IDEA (Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles), *Guide d'utilisation*. Educagri éditions.

Von dem Bussche P., 1998. Nachhaltige Landwirtschaft – welche Wege führen zum Ziel? *Agra-Europe 49/98*, 7. Dezember 1998.