Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 69 (2007)
Heft: 3

Artikel: Kosten und Umweltentwicklungen der Milchvieh-Fütterung : Beurteilung verschiedener Futtermittel und Fütterungsvarianten mittels Vollkostenrechnung und Ökobilanzierung

Autor: Zimmermann, Albert

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1080560

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ART-Berichte
Früher: FAT-Berichte
Nr. 662 | 2006

Kosten und Umweltwirkungen der Milchvieh-Fütterung

Beurteilung verschiedener Futtermittel und Fütterungsvarianten mittels Vollkostenrechnung und Ökobilanzierung

Albert Zimmermann, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen
E-Mail: albert.zimmermann@art.admin.ch

Die Senkung der Produktionskosten ist unter den zukünftigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine grosse Herausforderung für Milchviehbetriebe. Verschiedene frühere Untersuchungen zeigen, dass die Kosten pro Kilogramm Milch bei einer Erhöhung der Produktionsmenge deutlich gesenkt werden können, vor allem wenn damit eine Optimierung der Produktionsstruktur und -technik verbunden ist. Einen wesentlichen Einfluss auf die Kosten hat zudem – auch bei gleich bleibender Milchmenge – die Strategie der Futterproduktion. Die Futtermittel sind daneben hauptverantwortlich für die direkten und indirekten Wirkungen der Milchproduktion auf die Umwelt. So betragen der mit der Futterproduktion verbundene Diesel- und Stromverbrauch und der indirekte Energiebedarf je nach Produktionssystem zwischen 50 % und 65 % des gesamten Energiebedarfs der Milchproduktion. Noch höher ist der Anteil der Futtermittel bei jenen Umweltwirkungen, die durch Nährstoffverluste verursacht werden. In diesem ART-Bericht werden deshalb einerseits die Kosten und andererseits die Umweltwirkungen verschiedener Fütterungsstrategien dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Vollweidehaltung unter optimalen Bedingungen sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch am vorteilhaftesten ist. Auch Frischgras und konserviertes Grünfutter schneiden im Allgemeinen besser ab als Ackerfuttermittel, vor allem im ökologischen Bereich. Die auf Ackerland häufig höheren Umweltbelastungen pro Hektare können aber im Falle von Kulturen mit hohen NEL-Erträgen teilweise wieder wettgemacht werden. Die dargestellten Resultate gelten für mittlere Produktionsbedingungen. Auf dem Einzelbetrieb können sich je nach Produktionsverfahren und Maschinenauslastung deutliche Unterschiede ergeben.

Abb. 1: Grassilage ist je MJ NEL eines der kostengünstigsten konservierten Futtermittel. Die für den Einzelbetrieb optimalen Produktions-, Lagerungs- und Vorlageverfahren hängen von der konkreten Ausgangssituation ab. Die Konkurrenzfähigkeit der Grassilage kann durch sinkende Kraftfutterpreise vermindert werden. Dabei würde eine Verdrängung der Raufutterproduktion durch vermehrten Kraftfuttereinsatz auch die Ökobilanz der Milchproduktion belasten.

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Methodik

Der Vergleich verschiedener Futtermittel und Fütterungsvarianten erfolgt zuerst mittels der Methoden der Vollkostenrechnung und der Ökobilanzierung und anschliessend – für die Beurteilung der gesamtbetrieblichen Wirkungen – mit einem linearen Betriebsoptimierungsmodell von ART. Beide Betrachtungen gehen von statistischen Daten und Planungsgrundlagen bzw. Modellbetrieben aus. Der Einfluss der jeweiligen Betriebsleiter wird somit ausgeblendet.

Nur mit der Vollkostenrechnung ist ein umfassender Kostenvergleich verschiedener Futtermittel möglich. Ein Kritikpunkt dieser Methode ist die Zuteilung der Gemeinkosten, das heisst jener Kosten, die nicht eindeutig der betrachteten Bezugsgrösse zugeordnet werden können. Im Falle der Futtermittelproduktion sind dies vor allem die fixen Kosten der Maschinen und Futterlager. Die Anrechnung dieser Kosten erfolgt anhand der ART-Kostenansätze (vor allem Ammann 2005, Hilty 2005). Die betriebseigene Arbeit wurde mit einem Stundenansatz von Fr. 26.– bewertet (Ammann 2005).

Die Ökobilanzierung ist eine umfassende Methode zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit eines Produkts oder Prozesses. Sie berücksichtigt verschiedene Umweltwirkungen, die direkt auf Feld und Hof oder indirekt während der Bereitstellung und Entsorgung der Produktionsfaktoren verursacht werden. Die in die Betrachtung einbezogenen Produktionsabschnitte sind in Abbildung 2 ersichtlich. Tabelle 1 zeigt die im vorliegenden Bericht dargestellten Umweltwirkungen. Die Berechnung stützt sich auf die von ART und weiteren Institutionen erarbeitete Ökobilanzdatenbank und -methode SALCA (Gaillard et al. 2006).

Die Auswahl der untersuchten Futtermittel und Fütterungsstrategien orientiert sich an den gegenwärtig oder zukünftig als bedeutsam erachteten Varianten. Zudem wurden beispielhaft einige Nebenprodukte aus der Lebensmittelverarbeitung mit einbezogen (Probst 2005). Eine ausführliche Beschreibung der je Futtermittel zugrunde gelegten Produktionsverfahren und Berechnungsansätze ist beim Autor erhältlich.

Problemstellung

Futtermittelproduktion und Fütterung sind in der Tierhaltung wesentliche Kostenfaktoren. Auf Veredlungsbetrieben machen die Kraftfuttermittel über 40 % der Fremdkosten aus. Milchviehbetriebe weisen zwar deutlich geringere Kosten für zugekauftes Futter aus. Dafür verursacht aber die Produktion der betriebseigenen Futtermittel hohe Mechanisierungs- und Arbeitskosten. Darüber hinaus wirken die mit der Bereitstellung der Futtermittel zusammenhängenden Produktionsprozesse auch stark auf die Umwelt. Sie verursachen einen wesentlichen Anteil am fossilen Energiebedarf und an den Emissionen der Milchproduktion. Die Anrechnung der Umweltwirkungen umfasst dabei nicht nur den direkten Energiebedarf und die direkt auf dem Betrieb entstehenden Emissionen, sondern auch die indirekten Wirkungen im Zusammenhang mit der Bereitstellung der eingesetzten Produktionsfaktoren.

Für den Milchviehbetrieb gibt es verschiedene Fütterungsstrategien. Ziel dieses ART-Berichts ist es, die Kosten und Umweltwirkungen solcher Fütterungsvarianten zu beurteilen und deren Einfluss auf die Nachhaltigkeit des gesamten Milchviehbetriebs aufzuzeigen.

Vollkosten je Hektare

Die jährlichen Vollkosten der im Eigenanbau produzierten Futtermittel sind in Tabelle 2 aufgeführt. Die deutlich geringsten Kosten beansprucht das Weidegras. Hier fallen vor allem die Direktkosten des Naturwiesenanbaus, der Pachtzins, die allgemeinen Strukturkosten (inklusive einem Anteil für das Lager von ausgebrachten Hofdüngern) und die eigene Arbeit an. Unter den konservierten Raufuttermitteln erreicht das Bodenheu die geringsten Kosten. Allerdings ist diesem im Gegensatz zu allen übrigen Raufuttermitteln eine mittelintensive Nutzung mit entsprechend geringerem Naturalertrag unterstellt. Nur leicht höhere Kosten – bei gleichzeitig deutlich höherem Ertrag – verursacht die Rundballen-Grassilage. Am höchsten sind die Kosten für Futterrüben und Kartoffeln, wobei der Ertrag der Kartoffeln zudem deutlich unter jenem

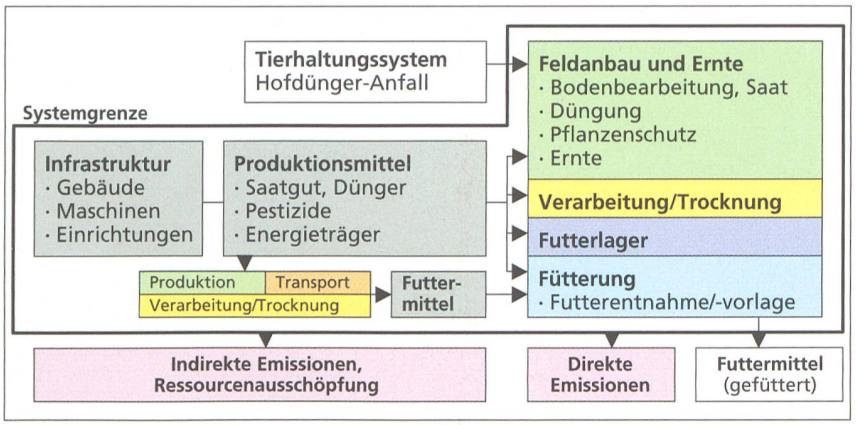

Abb. 2: Produktionssystem für die Analyse der Futtermittelproduktion.

Tab. 1: Dargestellte Umweltwirkungen

Umweltwirkung	Ökologische Bedeutung	Einheit	Hauptverursachende Emissionen/ Ressourcen	Hauptverursachende Produktionsbereiche
Energiebedarf	Bedarf an nicht erneuerbaren Energieressourcen	MJ-Äq.[1]	Rohöl, Uran, Erdgas	Gebäude, Maschinen, Energieträger, N-Dünger
Eutrophierungspotenzial	Nährstoffeintrag in Böden und Gewässer	g N-Äq.[1]	Ammoniak, Nitrat	Direkte Emissionen (Feld, Tiere), Futtermittel
Terrestrische Ökotoxizität	Mögliche Schädigung von Lebewesen in Böden	TEP[2]	Pflanzenschutzmittel, Cyanide, Aceton	Pflanzenschutzmittel, Futtermittel, Maschinen
Aquatische Ökotoxizität	Mögliche Schädigung von Lebewesen in Gewässern	AEP[3]	Kupfer, Cadmium, Pflanzenschutzmittel	Maschinen, Gebäude, Futtermittel, P-Dünger

[1] Äq.: Äquivalente (zum Beispiel beinhalten die N-Äquivalente auch die Nährstoffwirkungen von P-Emissionen)
[2] TEP: Terrestrische Ökotoxizitätspunkte (1 TEP = Potenzielle Belastung von 1000 m³ Boden)
[3] AEP: Aquatische Ökotoxizitätspunkte (1 AEP = Potenzielle Belastung von 1000 m³ Wasser)

der Rüben liegt. Wiederum wesentlich geringer sind die Kosten für Ackerbohnen und Gerste. Dabei liefern die Ackerbohnen aber auch den tiefsten NEL-Ertrag.

Einfluss unterschiedlicher Produktionsverfahren und Maschinenauslastungen

Die Ergebnisse können sich je nach gewählten Produktionsverfahren und Maschinenauslastungen stark ändern. Beispielsweise sind die der Tabelle 2 zugrunde gelegten Produktionsverfahren von Grassilage eher wenig mechanisiert. Abbildung 3 zeigt einen Vergleich mit je einem höher mechanisierten Silierverfahren (Verfahrensannahmen gemäss Ammann und Frick 2005). Die wenig mechanisierten Verfahren sind auch unter Berücksichtigung der eigenen Arbeit mit deutlich tieferen Kosten verbunden. Der Vergleich der Lagersysteme ergibt für die Rundballen die tiefsten Vollkosten.

Die Auswirkungen unterschiedlicher Maschinenauslastungen sind nochmals für dieselben Verfahren des Hoch- und Flachsilos in Abbildung 4 dargestellt. Ausgehend von den FAT-Ansätzen (100 %) wurden die jährlichen Auslastungen aller Maschinen der Ernte und Futtervorlage (ohne Traktoren) von 50 % bis 150 % variiert. Mit steigender Auslastung sinken die fixen Maschinenkosten, während die übrigen Kostenpositionen unverändert bleiben. Die Verfahren mit hoher Mechanisierungsstufe zeigen eine grössere Kostenreduktion als die wenig mechanisierten Verfahren. Allerdings kann auch bei hohen Auslastungen das tiefere Kostenniveau nicht erreicht werden. Eine hohe Mechanisierung lässt sich somit nur rechtfertigen, wenn deren Kosten zusätzlich gesenkt werden können, zum Beispiel durch einen Weiterverkauf der Maschinen nach Ablauf der Eigennutzung, oder wenn nichtökonomische Faktoren wie die Arbeitserleichterung mit berücksichtigt werden.

Ökobilanzen je Hektare

In Tabelle 2 sind neben den Vollkosten auch verschiedene Umweltwirkungen der betrachteten Futtermittel aufgeführt. Wie bei den Kosten zeigen sich deutliche Unterschiede. So ist der direkte und indirekte *Energiebedarf* für die Bereitstellung von Weidegras rund drei Mal tiefer als jener von Grassilage. Noch höher ist der Energiebedarf für die Produktion von Belüftungsheu und Maissilage sowie von Futterrüben und Kartoffeln. Wiederum geringer ist der Bedarf bei Gerste und – vor allem wegen des geringeren Einsatzes von N-Mineraldüngern – bei Ackerbohnen. Die *Eutrophierung*, das heisst der unerwünschte Nährstoffeintrag in Gewässer und nährstoffarme Lebensräume, wird im Falle der Raufuttermittel vor allem durch die Ammoniakemissionen der Hofdüngerausbringung verursacht. Bei den Ackerkulturen – und teilweise beim Weidegras – steht dagegen die Nitratauswaschung im Vordergrund. Dank des geringen Düngereinsatzes schneiden die Ackerbohnen am besten ab, gefolgt von den Futterrüben, während andere Ackerkulturen deutlich über den Grünlandkulturen liegen. Bei der verwendeten Methode zur Beurteilung der *terrestrischen Ökotoxizität* werden die meisten Pestizide im Vergleich zu anderen organischen Verbindungen und Schwermetallen deutlich stärker gewichtet. Die Ackerkulturen weisen deshalb um ein Vielfaches höhere Werte aus als die Grünlandkulturen. Geringer sind die relativen

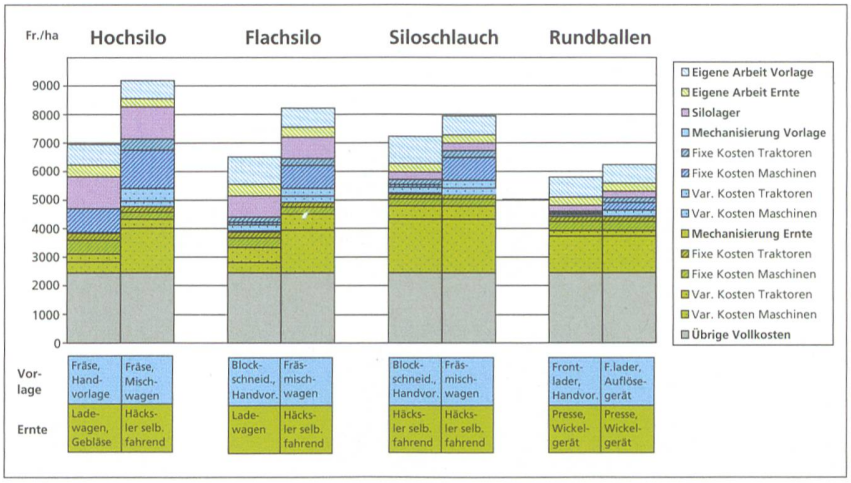

Abb. 3: Vollkosten von Grassilage bei verschiedenen Silierverfahren.

Tab. 2: Vollkosten betriebseigener Futtermittel je Hektare

		Weidegras	Frischgras	Grassilage			Belüftungsheu	Bodenheu	Maissilage Hochsilo	Futterrüben	Kartoffeln	Ackerbohnen	Gerste
				Hochsilo	Flachsilo	Rundballen							
Naturalertrag (Nettoertrag)	dt TS/ha	100	120	120	120	120	120	85	140	140	87	35	56
Ertrag NEL	1000 MJ/ha	65	78	76	76	76	76	48	90	103	67	25	44
Ertrag RP	1000 kg/ha	1.60	1.92	2.04	2.04	2.04	2.11	1.26	1.19	0.96	0.95	1.04	0.66
Direktkosten Anbau	Fr./ha	387	387	387	387	387	387	174	918	1329	3568	987	1066
Zinsanspruch Direktkosten	Fr./ha	24	24	24	24	24	24	11	58	73	219	43	51
Var. Maschinenkosten	Fr./ha	65	545	761	1205	1617	955	696	1342	2386	2090	686	758
Fixe Maschinenkosten	Fr./ha	68	741	1539	795	587	543	405	1550	1634	1214	537	737
Futterlager	Fr./ha	0	0	1123	752	216	3009	1518	1310	1602	994	151	246
Pachtzins	Fr./ha	600	600	600	600	600	600	600	700	700	700	700	700
Allg. Strukturkosten	Fr./ha	771	771	771	771	771	771	771	650	650	650	650	650
Eigene Arbeit	Fr./ha	805	1758	1740	1975	1596	1787	1445	2001	4845	4739	850	949
Total Produktionskosten	**Fr./ha**	**2720**	**4826**	**6944**	**6509**	**5798**	**8077**	**5619**	**8529**	**13218**	**14174**	**4605**	**5156**
Eigene Arbeit Produktion[1]	Akh/ha	31	68	39	39	34	39	35	38	109	163	33	36
Eigene Arbeit Vorlage	Akh/ha	0	0	28	37	27	30	21	39	78	19	0	0
Energiebedarf	**GJ-Äq./ha**	**6.4**	**10.8**	**18.1**	**16.6**	**17.9**	**28.3**	**10.4**	**32.1**	**30.7**	**33.1**	**13.8**	**20.6**
Eutrophierung	**kg N-Äq./ha**	**71**	**67**	**68**	**68**	**68**	**68**	**56**	**69**	**48**	**112**	**28**	**125**
Terrestrische Ökotoxizität	**TEP/ha**	**25**	**43**	**83**	**55**	**48**	**73**	**46**	**630**	**1543**	**11219**	**139**	**933**
Aquatische Ökotoxizität	AEP/ha	253	549	672	649	607	708	497	1218	1415	1073	498	746

[1] Arbeiten für Anbau, Ernte und Einlagerung sowie für Betriebsführung (19 h/ha)

Unterschiede bei der *aquatischen Ökotoxizität*, welche die Belastung von Gewässern durch Schwermetalle stärker gewichtet.

Einfluss der Bezugsgrösse

Der Vergleich der Futtermittel anhand der Kosten und Umweltwirkungen je Hektare Anbaufläche berücksichtigt die unterschiedlichen Erträge nicht. Abbildung 5 zeigt am Beispiel des Energiebedarfs, wie sich die Ergebnisse relativ zum Wert von Gerste bei unterschiedlicher Bezugsgrösse verschieben. Futtermittel mit hohem NEL-Ertrag, wie zum Beispiel Futterrüben, schneiden deutlich besser ab, wenn die Ergebnisse pro MJ NEL ausgewiesen werden. Proteinreiche Futtermittel sind bei der Bezugsgrösse «Rohprotein» begünstigt. Als wichtigste gemeinsame Funktion der Futtermittel kann die Energielieferung angesehen werden, weil die Proteinversorgung in der schweizerischen Milchviehhaltung weniger limitierend ist. Im Folgenden erfolgt der Vergleich deshalb bezogen auf den Energieinhalt (MJ NEL).

Vollkosten je MJ NEL

In Abbildung 6 sind die Vollkosten der selbst produzierten sowie der zugekauften Futtermittel aufgeführt. Das Weidegras schneidet auch bei dieser Bezugsgrösse am besten ab. Von den Silagen sind die Siloballen am günstigsten, vor allem dank der geringeren Lagerungskosten. Die Kosten des Heulagers, denen auch ein Anteil der Gebäudehülle angerechnet ist, liegen dagegen deutlich höher. Die je Hektare hohen Kosten der Futterrüben (Tab. 2) nähern sich dank des vergleichsweise grössten NEL-Ertrags den übrigen Grundfuttermitteln an. Dagegen bleiben die Kartoffeln auf einem hohen Niveau. Ebenfalls hohe Kosten pro MJ NEL verursachen die Ackerbohnen, die jedoch neben der Energie- auch wesentlich der Proteinversorgung dienen. Der Zukauf von Gerste ist unter den zugrunde gelegten Annahmen günstiger als die Eigenproduktion. Dabei ist aber zu bedenken, dass die Eigenproduktion mit zusätzlichen Einnahmen in Form von Direktzahlungen für die gemeinwirtschaftlichen Leistungen verbunden ist. Die Kosten je MJ NEL aus Körnermais sind etwa gleich hoch wie bei Gerste, während sie bei den übrigen betrachteten Kraftfuttermitteln höher liegen. Vor allem bei den ungetrockneten Nebenprodukten sind die Preise pro MJ NEL deutlich tiefer als

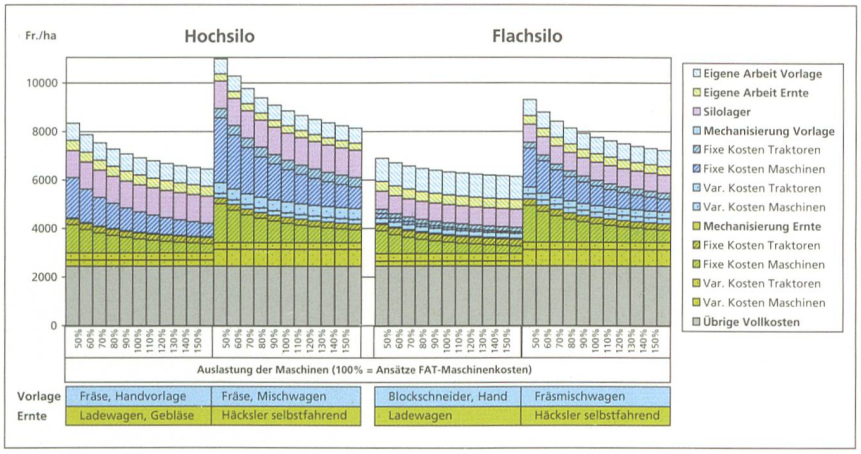

Abb. 4: Vollkosten von Grassilage bei unterschiedlicher Maschinenauslastung.

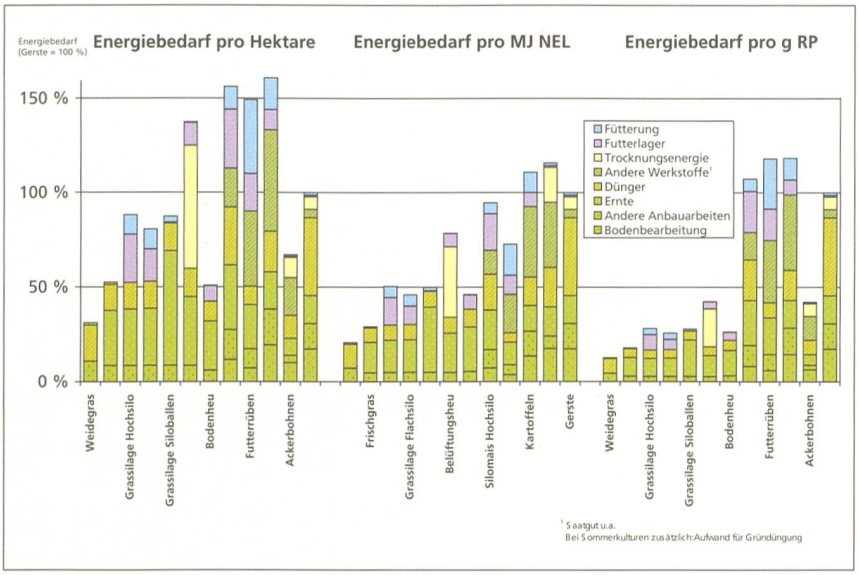

Abb. 5: Relativer Energiebedarf der Futtermittel bei unterschiedlichen Bezugsgrössen (Gerste = 100 %).

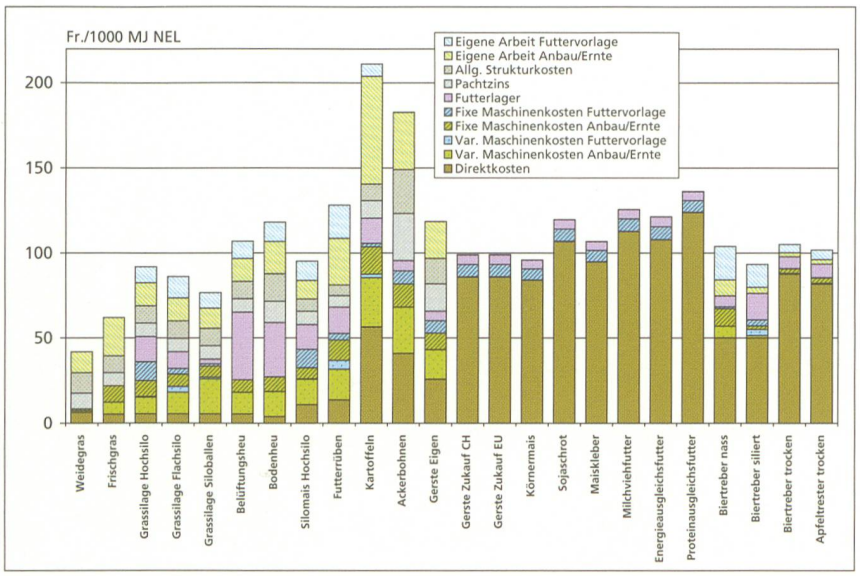

Abb. 6: Vollkosten verschiedener Futtermittel je 1000 MJ NEL.

jene der Kraftfuttermittel. Bedingt durch die höheren Lager- und Fütterungskosten liegen die Vollkosten aber wieder in einem ähnlichen Bereich.

Ökobilanzen je MJ NEL

Der Energiebedarf, die Eutrophierung und die terrestrische Ökotoxizität sind in den Abbildungen 7 bis 9 bezogen auf den Energieinhalt der Futtermittel dargestellt. Die Umweltwirkungen der Raufuttermittel sind im Allgemeinen tiefer als jene der Kraftfuttermittel, besonders wenn die Kraftfuttermittel noch getrocknet und verarbeitet oder über weite Distanzen transportiert werden. Im Falle der Nebenprodukte Biertreber und Apfeltrester ist zu beachten, dass die Umweltwirkungen der Prozesse für die Erzeugung des jeweiligen Hauptprodukts nicht dem Nebenprodukt angerechnet sind. Dennoch wird deutlich, dass die Verfütterung von Nebenprodukten ökologisch sinnvoll ist, sofern dafür keine aufwändige Verarbeitung erfolgt.

Ein zusammenfassender Vergleich der betrachteten Futtermittel ist in Tabelle 3 enthalten. Die drei betrachteten Umweltwirkungen und die Vollkosten sind darin wiederum auf den Energieinhalt der Futtermittel bezogen. Grün und rot sind jene Werte markiert, die relativ zur eigenproduzierten Gerste deutlich besser bzw. schlechter sind. Die prozentualen Abgrenzungswerte für diese Einteilungsklassen unterscheiden sich zwischen den Umweltwirkungen, um die unterschiedlichen Unsicherheiten bezüglich der Annahmen und Emissionsmodelle zu berücksichtigen. Für die Produktionskosten wurde die gleiche prozentuale Einteilung wie für den Energiebedarf gewählt. Wiederum zeigen sich die Vorteile der Raufuttermittel, besonders wenn sie nicht konserviert werden müssen, während die übrigen Futtermittel häufig bezüglich bestimmter Umweltwirkungen oder bezüglich der Produktionskosten Nachteile aufweisen.

Produktionskosten und Ökobilanz des Gesamtbetriebs

Um den Einfluss unterschiedlicher Fütterungsstrategien auf die Kosten und die Umweltwirkungen des Gesamtbetriebs zu beurteilen, wurden einige der Varianten in das ART-Betriebsoptimierungsmodell ein-

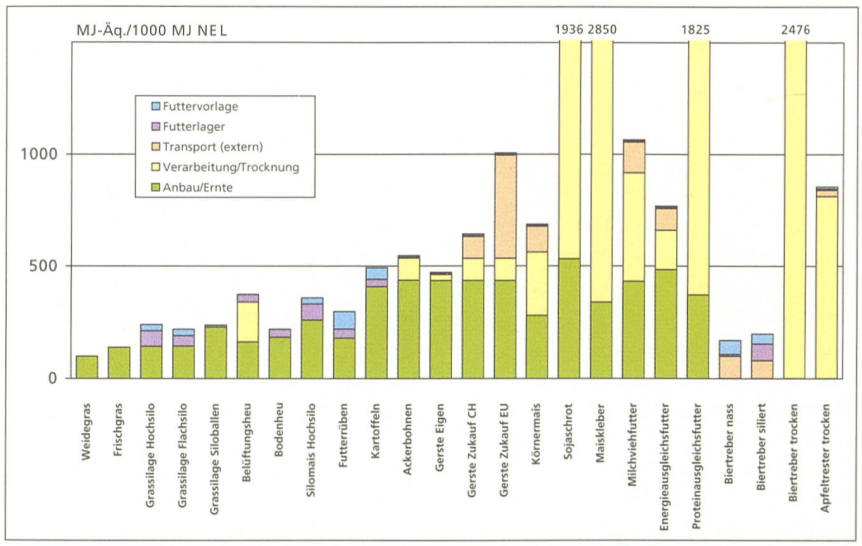

Abb. 7: Energiebedarf verschiedener Futtermittel je 1000 MJ NEL.

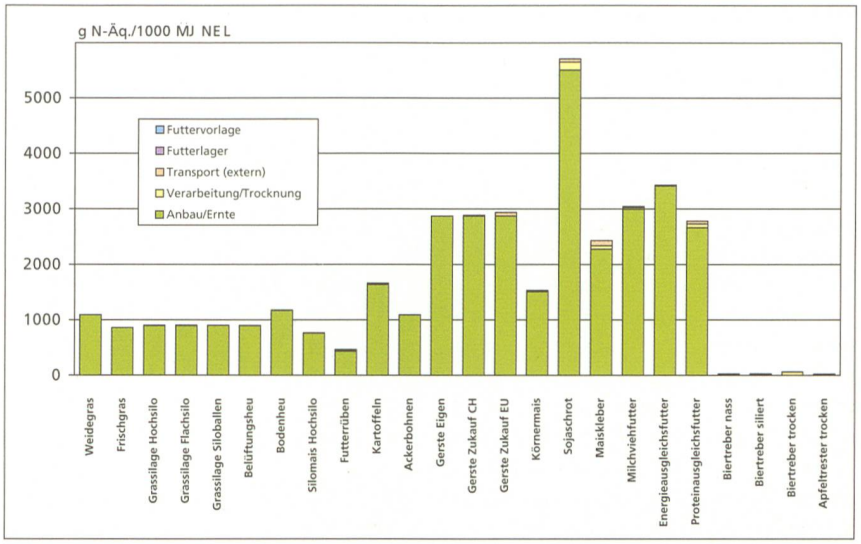

Abb. 8: Eutrophierung verschiedener Futtermittel je 1000 MJ NEL.

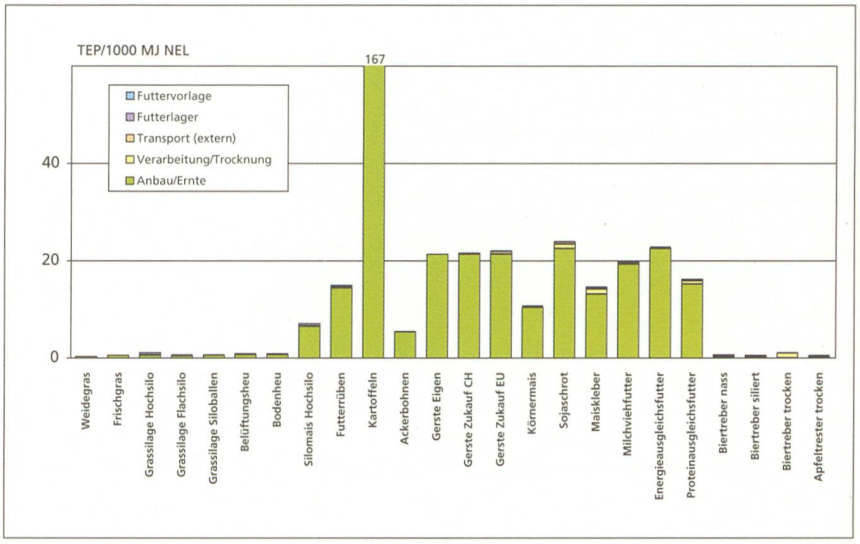

Abb. 9: Terrestrische Ökotoxizität verschiedener Futtermittel je 1000 MJ NEL.

gebaut. Mit diesem Modell kann das Einkommen von Milchvieh-Modellbetrieben optimiert werden, während gleichzeitig eine Ökobilanz berechnet wird (vgl. FAT-Bericht 609). Zudem erfolgte der Versuch, verschiedene wirtschaftliche, ökologische und soziale Kennzahlen zu einem Nachhaltigkeitsindex zusammenzufassen (Tabelle 4, vgl. auch FAT-Bericht 610). Ein solcher Gesamtindex beinhaltet jedoch immer eine subjektive Bewertung, weshalb eine Beurteilung einzig anhand einer solchen Zahl problematisch ist. Der angenommene Modellbetrieb stellt in der Referenzvariante einen Milchviehbetrieb der Talregion mit Laufstall, Silageproduktion (Flachsilo) und Halbtagsweide dar. Dem Betrieb ist eine Milchmenge von 300 000 kg und eine Fläche von 35 ha (davon 20 ha Ackerland) vorgegeben, die Aufzucht erfolgt extern. In den weiteren Varianten werden jeweils einzelne Vorgaben dieses Modellbetriebs geändert (Tabelle 5). Die betrachtete Systemgrenze erweitert sich somit vom einzelnen Futtermittel zum Gesamtbetrieb, das heisst, es werden auch die übrigen Produktionsprozesse wie Stallhaltung und Melken mit einbezogen. Als Hauptfunktion bzw. Bezugsgrösse wird die Produktion von 1 kg Milch gewählt. Wenn der Betrieb neben der Milch weitere Produkte wie Fleisch oder Marktfrüchte erzeugt, erfolgt eine Zuteilung der Kosten und Umweltwirkungen entsprechend dem Aufwand an den jeweiligen Produktionsfaktoren. Bei Koppelproduktion (zum Beispiel Milch und Kälber) wird die Aufteilung anhand der Werte der Produkte vorgenommen.

In den Abbildungen 10 bis 14 sind für die definierten Varianten die Produktionskosten, drei Umweltwirkungen und schliesslich der Nachhaltigkeitsindex dargestellt. Im Gegensatz zu den Kosten und Umweltwirkungen sind beim Nachhaltigkeitsindex möglichst hohe Werte am vorteilhaftesten. Es zeigt sich wie bei den Vollkostenrechnungen die Vorzüglichkeit der Weidehaltung, sowohl bezüglich der Kosten als auch der Umweltwirkungen. Diese Vorteile sind jedoch nur bei arrondierten Betrieben und optimalen Weideverhältnissen umsetzbar. Die Produktionskosten der übrigen Varianten unterscheiden sich nicht sehr stark, so dass die jeweiligen Umsetzungsmöglichkeiten der Varianten auf dem Einzelbetrieb für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit entscheidender sind. Der Einsatz von Nebenprodukten aus der Lebensmittelindustrie, die nicht zusätzlich konserviert werden, ist zwar ökologisch vorteilhaft, hat aber wegen des meist begrenzten Anteils an der Ration nur eine geringe Bedeutung in der gesamtbetrieblichen Bilanz. Aufbereitete Nebenprodukte oder einzelne Futtermittel können dagegen bestimmte Umweltwirkungen stark belasten. Im Falle der selbst produzierten Gerste wurde für den Modellbetrieb zudem von ungünstigeren Anbaubedingungen als auf einem spezialisierten Ackerbaubetrieb ausgegangen.

Tab. 3: Umweltwirkungen und Produktionskosten verschiedener Futtermittel je 1000 MJ NEL

	Energiebedarf MJ-Äq.	Eutrophierung g N-Äq.	Terr. Ökotoxizität TEP	Vollkosten Fr.
Weidegras	98	1092	0.4	42
Frischgras	138	859	0.6	62
Grassilage Hochsilo	240	901	1.1	92
Grassilage Flachsilo	219	904	0.7	86
Grassilage Siloballen	237	901	0.6	77
Belüftungsheu	374	899	1.0	107
Bodenheu	219	1176	1.0	118
Silomais Hochsilo	359	768	7.0	95
Futterrüben	298	466	15.0	128
Kartoffeln	493	1663	167.1	211
Ackerbohnen	547	1092	5.5	183
Gerste eigen*	472	2871	21.4	119
Gerste Zukauf CH	642	2886	21.6	99
Gerste Zukauf EU	1006	2936	22.0	99
Körnermais	687	1533	10.7	96
Sojaschrot	1937	5711	23.9	120
Maiskleber	2850	2433	14.6	107
Milchviehfutter	1065	3045	19.9	126
Energieausgleichsfutter	769	3429	22.8	121
Proteinausgleichsfutter	1825	2780	16.3	136
Biertreber nass	169	25	0.7	104
Biertreber siliert	199	28	0.6	93
Biertreber trocken	2477	64	1.1	105
Apfeltrester trocken	856	25	0.5	102
*Farbgebung (Einteilung bezogen auf Gerste eigen)	< 67 %	< 50 %	< 40 %	< 67 %
	< 86 %	< 75 %	< 67 %	< 86 %
	86–117 %	75–133 %	67–150 %	86–117 %
	> 117 %	> 133 %	> 150 %	> 117 %
	> 150 %	> 200 %	> 250 %	> 150 %

Tab. 4: Zusammenfassung verschiedener Zielgrössen zum Nachhaltigkeitsindex[1]

Dimension	Indikator	Einheit	Grenzwert	Zielwert	Gewicht	Beispiel[2]		
						Wert	Punkte	Index
Ökonomie	Produktionskosten	Fr./100 kg Milch	130	65	0.167	107.5	0.35	0.06
	Arbeitsproduktivität	kg Milch/Akh	50	150	0.057	61.0	0.11	0.01
	Flächenproduktivität	1000 kg Milch/ha	10	20	0.053	11.6	0.16	0.01
	Kapitalproduktivität	kg Milch/1000 Fr.	200	500	0.057	356.6	0.52	0.03
	Total A				*0.333*			*0.10*
Soziales	Arbeitsverwertung	Fr./Akh	0	24	0.167	14.6	0.61	0.10
	Arbeitsbelastung	h/Tag	2	0	0.167	1.1	0.45	0.08
	Total B				*0.333*			*0.18*
Ökologie/ Tierwohl	Energiebedarf	MJ-Äq./kg Milch	9.6	2.8	0.050	4.9	0.70	0.03
	Eutrophierung	g N-Äq./kg Milch	30.0	7.5	0.050	17.5	0.55	0.03
	Terr. Ökotoxizität	TEP/kg Milch	0.076	0.006	0.050	0.042	0.49	0.02
	Ackerfläch.verbrauch	ha/10000 kg Milch	0.5	0.0	0.050	0.34	0.32	0.02
	Haltungssystem	Faktor	0	4	0.133	3	0.75	0.10
	Total C				*0.333*			*0.20*
	Total A+B+C				**1.000**			**0.48**

[1] Vgl. Kästchen «Nachhaltigkeitsindex» [2] Rechnungsbeispiel für Variante «Referenz»

Nachhaltigkeitsindex: Berücksichtigte Indikatoren

Alle Indikatoren beurteilen die Milchviehhaltung. Aufwendungen für Marktfrüchte (zum Beispiel Arbeitsstunden und Maschinenkosten des Weizenanbaus) sind entsprechend dem physischen Aufwand abgezogen.

Produktionskosten (Fr./100 kg Milch): Vollkosten pro kg verkaufte Milch (Fremdkosten + eigene Arbeitskosten + Zinsanspruch Eigenkapital).

Arbeitsproduktivität (kg Milch/Akh): Verkaufte Milch pro Arbeitsstunde (eigene + fremde).

Flächenproduktivität (1000 kg Milch/ha): Verkaufte Milch pro ha Futterfläche.

Kapitalproduktivität (kg Milch/1000 Fr.): Verkaufte Milch pro Fr. eingesetztes Gebäude- und Maschinenkapital.

Arbeitsverwertung (Fr./Akh): Arbeitseinkommen pro familieneigene Arbeitsstunde (Leistungen der Milchviehhaltung abzüglich der Produktionskosten ausser den eigenen Arbeitskosten).

Arbeitsbelastung (h/Tag): Arbeitsstunden mit Massenverschiebung in ungünstiger Körperhaltung pro Tag.

Energiebedarf (MJ-Äq./kg Milch): Bedarf an nicht erneuerbaren Energieressourcen pro kg verkaufte Milch.

Eutrophierung (g N-Äq./kg Milch): Unerwünschter Nährstoffeintrag (N und P) in Böden und Gewässer pro kg verkaufte Milch.

Terrestrische Ökotoxizität (TEP/kg Milch): Gefährdung von Bodenlebewesen durch zugeführte Fremdstoffe, gewichtet nach der spezifischen Wirkung.

Ackerflächenverbrauch (ha/10000 kg Milch): Bedarf an Ackerflächen für eigenes und zugekauftes Futter.

Haltungssystem (Faktor): Punktesumme für Erfüllung Tierschutzvorschriften (1 P.), BTS (1 P.), RAUS (1 P.), Vollweide (1 P.).

Tab. 5: Fütterungsvarianten für die Modellrechnungen

Abk.	Variante	Zusätzliche Futtermittel	Grundfuttermittel (Ration modellintern optimiert)	
			Sommer	Winter
Ref.enz	Referenz (Silage/Halbtagsweide)		Weide, Gras-/Maissilage	Gras-/Maissilage, Bodenheu
LohnM	Vermehrte Lohnmechanisierung		Weide, Gras-/Maissilage	Gras-/Maissilage, Belüftungsheu
Belheu	Belüftungsheu, Anbindehaltung		Weide, Eingrasen	Belüftungsheu
Vollwei	Vollweide		Vollweide	Gras-/Maissilage, Bodenheu
KWie(l)	Leguminosenreiche Kunstwiesen		Weide, Grassilage(l)	Gras(l)-/Maissilage, Bodenheu
GeEig	Gerste Eigenverfütterung	Gerste Eigenanbau	Weide, Gras-/Maissilage	Gras-/Maissilage
RedKf	Reduzierter Kraftfutterzukauf		Weide, Gras-/Maissilage	Gras-/Maissilage, Belüftungsheu
Treb(n)	Biertreber nass	Biertreber nass	Weide, Gras-/Maissilage	Gras-/Maissilage, Bodenheu
Treb(t)	Biertreber trocken	Biertreber trocken	Weide, Gras-/Maissilage	Gras-/Maissilage, Bodenheu
Trest(t)	Apfeltrester trocken	Apfeltrester trocken	Weide, Gras-/Maissilage	Gras-/Maissilage, Bodenheu
Kartoff	Kartoffeln	Kartoffeln	Weide, Gras-/Maissilage	Gras-/Maissilage, Bodenheu

(l) = leguminosenreich

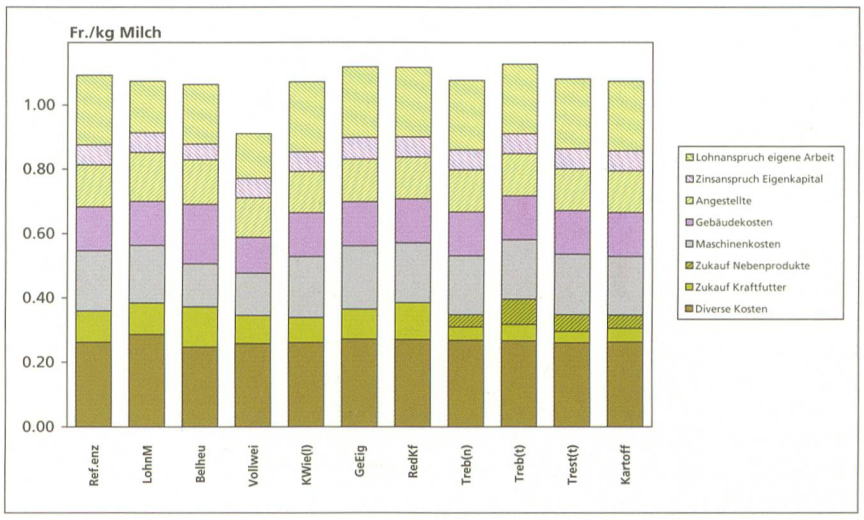

Abb. 10: Produktionskosten der Fütterungsvarianten.

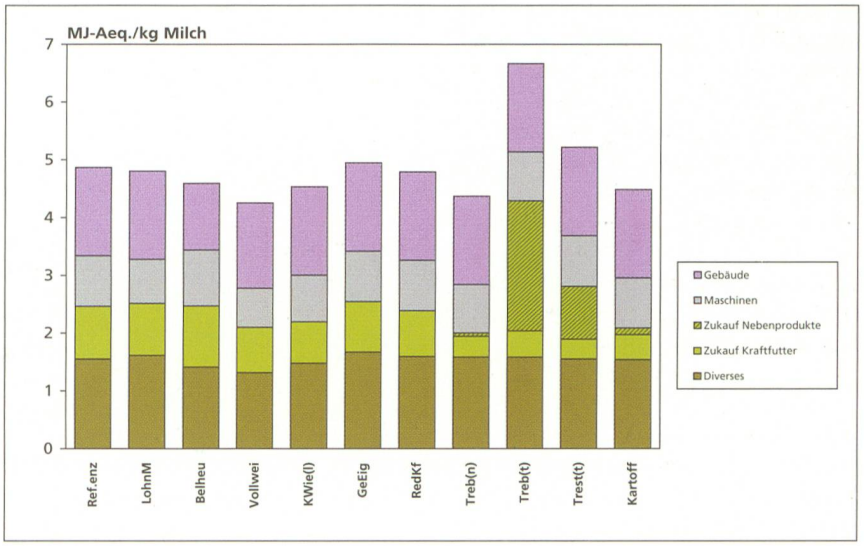

Abb. 11: Energiebedarf der Fütterungsvarianten.

Schlussfolgerungen

Sowohl die Vollkostenrechnungen und Ökobilanzen für einzelne Futtermittel als auch die gesamtbetriebliche Betrachtung haben gezeigt, dass Ökonomie und Ökologie in der Milchviehfütterung häufig im Einklang zueinander stehen. So schneiden möglichst frisch verfütterte, unverarbeitete Futtermittel in beiden Dimensionen am günstigsten ab. Andererseits kann die Ökobilanz von Futtermitteln auch durch einen hohen Einsatz von Mineraldüngern oder Pestiziden sowie durch energieaufwendige Verarbeitungs- und Trocknungsverfahren verschlechtert werden, ohne dass die Produktionkosten bzw. Zukaufspreise stark an-

steigen. In der Summe ergeben sich für die Vollweidehaltung die deutlichsten Vorteile. Die dargestellten Resultate zeigen, wie wirtschaftlich und ökologisch Futtermittel unter mittleren Produktionsbedingungen sind. Diese allgemeinen Hinweise können sich jedoch je nach einzelbetrieblicher Situation stark ändern. Agroscope Reckenholz-Tänikon ART baut gegenwärtig versuchsweise ein System zur Berechnung von Ökobilanzen auf, das an die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten angegliedert ist. Interessierte Betriebe, die zusätzlich zur Buchhaltung bestimmte Produktionsdaten erfassen, werden somit neben den bisherigen Betriebsergebnissen auch ihre Ökobilanz mit dem Gruppendurchschnitt des entsprechenden Betriebstyps vergleichen können.

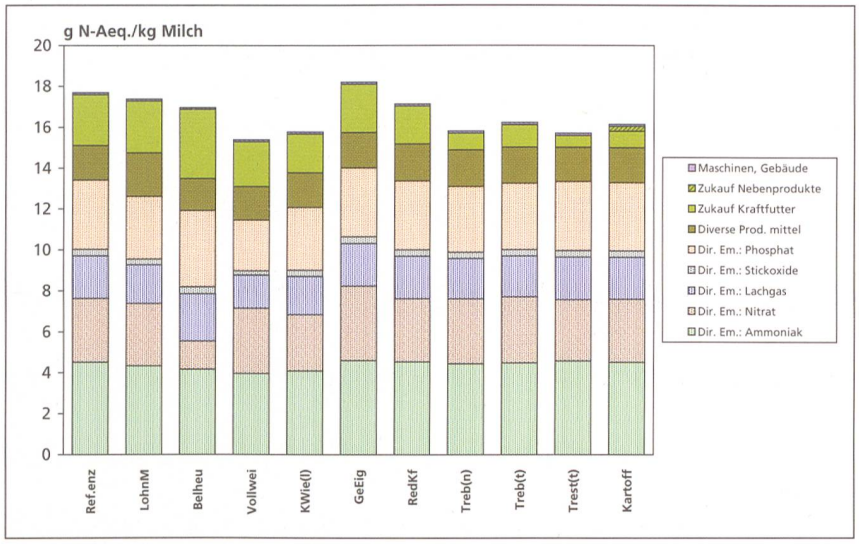

Abb. 12: Eutrophierungspotenzial der Fütterungsvarianten.

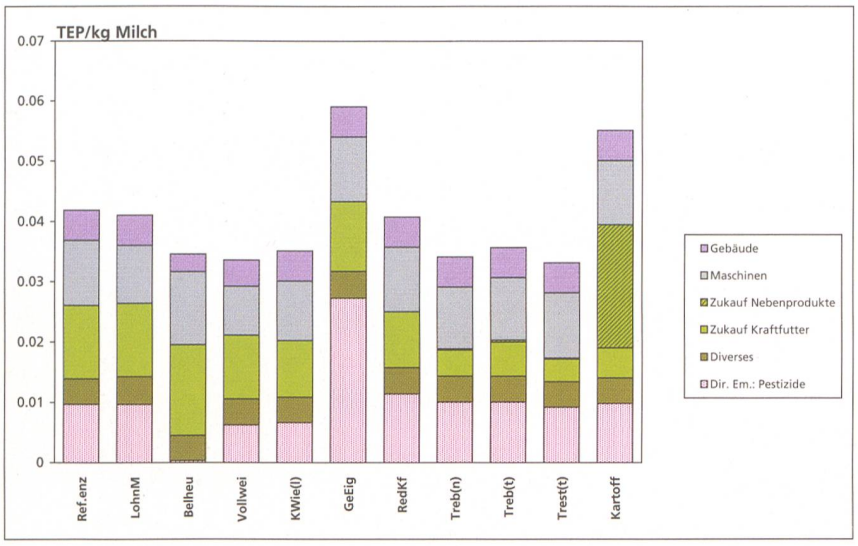

Abb. 13: Terrestrisches Ökotoxizitätspotenzial der Fütterungsvarianten.

Abb.15: Ein möglichst hoher Anteil an Weidehaltung senkt sowohl die Fütterungskosten als auch die meisten unerwünschten Umweltwirkungen der Futtermittelproduktion. Zudem wirkt sich die Weidehaltung positiv auf die Arbeitsbelastung (weniger ungünstige, mit der Futtervorlage im Stall verbundene Körperhaltungen) und auf das Tierwohl aus. Allerdings erfordert eine erfolgreiche Weidehaltung geeignete betriebliche Voraussetzungen und stellt hohe Anforderungen an die Betriebsführung.

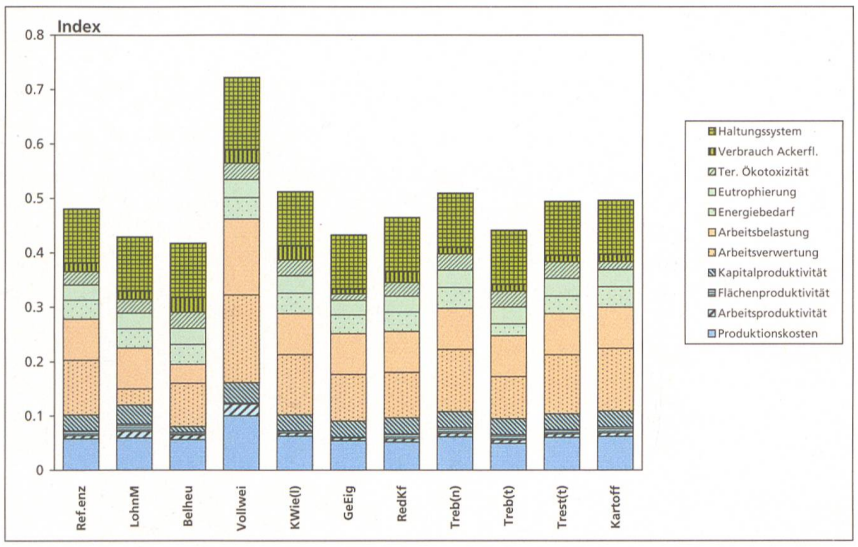

Abb. 14: Nachhaltigkeitsindex der Fütterungsvarianten.

Agrarcenter

Volles Programm

NEU

Ob mit Stahl- oder Kunststofftank, mit einem Güllefass von AGRAR sind Sie bestens bedient.

Fässer mit Stahltank von 3000 – 15000 l
- als Vakuumfass
- als Vakuum-Pumpfass
- Als Pumpfass

Fässer mit Kunststofftank von 10000 – 18500 l
- mit Excenter-Schneckenpumpe oder mit Drehkolbenpumpe

Schleppschlauch-Varianten von 9 – 15 Meter

und immer mit Ihrer individuellen Ausrüstung.

Agrarcenter – weniger Risiko, mehr Gewinn.

GVS-Agrar

GVS-Agrar AG, CH-8207 Schaffhausen
Tel. 052 631 19 00, Fax 052 631 19 29
info@gvs-agrar.ch, www.gvs-agrar.ch

AMW, Winterthur AC 02.3.07

WENIGER TANKEN – MEHR ERNTEN

Die selbstfahrenden Feldhäcksler der Serie 7000

Am Ende eines langen Arbeitstages zählt nur eins:
Eine gute Ernte einfahren … zu möglichst geringen Kosten

- **Das Plus an Effizienz:** Der speziell für die hohen Anforderungen der Landwirtschaft konzipierte und entwickelte Motor mit seinem intelligenten Kraftstoffkonzept und das überragende Antriebskonzept ermöglichen einen um bis zu 14 % geringeren Kraftstoffverbrauch – bei maximaler Motorleistung.
- **Das Plus an Flexibilität:** Mit dem stufenlosen Schnittlängengetriebe für die optimale Schnittlänge, einem Körnerprozessor mit verschiedenen Walzenvarianten und einer umfangreichen Palette an Vorsatzgeräten für unterschiedliche Ernteeinsätze sind Sie für alle Aufgaben bestens gerüstet.
- **Das Plus an Qualität:** Exakt eingehaltene Schnittlänge, ein präzises Häckselergebnis und sauber angeschlagene Körner sind die beste Voraussetzung für Futter und Silage in Spitzenqualität.
- **Das Plus an Komfort:** In der komfortablen und ergonomisch gestalteten Kabine bleiben Sie auch an langen Arbeitstagen fit und leistungsfähig. Mit AMS-Anwendungen (Agrar-Management-Systemlösungen) sparen Sie Zeit und erleichtern das Datenmanagement bis hin zur vollständigen Dokumentation.

Matra

3250 Lyss	Industriering 19	Tel. 032 387 28 28
1400 Yverdon	Le Bey	Tel. 024 445 21 30
6517 Arbedo	Via Cerinasca 6	Tel. 091 820 11 20

www.matra.ch **www.johndeere.ch**

SPA 4041 D

JOHN DEERE
Zuverlässigkeit ist unsere Stärke

NEW HOLLAND T7000

NEU

Der Traktor des Jahres 2007?

NEW HOLLAND

Spass beim Fahren
Nur 69 dB (A) in der Kabine
Weniger Kosten und Verbrauch
Spass beim Schalten
Mehr Produktivität
Mehr Leistung
Nahtlose Kraftübertragung unter Last
Spass an der Arbeit

Die vier neuen Modelle der Serie NEW HOLLAND T7000 sind zwar leicht – aber schwer zu schlagen: von 167 bis 213 PS und dank Powerboost mit einer Kraftreserve von bis zu 35 PS. Die T7000 verstehen sich ausgezeichnet mit breiten Bodenbearbeitungsgeräten und sind mit allen technischen Raffinessen ausgerüstet, die man sich von einem Komforttraktor der Spitzenklasse wünscht. So garantieren Common-Rail-Einspritzung, Vierventiltechnik, elektronisch geregelte Lüftung und andere wegweisende Komponenten Bestleistungen bei niedrigem Kraftstoffverbrauch. Zur Wahl stehen unter anderem die FastSteer-Lenkung und die exklusive SuperSteer™-Lenkachse für kürzere Wendezeiten. Ihr NEW-HOLLAND-Händler weiss mehr und steht Ihnen von der Finanzierung bis zur Garantie als kompetenter Partner zur Seite. Deshalb sollten Sie jetzt anrufen und probefahren: ***Da können Sie etwas erleben.***

BUCHER landtechnik

Partnerschaft, die Mehrwert schafft.

24 Stunden NEW HOLLAND Original-Ersatzteilservice

Bucher Landtechnik AG 8166 Niederweningen Telefon 044 857 26 00 Telefax 044 857 24 12 www.bucherlandtechnik.ch