

Strukturproblematik bei Mischrationen für Hochleistungsherden

Ergebnisse einer Erhebung auf Milchviehbetrieben

Franz Nydegger und Simon Bolli, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen, E-Mail: franz.nydegger@art.admin.ch

Für Rindviehhaltende und die Fütterungsberatung wird die Beurteilung der Struktur einer Ration zunehmend wichtig. Sie sollten sich dabei auf zuverlässige Methoden abstützen können und die Abhängigkeiten zwischen Bearbeitung des Grundfutters und Einfluss auf dessen Struktur kennen. Eine Untersuchung auf 17 Betrieben hat gezeigt, dass in der Praxis eine Strukturbewertung von Gesamtrationen mit Hilfe des Strukturwerts nach de Brabander et al. für Schweizer Verhältnisse mit hohen Grassilage- und Heuanteilen wenig aussagekräftig ist. Trotz relativ guten Strukturwerten setzten zirka zwei Drittel der Betriebe Pansenpuffer ein. Je höher der Kraftfutteranteil in der Gesamtration wird, desto grösser wird auch das Risiko von Strukturproblemen. Ein hoher

Kraftfutteranteil bringt jedoch nicht zwingend Strukturprobleme mit sich. Mit der Schüttelbox-Analyse kann die Mischration untersucht werden. Sie berücksichtigt allerdings die zusätzlich in der Kraftfutterstation verabreichten Ergänzungsfutter nicht, die gerade bei den gefährdeten Hochleistungstieren eine entscheidende Rolle spielen. Die Resultate haben gezeigt, dass mit der Schüttelbox-Analyse allenfalls Zusammenhänge zwischen den Feinpartikelanteilen in der Mischration und dem Auftreten von Strukturproblemen sichtbar gemacht werden können. Negative Auswirkungen der mechanischen Bearbeitung des Wiederkäuerfutters auf die Struktur konnten nicht nachgewiesen werden. Die Untersuchung hat aufgezeigt, dass bezüglich der Bewertung von Struktur im Wie-

derkäuerfutter noch grosse Unsicherheiten bestehen. Die angewandten Strukturbewertungssysteme lassen sich nur bedingt auf die in der Praxis vorherrschenden Gegebenheiten anwenden.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Struktur im Wiederkäuerfutter	2
Vorgehen bei der Datenerhebung	2
Bewertung der Struktur im Wiederkäuerfutter	2
Ergebnisse	3
Diskussion der Resultate	6
Schlussfolgerungen	7
Literatur	8



Abb. 1: Das Wiederkauen ist für das gute Funktionieren der Verdauung und des Stoffwechsels der Kuh von grosser Bedeutung.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD

Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Problemstellung

Auf leistungsstarken Milchviehbetrieben besteht der Bedarf, zu beurteilen, ob die Futtermischung wiederkäuergerecht ist und dadurch subakuter und akuter Pansenacidose vorbeugt. Als wichtigste Ursachen für Pansenacidose gilt Strukturmangel in der Ration. Für die Milchviehhaltenden stellt sich die Frage, ob eine Ration in einem kritischen Bereich liegt und welche Faktoren die Struktur der Ration massgebend beeinflussen. Zum Beispiel, ob ein vermuteter Strukturmangel vorliegt und wenn ja, ob er durch die eingesetzten Futterkomponenten oder die eingesetzte Technik wie Futtermischwagen, Häcksler und Entnahmefräsen begründet ist. Eine Erhebung auf Betrieben mit höherem Leistungsniveau sollte klären, mit welchen Hilfsmitteln derartige Strukturprobleme erkannt und angegangen werden können. Dabei sollten unterschiedliche Methoden der Strukturbeurteilung zum Einsatz kommen.

Struktur im Wiederkäuerfutter

Ob eine Ration wiederkäuergerecht ist, hängt laut Steinwigger (2003) im Wesentlichen vom Kraftfutteranteil, von der Strukturwirksamkeit des Grundfutters, dem Verhältnis von Struktur- zu Nichtstrukturkohlehydraten und dem Fütterungsmanagement ab. Das Leistungsniveau der Kühe und der damit einhergehende Nährstoffbedarf steigen mit laufendem Zuchtfortschritt stetig. Dies bedeutet, dass die hohen Nährstoffansprüche der Hochleistungskuh nur mit sehr guter Qualität des Grundfutters und durch Zugabe von Kraftfutter gedeckt werden können. Eine wiederkäuergerechte Fütterung versorgt das Tier sowohl ausreichend mit Nährstoffen, als auch mit genügend Strukturkomponenten. Mangelt es dem Futter an Struktur, ist die Speichelproduktion der Kuh verringert. Dies kann zu einem Abfall des pH-Wertes im Pansen in den sauren Bereich führen. Diese Übersäuerung des Pansens wird Pansenacidose genannt. Ein pH-Abfall wirkt sich in erster Linie auf die faserabbauenden Essigsäurebakterien aus, die eines relativ hohen pH-Werts bedürfen.

Der Ausdruck «Struktur» schliesst indirekt auch die Verhältnisse der Partikelgrößen des Futters ein. Nebst der Übersäuerung können durch eine fehlende Dreischichtung des Panseninhalts auch physiologische Störungen des Pansens entstehen. Dies kann der Fall sein, wenn die Partikelgrößen des Futters schon bei der Futteraufnahme zu klein sind. Als Folge davon sinken die Kleinstpartikel direkt in die Flüssigschicht des Pansens ab, worauf sich keine oder nur eine geringe Schwimmschicht bildet. Dadurch wird der physiologische Reflex des Wiederkauens beeinträchtigt, was sich wiederum negativ auf die Speichelproduktion auswirkt.

Vorgehen bei der Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte auf 17 Praxisbetrieben, bei denen in der Vergangenheit Strukturprobleme mit der Fütterung aufgetreten waren. Die Betriebe wurden in Zusammenarbeit mit zwei grossen Schweizer Futtermittelherstellern ausgewählt. Es handelte sich dabei um Betriebe mit überdurchschnittlicher Herdenleistung, die mit Hilfe

von Futtermischwagen Grundmischrationen oder aufgewertete Grundmischrationen verfütterten. Sämtliche Betriebe lagen in der Nordschweiz. Die Erhebung beinhaltete ein strukturiertes Interview der Betriebsleitung mittels Erhebungsbogen sowie Probenahmen der eingesetzten Einzelfuttermittel und der Mischrationen. Der Erhebungsbogen deckte folgende Themenbereiche ab: Allgemeine Angaben zum Betrieb, Fütterung, Futtervorlage- und Erntetechnik sowie Tiergesundheit. Der Fütterungsteil beinhaltete Fragen zur Rationszusammensetzung, Kraftfuttergaben und Vorlage. Das Auftreten von Pansenacidosen auf einem Betrieb wurde mit einem Strukturproblem bei der Wiederkäuerfütterung gleichgesetzt.

Die Futterproben der Einzelkomponenten sowie der aufgewerteten Grundmischrationen wurden an der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP auf strukturelevante Inhaltsstoffe wie Rohfasergehalt (RF), ADF (Saure Detergentienfaser) und NDF (Neutrale Detergentienfaser) hin analysiert. An ART erfolgte die Bestimmung der Trockensubstanzgehalte (TS-Gehalte) der Proben.

Bewertung der Struktur im Wiederkäuerfutter

Die aufgewerteten Grundmischrationen wurden mit der Schüttelboxanalyse der Pennsylvania State University auf ihre Anteile an verschiedene Partikellängen hin untersucht.

Zur Bewertung der Struktur wurde der Strukturwert nach de Brabander et al. (1999) und der Kauindex (KI) nach Norgaard für alle Futterkomponenten (Grund- und Kraftfutter) berechnet. Der Strukturwert ist ein aus Fütterungsversuchen abgeleiteter dimensionsloser Wert basierend auf dem Rohfasergehalt (RF) beziehungsweise dem Neutral-Detergent-Fiber-Gehalt (NDF-Gehalt) der einzelnen Futterkomponenten. Die Strukturwerte der Futterkomponenten werden mit dem entsprechenden TS-Anteil in der Ration gewichtet. Die Summe dieser Werte – bezogen auf ein Kilogramm TS – ergibt den Strukturwert der Ration. Bei Kraftfutter mit unbekanntem Inhaltsstoffgehalt wurde der Strukturwert aufgrund der mit bekannten Inhaltsstoffen berechneten Kraftfutter geschätzt.

Der Kauindex stützt sich auf Versuche zur Kau- und Wiederkauzeit ab. Auch beim Kauindex wird jeder Futterkomponente ein

Abkürzungsverzeichnis

SW	Strukturwert
KI	Kauindex
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
FMW	Futtermischwagen
MPP	Milchproduktionspotenzial
RA	Rohasche
RPT	Rohprotein
RF	Rohfaser
PAF	Proteinbetontes Ergänzungsfutter
EAF	Energiebetontes Ergänzungsfutter
LF	Leistungsfutter
RP	Rohprotein
NEL	MJ Nettoenergie Laktation
APDE	Absorbierbares Protein im Darm
APDN	Aus dem abgebauten Rohprotein aufgebautes APDE
ADF	Saure Detergentienfasern
NDF	Neutrale Detergentienfasern
TS	Trockensubstanzgehalt

Wert zu geordnet. Die gewichtete Summe dieser Werte wird ebenfalls auf ein Kilogramm TS der Ration bezogen.

Berechnung des Strukturwertes der Gesamtrationen

Pro Betrieb wurden die Rationen der leistungsstärksten Tiere berücksichtigt. Das entspricht jenen Rationen, in denen der maximale Kraftfutteranteil enthalten ist. Die Angaben zu den totalen maximalen Kraftfuttergaben, in der Regel bestehend aus Energieausgleichsfutter (EAF), Proteinausgleichsfutter (PAF) sowie Leistungsfutter (LF), entstammen den Aussagen der Betriebsleitenden. Somit handelt es sich bei den berechneten Strukturwerten (SW) der Gesamtrationen um die jeweils tiefsten SW, die auf dem Betrieb erreicht wurden.

Zusätzliche Strukturwertanpassungen pro Tier

Das Strukturwertberechnungssystem nach de Brabander geht von einem Standard-Strukturwert von mindestens 1,0 aus bei zwei Kraftfuttergaben pro Tag. Dieser Wert gilt für eine Standardkuh bis zur dritten Laktation mit einer Milchleistung von 25 Kilogramm und einem Milchfettgehalt von 4,0 Prozent. Für abweichende Leistungen müssen Korrekturen vorgenommen werden.

Ergebnisse

Betriebsangaben

Alle Betriebe wurden ausschliesslich nach den Schweizer ÖLN-Richtlinien bewirtschaftet. Biologisch geführte Betriebe standen keine zur Auswahl. Bis auf eine Ausnahme handelte es sich um Herdenbuchbetriebe. Neben der Milchwirtschaft als Hauptbetriebszweig führten die meisten der Betriebe bis zu vier weitere Betriebszweige, wie zum Beispiel Jungviehaufzucht, Mastviehhaltung und Ackerbau. Im Mittel betrug die landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) knapp 43 Hektaren. Die meisten Betriebe wiesen Bestandesgrössen zwischen 30 und 50 Milchkühen (Rinder und Jungtiere nicht mit eingerechnet) auf (Tab. 1). Der Durchschnitt lag bei 40 Tieren. Diese wurden mehrheitlich in Laufställen (65 %) mit unterschiedlichen Systemen gehalten. Neun Betriebe (53 %) wiesen eine mittlere Milchleistung von mehr als 9000 kg pro Kuh und Jahr auf. Der Durchschnitt lag bei rund 9100 kg. Dementsprechend hoch war auch das durchschnittliche Milchkontingent mit rund 306.000 kg. Die

Tab. 1: Struktur der Betriebe

Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) in ha							
Aufteilung der LN	0–9	10–19	20–29	30–39	40–49	>50	>100
Anzahl Betriebe	1	2	4	3	2	4	1
Milchviehbestand Anzahl Kühe		10–19	20–29	30–39	40–49	50–59	>100
Anzahl Betriebe	2	2	6	4	2	1	1
Herdendurchschnitt Milchleistung in kg		7000–7999	8000–8999	9000–9999	10000–10999	11000–11999	12000–12999
Anzahl Betriebe	5	3	5	2	1	1	1

Tiere der Rassen Holstein stellten den grössten Anteil (10 x Holstein Friesian, 5 x Red Holstein). Hinzu kamen noch zwei Betriebe mit Fleckvieh und einer mit Brown Swiss.

Tiergesundheit

Bei der Tiergesundheit wurden die Betriebsleitenden zum Auftreten von Problemen mit akuter oder subakuter Pansenacidosen befragt. Alle befragten Betriebe galten als Betriebe mit einer gewissen Gefährdung der Tiergesundheit durch Strukturprobleme in der Wiederkäuerfütterung. In der folgenden Auswertung wird unterschieden in Betriebe ohne und Betriebe mit Acidoseproblemen.

Ein Betrieb galt als sogenannter «Problem-betrieb», wenn die Betriebsleitung angab, dass in der Vergangenheit gelegentlich bei einzelnen Kühen Probleme mit subakuter (Verdacht) oder akuter Pansenacidosen aufgetreten waren. Betriebe ohne Probleme hatten in der Vergangenheit keine Schwierigkeiten mit Acidosen. Dieses Vorgehen erlaubte neun, also gut die Hälfte aller Betriebe, als sogenannte Problembetriebe zu erfassen. In den allermeisten Fällen handelte es sich um schleichende (subakute) Acidosen, die zu einer gesundheitlichen Beeinträchtigung der Tiere führte und nicht gänzlich zum Festliegen. Beim Erkennen einer subakuten Pansenacidose wurde meist der Tierarzt eingeschaltet, sodass sich die Tiere rasch wieder erholten. Als häufigste Symptome wurden eine verminderte Fresslust sowie verminderte Milchleistung angegeben. Hinzu kamen Symptome wie Klauenrhe oder allgemein Klauengeschwüre und Fruchtbarkeitsstörungen, wobei gerade die kritische Schwelle der Wahrnehmung von Fruchtbarkeitsstörungen im Sinne eines Problems im Tierbestand je nach Betriebsleitung ganz unterschiedlich ausfiel. In einzelnen Fällen wurden auch Durchfall oder sogar das Festliegen eines Tieres aufgrund von Pansenacidosen genannt. Nicht genannt wurde das Symptom eines tiefen Fettgehalts und auch das Fett-Eiweiss-Verhältnis wurde auf keinem Betrieb als kri-

tisch betrachtet. Pansenacidosen kommen nur bei einzelnen Tieren vor. Die Einteilung von Risikogruppen kann nicht nur nach den Milchleistungen (de Brabander et al. 1999) erfolgen, sondern kann auch tierindividuell je nach Laktationsphase geschehen. Nach Aussage der Betriebsleitenden waren wie erwartet vor allem Tiere in der Startphase der Laktation von Pansenacidosen betroffen. Dass die Betriebsleitenden für die Problematik sensibilisiert sind, zeigte sich daran, dass von den befragten Betriebsleiterinnen und -leitern deren elf (65 %) angaben, regelmässige Wiederkaubeobachtungen bei ihren Tieren durchzuführen.

Fütterung

Es wurde die zum Zeitpunkt der Erhebung aktuelle Winterfütterung untersucht. Mit Ausnahme eines Betriebs, der ausschliesslich Silage verfütterte, setzten alle Betriebe auf eine Kombination von Raufutter (Heu/ Emd) und Silagen (Gras- und Maissilage), wobei die Heuanteile in den Rationen erhebliche Unterschiede aufwiesen. Im Folgenden ist zwischen Grundmischration und aufgewerteter Grundmischration zu unterscheiden. Unter einer Grundmischration wird die Mischration verstanden, die den Tieren direkt aus dem Mischwagen vorgelegt wird. Die aufgewertete Grundmischration enthält je nach Bedarf zusätzlich Ausgleichsfutter (PAF, EAF, LF) und wird in der Regel gemäss den enthaltenen Nährstoffen für ein spezifisches Milchleistungspotenzial ausgeglichen. Eine Totalmischration im eigentlichen Sinne wurde auf keinem der untersuchten Betriebe vorgelegt. Das bedeutet, dass auf allen Betrieben, je nach Milchleistung der Tiere, noch zusätzlich zur Mischration Kraftfutter zugefüttert wurde (z. B. ab Kraftfutterstation, Vorlage von Hand). Daher können die Kraftfutteranteile in der Mischration sehr stark schwanken. Die Mischrationen bestanden im Durchschnitt aus sieben Komponenten, wobei das Maximum bei zehn und das Minimum bei zwei Komponenten lag. Ausser der Beigabe von Wasser in die Mischration wurden

Tab. 2: Eingesetzte Futterkomponenten in den aufgewerteten Grundmischrationen

Komponente	Anzahl Betriebe
Heu/Emd/Luzerneheu	16
GS/Luzernesilage	17
Maissilage	15
Zuckerrübenschnitzsilage	7
Stroh	1
CCM	1
Maiskolbenschrot	2
Soja (Schrot/Kuchen)	3
Treber	3
Kartoffeln	3
Proteinausgleichsfutter	5
Energieausgleichsfutter	2
Starterfutter	1
Mineralsalz	14
Viehsalz	8
Sirup/Fruchtsaft/Dextrose	3
Pansenpuffer	11

alle Komponenten erhoben (siehe Tab. 2). 88 Prozent der Mischrationen enthielten die drei Grundkomponenten Heu, Grassilage und Maissilage. Des Weiteren setzten elf Betriebe (gut 60 %) Pansenpuffer ein. Sechs der Betriebe (35 %) verfütterten entweder zusätzlich Heu in Einzelvorgabe zum Heu in der Mischration oder stellten dieses den Tieren separat neben der heulosen Mischration zur Verfügung. Der einzige Betrieb ohne Mischration setzte auf eine Einzelvorgabe der Futterkomponenten, bei der die Tiere das Futter selbst wählen konnten. Bei allen Betrieben kann davon ausgegangen werden, dass das Futter ad libitum vorlag, da mehrmals am Tag Futter nachgeschoben wurde.

Individuelle Gesamtrationen

Zur Berechnung des Strukturwerts (SW) einer Ration ist es wichtig, die gesamte Tagesration einer Kuh zu berücksichtigen und nicht allein die Mischration aus dem Futtermischwagen. Die Grenze für die Gesamtrationen bilden dabei die Maxima an Kraftfuttergaben gemäss den Angaben der Betriebsleitenden. Unter der Gesamtration versteht sich die gesamte Ration, die eine Kuh pro Tag frisst. Somit werden die leistungsstärksten Tiere des Betriebs berücksichtigt, die nach de Brabander auch die Risikogruppen für Pansenacidosen darstellen. Die Gesamtration wird in einen Raufutter- und einen Kraftfutteranteil eingeteilt. Unter Raufutter sind Futterkomponenten wie Heu

und Emd, Stroh, Grassilage und Maissilage (nicht aber Maiskolbenschrot etc.) zu verstehen. Unter Kraftfutter werden alle Futtermittel verstanden, die zur Raufuttermischung hinzukommen und die Futtermischung energie- und proteinmässig ergänzen. Dies können Nebenprodukte aus der Lebensmittelindustrie sein (z. B. Malztreber, Zuckerrübenschnitzel, Sojaschrot[-kuchen]), Produkte wie Maiskolbenschrot, Lieschkolbenschrot, Maiskörner, Eiweisserbsen oder auch industriell hergestellte Energie- und Eiweissergänzungsmittel sowie Leistungsfutter, die meist aus mehreren oben genannten Komponenten bestehen und verfahrenstechnisch zu Mehlen, Expandaten, Pellets und Flocken umgewandelt und gemischt wurden. Nicht betrachtet wurden die Minimalanteile an Viehsalz, Mineralstoffen und sonstigen Zusatzstoffen. Die Gabe von Pansenpuffern wurde hingegen bei der Berechnung der Strukturwerte mitberücksichtigt.

Futterlagerung und Entnahme

Die meisten Betriebe verfügten über einen belüfteten Heustock. Vereinzelt gab es Betriebe, die ihren gesamten Heuvorrat in gepresster Form (Rundballen, Quaderballen) lagerten. Doch oft kamen Kombinationen der verschiedenen Lagerformen vor.

Die Entnahme beziehungsweise Vorlage der Grassilage wurde meist mit Hilfe eines Front- oder Hofladers oder eines Krans bewerkstelligt. Zusätzliche mechanische Beanspruchungen durch Ballenauflösegeräte oder Ähnliches gab es nicht. Die Siloballen wurden meist direkt in den Futtermischwagen gegeben, ohne sie vorher zu bearbeiten. Bei den Zuckerrübenschnitzel-Silagen (ZRS) erfolgte die Entnahme bis auf eine Ausnahme entweder von Hand oder mit einem Kran. In einem Fall wurde die ZRS direkt mit dem Mais und der Grassilage in den Fahrsilo mit einsiliert. Die Entnahme erfolgte dementsprechend mit einem Schneidschild-Mischwagen mit der Maissilage zusammen. Die eingesetzten Malztreber wurden immer frisch verfüttert. Die Entnahme erfolgte in diesen Fällen von Hand.

Zur besseren Silagekonservierung wurden auf acht Betrieben bei der Grassilage Siliermittel eingesetzt. Ein Unterschied zwischen Problembetrieben und den restlichen Betrieben konnte jedoch nicht festgestellt werden, da die Verteilung ausgeglichen war.

Tab. 3: Mischdauer

Mischdauer in Minuten	6–10	11–15	16–20	>20
Anzahl Betriebe (ohne/mit Problemen)	5/3	1/3	1/2	0/1

Futtermischwagen

Auf den 16 Betrieben, die mit einem Futtermischwagen (FMW) vorlegten, waren je zehn Mischwagen mit einem horizontalen und sechs mit einem vertikalen Mischsystem ausgerüstet. Auf jenen Betrieben, die angaben, Strukturprobleme zu haben, konnte bezüglich des Mischsystems (horizontal, vertikal) kein aussagekräftiger Unterschied gefunden werden. Die Aufteilung erfolgt in fünf Horizontal- und vier Vertikalmischer. Die sieben Betriebe ohne Strukturprobleme verfügten ebenfalls über Horizontalmischer (5) und Vertikalmischer (2). Die Anzahl an Mischschnecken reichte von einer bis maximal vier Schnecken. Die Vertikalmischer waren alle mit einer Schnecke ausgerüstet. Alle Zeitangaben zur Mischdauer basieren auf den Aussagen der Betriebsleitenden. Die durchschnittliche Mischdauer aller Betriebe betrug 14,5 Minuten. Tabelle 3 zeigt die Aufteilung der Betriebe nach Mischdauer. Vor allem die Problembetriebe wiesen tendenziell höhere Mischdauern (>16 min) auf. Die durchschnittliche Mischdauer auf diesen Betrieben lag bei 17 Minuten (Max. 40 min; Min: 7,5 min), bei den restlichen Betrieben bei 11 Minuten (Max: 17 min; Min: 7,5 min). 15 von 16 Betrieben mit FMW mischten bereits während des Befüllens.

Unterschiede zwischen den Betrieben

Problembetriebe hatten durchschnittlich weniger Grassilageanteil in ihren Mischrationen. Beim Maiskolbenschrot waren die Anteile bei den Problembetrieben deutlich höher, obwohl auch hier erneut die grossen Schwankungen miteinbezogen werden müssen. Weder beim Malztreber- noch beim Zuckerrübenschnitzelanteil war ein Unterschied zwischen diesen beiden Betriebsgruppen zu erkennen. Getreide hingegen wurde nur auf Problembetrieben eingesetzt.

Die Anzahl zusätzlicher Kraftfuttergaben pro Tag liessen sich nicht genau beziffern. Bei den automatischen Kraftfutterstationen (9 Betriebe) kann aber von einer genügenden Verteilung der Kraftfuttergaben über den Tagesverlauf ausgegangen werden. 40 Prozent der Betriebe teilten Kraftfutter von Hand an der Krippe und sechs Prozent nur im Melkstand (max. 2 kg pro Melkung) zu.

TS-Gehalte Mischrationen

Je nach den TS-Gehalten der Einzelkomponenten variierten auch die TS-Gehalte der

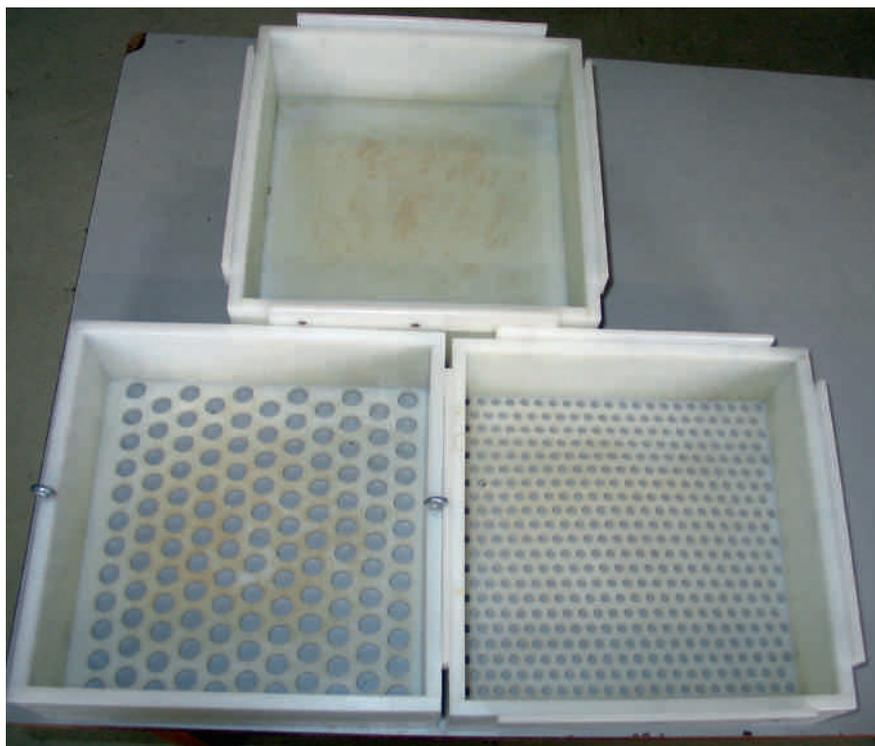


Abb. 2: Schüttelbox zur Bestimmung der unterschiedlichen Partikellängenanteile einer Mischration.

Mischrationen. Die TS-Gehalte entsprechen in etwa dem empfohlenen Wert von 40 Prozent. Der Mittelwert der Problembetriebe lag bei 40,3 Prozent, beim Rest der Betriebe bei 38,6 Prozent. Somit waren die Durchschnittswerte der Betriebe ohne Strukturprobleme leicht tiefer. Die Unterschiede zwischen den Betrieben (Minimum und Maximum gegenüber dem Mittelwert) waren bei den Problembetrieben rund viermal höher. Dies ist vor allem auf einen Betrieb mit hohem Trockengrasanteil zurückzuführen, der einen TS-Gehalt von knapp 52 Prozent in der Mischration aufwies.

TS-Gehalte Gesamtrationen

Etwas deutlicher als bei den Mischrationen fiel der Unterschied der TS-Gehalte bei den Gesamtrationen aus. Der durchschnittliche TS-Gehalt der Problembetriebe lag mit 47,4 gegenüber 43,6 Prozent der restlichen Betriebe deutlich höher als noch bei den Mischrationen. Erneut waren die Abweichungen zwischen den Einzelbetrieben bei den Problembetrieben grösser als bei den Betrieben ohne Probleme.

Krafftutteranteile

Die Krafftutteranteile wurden nach der oben definierten Einteilung berechnet. Dabei fällt auf, dass die Krafftutteranteile auf den Problembetrieben mit durchschnittlich 36,5

Prozent im Vergleich zu 29,7 Prozent um beinahe 7 Prozent höher ausfielen. Wiederum waren die Schwankungen jedoch doppelt so hoch wie bei den problemlosen Betrieben. Beim Rauffutteranteil in der Ration waren die Unterschiede auf den Problembetrieben ebenfalls grösser.

Schüttelbox-Analyse

Mit Hilfe der Schüttelbox-Analyse (Abb. 2) konnten die verschiedenen Mischrationen bezüglich ihrer Partikelgrössen unterteilt werden. Nach Empfehlungen der Pennsylvania State University sollten die Anteile in den Siebkästen A bis C für eine TMR wie folgt unterteilt sein:

A > 1,9 cm = 6–10 %, B 0,8–1,9 cm = 30–50 %, C < 0,9 cm = 40–60 %.

Die untersuchten Betriebe, auch jene, bei denen der Verdacht auf Strukturprobleme bestand, erfüllten im Schnitt die Empfehlungen zum Mindestanteil von Partikeln im Siebkasten A. Im Mittel lagen die Anteile im obersten Siebkasten (A) mit 40,5 Prozent sehr hoch (Tab. 4). Vergleicht man jedoch die Ergebnisse der Betriebe untereinander,

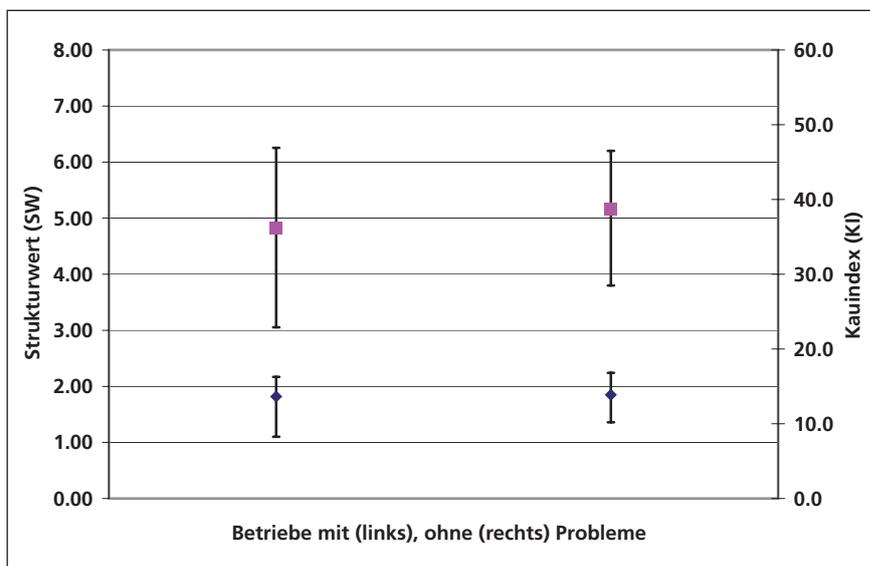


Abb. 3: Mittelwerte sowie Minimum und Maximum der Strukturwerte (◆) und des Kauindex (■) der Gesamtration mit maximaler Krafftuttergabe für die Betriebe mit und ohne Probleme.

Tab. 4: Schüttelbox-Analysen

Siebkasten	A	B	C
	> 1,9 cm	0,8–1,9 cm	< 0,9 cm
Anteil in TMR (Empfehlung)	6–10 % oder mehr	30–50 %	40–60 %
Durchschn. alle Betriebe	40,5 %	23,7 %	35,8 %
Durchschn. Problembetriebe	34,8 %	26,4 %	38,8 %
Durchschn. Betriebe ohne Probleme	47,8 %	20,2 %	32,0 %

Tab. 5: Notwendige Strukturwerte nach Milchleistung und Laktation

Laktation	Milchleistung (kg/Tag)												
	20	30	34	38	40	44	46	48	50	54	58	60	64
bis 3	0,95	1,05	1,09	1,13	1,15	1,19	1,21	1,23	1,25	1,29	1,33	1,35	1,39
4	0,87	0,97	1,01	1,05	1,07	1,11	1,13	1,15	1,17	1,21	1,25	1,27	1,31
5 und mehr	0,85	0,95	0,99	1,03	1,05	1,09	1,11	1,13	1,15	1,19	1,23	1,25	1,29

Quelle: de Brabander et al., 1999

so fällt auf, dass der Durchschnitt im Siebkasten A bei den Problembetrieben um fast 13 Prozent tiefer lag als jener der restlichen Betriebe. Die Problembetriebe wiesen im Siebkasten B und C überdurchschnittlich hohe Werte auf, im Siebkasten A hingegen tiefere. Das bedeutet, dass die Feinpartikelanteile (bis 1,9 cm) in den Mischrationen der Problembetriebe durchschnittlich höher waren als bei Betrieben ohne Strukturprobleme. Der Feinpartikelanteil, das heisst Partikel, die kleiner sind als 1,9 Zentimeter, machten bei den Problembetrieben im Durchschnitt einen Anteil von gut 65 Prozent aus. Im extremsten Fall stieg dieser Anteil bis auf 94 Prozent an, was jedoch immer noch innerhalb der amerikanischen Empfehlungen liegt.

Strukturwerte und Kauindex

Für jeden Betrieb wurde der Strukturwert und der Kauindex (KI) der Gesamtration mit den maximalen Kraftfuttermengen berechnet (Abb. 3). Das daraus resultierende durchschnittliche Milchproduktionspotenzial (MPP) lag bei knapp 42 kg, der Maximalwert bei 55 kg und der Minimalwert bei 30 kg. Hierbei handelte es sich um das MPP mit der höchsten Kraftfuttermenge. Die Strukturwerte nach de Brabander wurden sowohl nach dem Rohfasergehalt als auch nach dem NDF-Gehalt berechnet. Die Strukturwerte der Gesamtration nach RF und nach NDF unterschieden sich nur unwesentlich. Der Einsatz von Pansenpuffer wird in der Berechnung des SW berücksichtigt. Der Pansenpuffer bewirkte eine rechnerische Erhöhung des SW um 0,01 bis 0,03. Der höchste SW aller Rationen lag bei zirka 2,2 der Minimalwert bei 1,1; dies kommt der kritischen Grenze von 1,0 sehr nahe. Die Mittelwerte der Strukturwerte des Raufutters unterschieden sich stärker und waren zudem um einiges höher als bei der Gesamtration. Der Strukturwert der Gesamtration fiel mit zunehmendem Kraftfutteranteil. Die Betriebe mit den höchsten Kraftfutteranteilen wiesen jedoch nicht die niedrigsten Strukturwerte auf. Mit diesen relativ hohen Strukturwerten kamen die meisten Betriebe erst gar nicht

in einen für das Hochleistungstier kritischen Bereich. Tabelle 5 zeigt die minimalen Strukturwerte für Tiere verschiedener Alters- und Leistungsklassen nach den Korrekturvorschlägen von de Brabander. Dies bedeutet, dass eine Kuh mit 40 Liter Tagesmilch, die in der 3. Laktation steht, mindestens einen Strukturwert von 1,15 benötigt, um einer Pansenacidose vorzubeugen. Nur gerade zwei der Betriebe kamen laut Berechnung in einen kritischen Bereich, wobei einer davon angab, keine Probleme mit Pansenacidosen zu haben.

Die Mittelwerte des Kauindex lagen mit 36,2 (mit Problemen) und 38,6 (ohne Probleme) ebenfalls nahe beieinander, die Minima und Maxima wiesen bei den Betrieben mit Problemen eine grössere Spanne auf.

Diskussion der Resultate

Die Tatsache, dass zirka zwei Drittel der Betriebe Pansenpuffer einsetzten, deutet darauf hin, dass die Mehrheit der Betriebsleitenden in der Vergangenheit mit subakuten oder sogar akuten Pansenacidosen konfrontiert waren oder dass sie ein Auftreten befürchteten. Eine hohe durchschnittliche Milchleistung führt nicht zwingend zu Acidoseproblemen. Fünf Betriebe ohne Probleme wiesen einen Herdendurchschnitt von über 9000 kg, zwei davon sogar über 10000 kg auf. Bei den Problembetrieben (9) wiesen ebenfalls fünf Betriebe einen Herdendurchschnitt von 9000 kg oder mehr auf, wovon zwei einen solchen von 10000 kg und mehr. Dass die Hochleistungsbetriebe tendenziell grössere Kraftfutteranteile an der Gesamtration verfüttern, war zu erwarten. Doch auch zwischen der Höhe des Kraftfutteranteils und dem Auftreten von Pansenacidosen konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden, was die vorherige Aussage über Acidoseprobleme auf Hochleistungsbetrieben stützt.

Auswirkungen der mechanischen Bearbeitung des Futters konnten nicht nachgewiesen werden. Zwar hat die Erhebung ge-

zeigt, dass auf Problembetrieben mit dem Futtermischwagen durchschnittlich sechs Minuten länger gemischt wird, doch liess sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Mischdauer und dem Auftreten von Pansenacidosen nachweisen.

Einen signifikanten Zusammenhang gab es hingegen zwischen der Höhe des Kraftfutteranteils und dem errechneten Strukturwert der Gesamtration. Der Strukturwert der Gesamtration nimmt mit zunehmendem Kraftfutteranteil ab. Ein hoher Kraftfutteranteil hat jedoch nicht zwingend zur Folge, dass der Strukturwert der Gesamtration tief ist. Die Struktur des eingesetzten Raufutters sowie die Kraftfuttermittelarten spielen dabei ebenfalls eine grosse Rolle.

Die sehr unterschiedlich zusammengesetzten Rationen aus dem Futtermischwagen enthielten einen relativ grossen Anteil an Raufutter, von diesem bestand wiederum ein grosser Teil aus Dürrfutter und Grassilage. Die Schüttelbox-Analyse eignet sich für solche «grasbetonten» Mischrationen nur bedingt, da sie für nordamerikanische Verhältnisse mit hohem Maissilageanteil in der Ration entwickelt wurde. Nach den entsprechenden Empfehlungen wären alle 16 untersuchten Betriebe mit ihren Mischrationen im «grünen Bereich» und sollten keine Strukturprobleme aufweisen. Das zweite Problem liegt darin, dass der Kraftfutteranteil, der ab Kraftfutterstation dazugefüttert wird, in der Interpretation der Auswertung nicht mitberücksichtigt wird. Insofern müsste die Interpretation der Schüttelbox-Analyse diesem Umstand angepasst werden. Die Auswertung hat gezeigt, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Feinpartikelanteil und dem Auftreten von Pansenacidosen vorhanden ist. Da die Stichprobengrösse sehr klein war und die Werte zu Pansenacidosen auf Angaben der Betriebsleitenden beruhen, sind allgemein gültige Aussagen nur bedingt möglich. Der Feinpartikelanteil war der einzige Parameter, der einen Trend zum Auftreten einer Pansenacidose aufzeigte.

Der Strukturwert sollte Hinweise auf eine ungenügende Struktur der Wiederkäuerration geben. Ein solcher Zusammenhang

wurde in der Erhebung nicht ersichtlich. Das heisst, es gab einerseits Betriebe, die mit einem relativ tiefen Strukturwert keine Probleme feststellten. Dies deutet darauf hin, dass sich einige Betriebe ihrer Strukturproblematik bewusst waren und dementsprechend rechtzeitig reagieren konnten, indem zum Beispiel die Fütterung der Hochleistungstiere so gestaltet wurde, dass keine Pansenacidosen mehr entstanden, obwohl die Rationen sich bezüglich des Strukturgehalts in der Gesamtration von Einzeltieren an der Grenze bewegten. Dazu gehört auch die Tatsache, dass zwei Drittel der Problembetriebe vorsorglich Pansenpuffer einsetzten. Andererseits konnten die Strukturprobleme einiger Betriebe anhand des Strukturwerts nicht erklärt werden. Welche Auswirkungen die mechanischen Bearbeitungen auf die Struktur im Futter haben, lässt sich mit dieser Untersuchung nicht eindeutig beschreiben. Die Berechnung des Strukturwerts berücksichtigt die Auswirkungen einer mechanischen Behandlung nicht, ausser bei der Häcksellänge von Mais und auch da nur sehr geringfügig. Die rechnerische Erhöhung des Strukturwerts von 0,01 bis 0,03 beim Einsatz von Pansenpuffer ist relativ gering, und es stellt sich die Frage, ob sie die tatsächliche Wirkung des Puffers wiedergibt.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchung auf den Betrieben hat gezeigt, dass in der Praxis eine Strukturbewertung von Gesamtrationen mit Hilfe des Strukturwerts nach de Brabander et al. für Schweizer Verhältnisse wenig aussagekräftig ist. Das bedeutet, dass mit Hilfe der berechneten Strukturwerte in der Praxis kaum Aussagen zum Auftreten von Strukturproblemen auf Betrieben gemacht werden können. Für Betriebe im Grenzbereich zu Strukturproblemen ist dieses Berechnungsmodell zu ungenau und zeitaufwändig. Aussagen zu den Ursachen von Strukturproblemen sind somit weiterhin schwierig. Der vorbeugende Einsatz von Pansenpuffern kann dazu führen, dass erste Symptome als Hinweise auf einen Strukturmangel durch die Betriebsleitung nicht erkannt werden können. Es hat sich bestätigt, dass in der Gesamtration die Höhe des Kraftfutteranteils eine wesentliche Rolle auf deren Struktur spielt. Je höher der Kraftfutteranteil, desto mehr steigt das Risiko von Strukturproblemen. Ein hoher Kraftfutteranteil bringt jedoch

Struktur

Physikalische Struktur ist das Mass, in dem ein Futtermittel durch seine Menge und die Eigenschaften seiner Kohlenhydrate zu einer optimalen und stabilen Pansenentigkeit beiträgt (Dohme).

Strukturwert (SW) nach de Brabander

Dimensionsloser Wert für Futterkomponenten abgeleitet aus Kauzeitmessungen und Fütterungsversuchen. Ein SW von 1 je kg Trockenmasse ist zur Versorgung einer Kuh mit 25 kg Milchleistung erforderlich.

Kauindex (KI) nach Norgaard

Dimensionsloser Wert für Futterkomponenten abgeleitet aus Kau- und Wiederkauzeitmessungen und Fütterungsversuchen. Ein KI zwischen 25 und 50 gilt als optimal.

nicht zwingend Strukturprobleme mit sich. Sie sind durch intensive Beobachtung der Herde und die Kontrolle der Gesamtration für das Einzeltier vermeidbar.

Mit der Schüttelbox-Analyse kann die Mischration untersucht werden, sie berücksichtigt aber nicht die zusätzlich in der Kraftfutterstation verabreichten Ergänzungsfutter, die gerade bei den gefährdeten Hochleistungstieren eine grosse Rolle spielen. Die Resultate haben gezeigt, dass mit der Schüttelbox-Analyse allenfalls Zusammenhänge zwischen den Feinpartikelanteilen in der Mischration und dem Auftreten von Strukturproblemen erfasst werden können. Die Interpretation der Resultate nach der Pennsylvania State University lässt sich aber nicht direkt auf schweizerische Praxisgegebenheiten übertragen. Der Grund liegt vor allem im höheren Grasanteil der Wiederkäuerfütterung in der Schweiz. Negative Auswirkungen der mechanischen Bearbeitung des Wiederkäuerfutters auf die Struktur konnten nicht nachgewiesen werden. Diese Resultate decken sich mit jenen der 2006 an ART durchgeführten Versuche zur Beurteilung der Futterstruktur in Mischrationen für Milchkühe. Die Untersuchung hat aufgezeigt, dass bezüglich der Bewertung von Struktur im Wiederkäuerfutter noch grosse Unsicherheit besteht. Die angewandten Strukturbewertungssysteme lassen sich nur bedingt auf die in der Praxis herrschenden Gegebenheiten anwenden. Das Ziel in Zukunft wird es sein, ein praxistauglicheres Strukturbewertungssystem einzuführen oder ein Monitoringsystem für das Wiederkauen zu entwickeln. Die Bewertung sollte sich auf schweizerische Gegebenheiten abstützen und auf eine einfache und schnelle Art erfolgen wie zum Beispiel mit der Berechnung des Kauindex (siehe Dohme und Meyer) im neuen Fütterungsplan von Agridea.

Literatur

De Brabander D.L., J.M. Vanacker, J.L. De Boever and N. Geerts, 2002: Evaluation and effects of physical structure in dairy cattle nutrition. In "Recent developments and perspectives in bovine medicine" ed. by M. Kaske, H. Scholz and M. Höltershinken. XXII World Buiatrics Congress, Hannover, 18–23 August, p. 182–197.

Lammers B. P., Buckmaster D.R., and Heinrichs A.J., 1996: A Simple Method for the Analysis of Particle Sizes of Forage and Total Mixed Ration. *Journal of Dairy Science* 79 5, 922–928.

Nydegger F., Kunz C., 2006: Beurteilung der Futterstruktur in Mischrationen für Milchkühe, ETH Tagung Mai 2006.

Steinwider A. Z., E. 2003: Einfluss von Partikellänge und Trockenmassegehalt von Grassilage bei unterschiedlichem Kraftfutterniveau auf Pansenparameter, Verdaulichkeit und Futteraufnahme von Rindern. 30. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 24.–25. April 2003, Bericht BAL Gumpenstein 2003, S. 1–21.

NØRGAARD, P., 1985: Physical structure feeds for dairy cows. (A new system for evaluation of the physical structure in feedstuffs and rations for dairy cows). CEC-workshop. New developments and future perspectives in research on rumen function, 25.–27. June, Ørum, Sonderlyng, Denmark.

Dohme F., Rérat M. 2007: Pansenacidose bei der Milchkuh, ALP aktuell 2007, Nr. 26.

Meyer U., 2006: Strukturbewertung von Futtermitteln und Rationen – Stand – Praxisergebnisse – internationaler Vergleich, FAL Braunschweig.

Anfragen über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen angefordert werden, Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@art.admin.ch, Internet: www.art.admin.ch

ZH	Berger Stephan, Strickhof, 8315 Lindau, Telefon 052 354 99 52 Blum Walter, Strickhof, 8315 Lindau, Telefon 052 354 98 24 Mayer Gerd, Strickhof, 8315 Lindau, Telefon 052 354 99 16	FR	Zwahlen Fabian, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
BE	Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof, Zollikofen, Telefon 031 910 52 10 Hofmann Hans Ueli, Inforama Rütli und Waldhof, 3052 Zollikofen, Telefon 031 910 51 54	SO	Ziörjen Fritz, Landw. Bildungszentrum Wallierhof, 4533 Riedholz, Telefon 061 552 21 21
LU	Moser Anton, LBBZ Schüpfheim, 6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00 Widmer Norbert, LBBZ, Sennweidstrasse, 6276 Hohenrain, Telefon 041 914 30 77	BL	Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain, 4450 Sissach, Telefon 061 552 21 21
UR	Hörler Cyrill, LBBZ Seedorf, 6462 Seedorf, Telefon 041 870 14 94	SH	Hauser Peter, LBZ Charlottenfels, 8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
SZ	Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22	AI	Landw. Beratungsdienst AI, Gaiserstrasse 8, 9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
OW	Amgarten Martin, Amt für Landwirtschaft und Umwelt, 6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 15 Müller Erwin, BWZ Obwalden, 6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16	AR	Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR, 9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
NW	Schlegel Sabrina, Amt für Landwirtschaft, Kreuzstr. 2, 6371 Stans, Telefon 041 618 40 01	SG	Lehmann Ueli, Landw. Zentrum SG, 9465 Salez, Telefon 081 758 13 19 Steiner Gallus, Landw. Zentrum SG, 9230 Flawil, Telefon 071 394 53 94
GL	Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29, 8750 Glarus, Telefon 055 646 66 40	GR	Merk Konrad, LBBZ Plantahof, 7302 Landquart, Telefon 081 307 45 35
ZG	Gut Willi, LBBZ Schluechthof, 6330 Cham, Telefon 041 784 50 54 Villiger Albert, LBBZ Schluechthof, 6330 Cham, Telefon 041 784 50 59	AG	Astrid Böll, LBBZ Liebegg, 5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
		TG	Baumgartner Christof, BBZ Arenenberg, 8268 Salenstein, Telefon 071 663 33 06 Dubach Michael, BBZ Arenenberg, 8570 Weinfelden, Telefon 071 626 10 50
		TI	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53
		AGRIDEA	Abteilung Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 00

Impressum

Herausgeber: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART,
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen; Redaktion Etel Keller-Doroszlai, ART

Die ART-Berichte erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr, im Jahresabonnement
Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: ART, Bibliothek,
CH-8356 Ettenhausen. Telefon +41 (0)52 368 31 31, Fax +41 (0)52 365 11 90,
doku@art.admin.ch, www.agroscope.ch

Die ART-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports ART» erhältlich.
ISSN 1661-7568. Die ART-Berichte sind im Volltext im Internet (www.agroscope.ch)