

Milchviehfütterung – Konventionelle Ration oder Totalmischration (TMR) vorlegen?

Ein Leistungs- und Verfahrensvergleich

Franz Nydegger, Matthias Schick und Helmut Ammann, Acroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen
E-Mail: franz.nydegger@fat.admin.ch

In einem zweijährigen Versuch klärte die FAT den Einfluss einer Totalmischration (TMR) auf die Leistung, die Futteraufnahme und die körperliche Verfassung von Milchkühen gegenüber konventioneller Futtervorlage ab. Im Folgenden sind die Ergebnisse beider Versuchsjahre zusammengefasst. Über beide Versuchsjahre gemittelt ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Verfahren mit konventioneller Vorlage einer Grundmischration und individueller Ergänzungsfütterung an der Kraftfutterstation und der TMR in Bezug auf den Verzehr an Grundration. Dagegen wies die TMR-Gruppe bei einem tieferen Kraftfutterverzehr eine rund 1,3% niedrigere Milchleistung auf. Der Verlauf der Milchleistung und der Körperkondition,

gemessen anhand des Body Condition Scores (BCS-Indexes), über die Laktationsabschnitte war unterschiedlich. Dies wird in der Literatur bestätigt.

In einem Verfahrensvergleich mit arbeits- und betriebswirtschaftlicher Beurteilung erwies sich die TMR als kostengünstiger. Allerdings hängen die Kostenvorteile vor allem vom Verzicht auf eine Kraftfutterstation und einen geringeren Kraftfuttereinsatz ab. Es ist kaum zu erwarten, dass die möglichen Kostenvorteile die Betriebsleiter zum Umstellen auf eine konsequente TMR-Fütterung veranlassen werden, zu gross sind die Unsicherheiten (Unterversorgung Startphase, Verfettungsgefahr Ende Laktation), verursacht durch den Wegfall der individuellen Versorgung der Kühe.

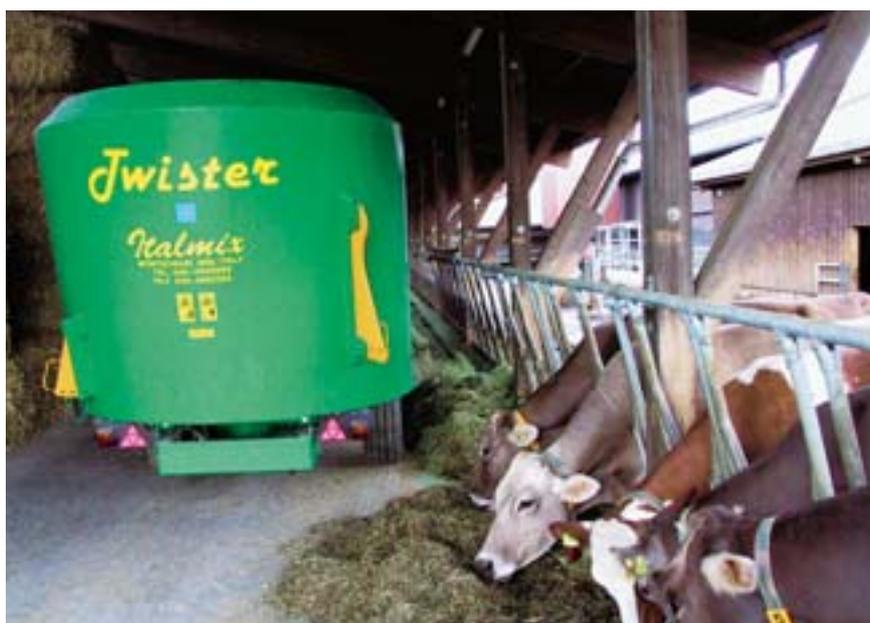


Abb. 1: Der Futtermischwagen erleichtert die körperliche Arbeit bei der Futtervorlage. Beim Zubereiten einer Totalmischration mischt er auch das Ergänzungsfutter in die Ration, auf die Kraftfutterstation kann verzichtet werden.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
TMR-Versuch FAT	2
Resultate zusammengefasst	3
Vergleich mit der Literatur	8
Schlussfolgerungen	9
Literatur	10

Problemstellung

Dem Verfahren Total-Misch-Ration (TMR) werden positive Effekte auf die Milchleistung, die Fütterungskosten, die Futtermittelaufnahme und die Gesundheit der Kühe zugeschrieben. Die TMR stellt einen wesentlichen Bruch zum seit rund 30 Jahren propagierten und zum grossen Teil praktizierten Fütterungsverfahren mit individueller Ergänzungsfuttermittelgabe dar. Ob das Verfahren sich auch unter schweizerischen Rahmenbedingungen, das heisst bei Rationen mit höherem Grundfutter- und insbesondere Heuanteil von hochwertiger Qualität, sowie eher tieferen mittleren Laktationsleistungen bewährt, sollte eine vergleichende Untersuchung zeigen. Der FAT-Bericht 599 beschreibt das Verfahren. In vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse des Versuchs zusammengefasst und mit der Literatur verglichen. Weiter erfolgen die arbeits- und betriebswirtschaftliche Beurteilung, ein Verfahrenvergleich und eine Gesamtbeurteilung des Verfahrens.

TMR-Versuch FAT

Der Versuchsaufbau wurde im FAT-Bericht 599 beschrieben. Es erfolgt deshalb lediglich eine Zusammenfassung der Versuchsanordnung und der Ergebnisse beider Versuchsjahre.



Abb. 3: Selbstbefüller können die Silage am Flachsilo dank einer Fräse, einem Reisskamm oder wie im Bild mit einem Schneidschild entnehmen.

Versuchsanordnung

Aus der FAT-Herde mit einem Leistungsniveau von rund 7000 kg Milch/Laktation wurden 17 Tierpaare nach den Kriterien Alter, Laktationstag, letzte Laktation und Milchleistung gebildet und auf die Referenz- und die TMR-Gruppe verteilt.

Für die Versuchsgruppe war die TMR-Ration ab Anfüterung bis zum Trockenstellen ausgelegt auf zirka 24,5 kg Milch je Tag im ersten Versuchsjahr und auf 25,5

kg Milch je Tag im zweiten Versuchsjahr, was der durchschnittlichen Milchleistung der Kühe ab zweiter Laktation entspricht. Die Referenzgruppe erhielt ab Anfüterung bis zum Trockenstellen eine Mischration, ausgelegt auf zirka 19 kg Milch je Tag, tierindividuell ergänzt mit Ergänzungsfuttermittel an der KF-Station.

Die Grundration bestand für beide Gruppen aus den Komponenten Belüftungsheu, Mais-, Gras- und Zuckerrübenschnitzsilage. Der durchschnittliche Energiegehalt

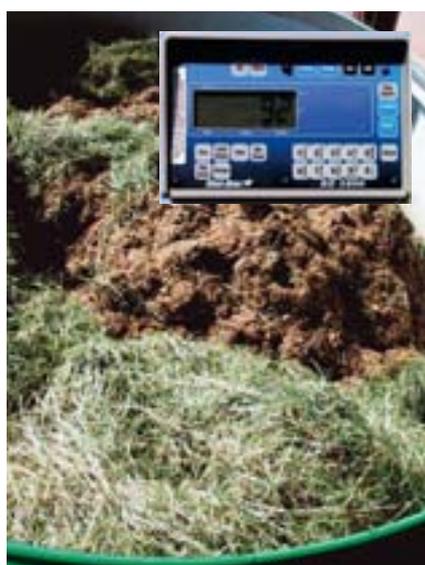


Abb. 2: Dank einer eingebauten Waage lassen sich die verschiedenen Futterkomponenten mit geringen täglichen Unterschieden im Anteil zugeben und mischen.

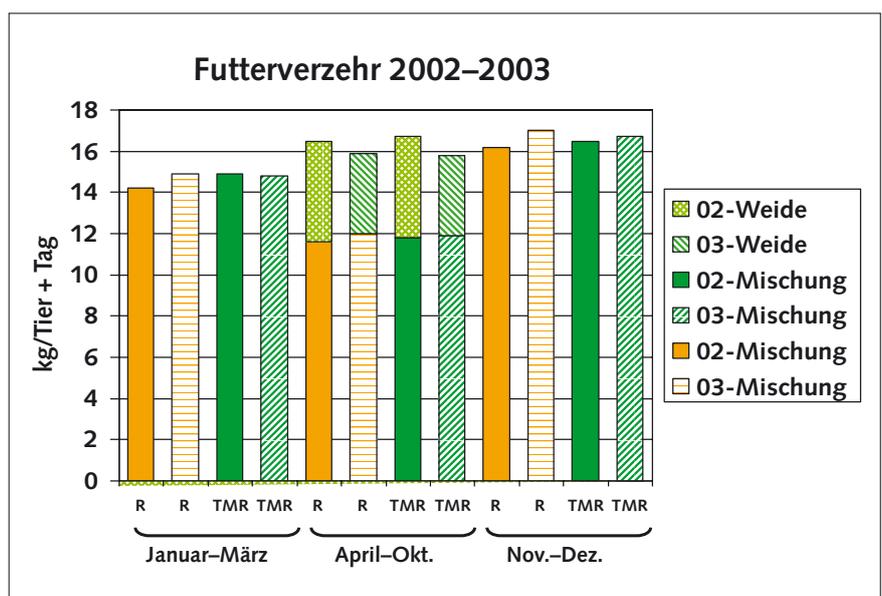


Abb. 4: Durchschnittlicher Verzehr der Grundration (ohne Ergänzungsfuttermittel) in kg TS pro Kuh und Tag für die Referenz (R) und die TMR-Gruppe in der Winter- (Januar bis März und November bis Dezember) und Sommerfütterung (April-Oktober).

Resultate zusammengefasst

KF-Verzehr/Kuh 2002–2003

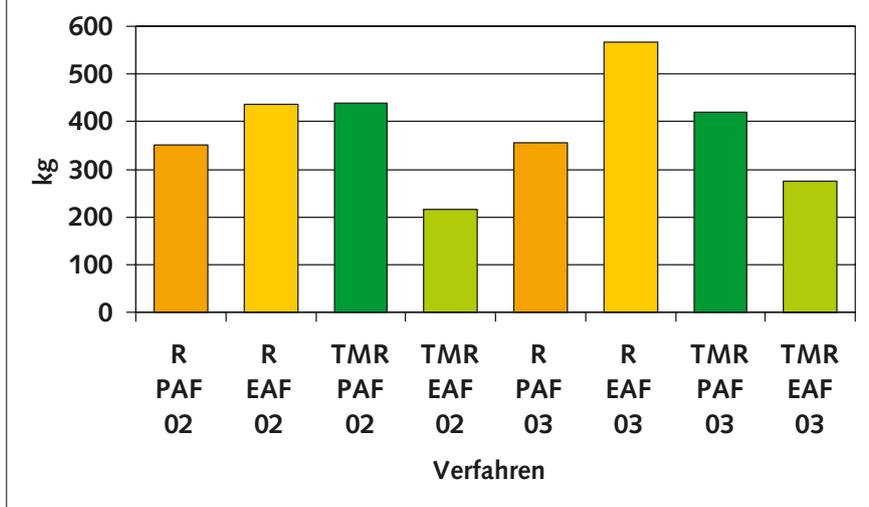


Abb. 5: Die nach Leistung und Laktationsabschnitt zugeteilten Ergänzungsfuttermengen (PAF Proteinergänzungs- und EAF Energieergänzungsfutter) lagen bei der Referenzgruppe höher als die auf der durchschnittlichen Milchleistung basierenden Mengen für die TMR-Gruppe.

Verzehr Grundration

Die Referenzgruppe verzehrte in den Monaten Januar bis März im Durchschnitt 14,2 kg/Kuh und Tag (KT) der Grundration im Jahr 2002 und 14,9 kg/Kuh und Tag im Jahre 2003 (Abb. 4). Die TMR-Gruppe verzehrte in den Monaten Januar bis März im Durchschnitt im Jahr 2002 14,9 kg TS/KT, im Jahr 2003 14,8 kg TS/KT Grundration.

Während der Weideperiode von April bis Oktober setzte sich der Verzehr aus der im Stall vorgelegten Mischung und dem auf der Weide gefressenen Gras zusammen. Von der Mischung verzehrte die Referenzgruppe 2002 11,6 kg und 2003 12 kg TS/KT, die TMR-Gruppe 2002 11,8 kg TS/KT und 2003 11,9 kg TS/KT.

Im Sommer 2002 lag der mit Hilfe von Weidefensern nach Mosimann (2001) erhobene Verzehr von Gras mit 4,9 kg TS rund 1 kg TS über der Vorgabe von 4 kg bei der Rationenberechnung. Der Sommer 2003 mit einer langen Wärmeperiode dämpfte den Grasaufwuchs. Der Verzehr auf der Weide sank dadurch auf rund 3,9 kg TS/KT.

Von November bis Dezember beliefen sich die Verzehrswerte bei der Referenzgruppe 2002 auf 16,2 kg TS/KT und 2003 auf 17,0 kg TS/KT, bei der TMR-Gruppe 2002 auf 16,5 kg TS/KT und 2003 auf 16,7 kg TS/KT.

Die TMR-Gruppe verzehrte somit im ersten Jahr im Durchschnitt zwischen 0,3 und 0,6 kg TS/KT mehr von der Grundration als die Referenzgruppe. Im zweiten Jahr bestätigte sich allerdings dieser Unterschied nicht, da die TMR-Gruppe zwischen 0,1 und 0,3 kg TS weniger aufnahm. Im Durchschnitt beider Winterfütterungsperioden verzehrten die Referenzkühe 15,2 kg TS/KT und die TMR-Kühe 15,4 kg TS/KT.

Verzehr Ergänzungsfutter

Die zugeteilten Ergänzungsfuttermengen lagen bei der Referenzgruppe mit 786 kg/Kuh im Jahr 2002 und 922 kg/Kuh im Jahr 2003 höher als bei der TMR-Gruppe mit rund 654 kg/Kuh im Jahr 2002 und 695 kg/Kuh im Jahr 2003. Der Einsatz an Kraftfutter je kg ECM betrug bei der Referenzgruppe 2002 0,12 kg und 2003 0,13 kg, bei der TMR-Gruppe in beiden Jahren 0,10 kg.

Milchleistung nach Laktationsabschnitt 2002–2003

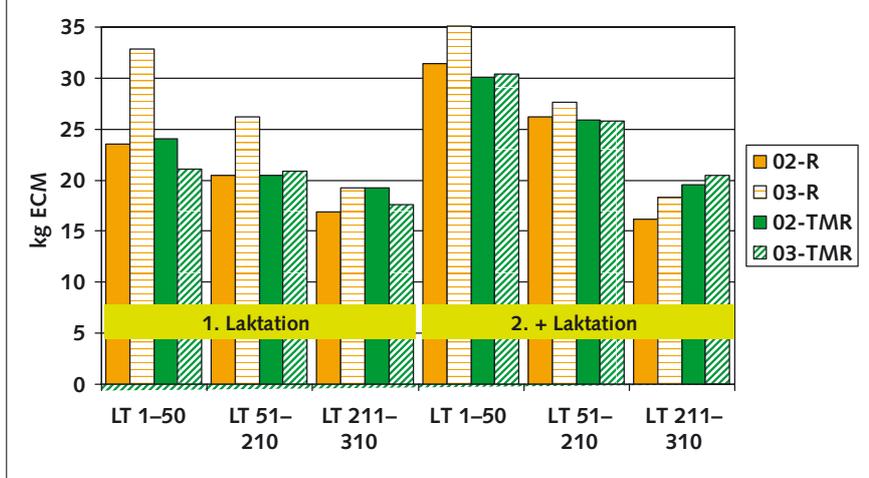


Abb. 6: Durchschnittliche Milchleistung der Versuchsgruppen in kg ECM über die Versuchsdauer. Die Kühe der Referenzgruppe (R) wiesen 2003 eine höhere Startleistung auf und fielen gegen Ende der Laktation weniger stark ab als im Vorjahr. Es zeigt sich, dass die TMR-Gruppe sowohl bei den 1. Laktierenden als auch ab der 2. Laktation eine bessere Persistenz aufweist als die Referenzgruppe.

lag um 6,2 MJ NEL bei der Referenz- und bei 6,3 MJ NEL bei der TMR-Gruppe. Im Sommer wurden auch die Versuchstiere täglich vier Stunden geweidet. Im Durchschnitt der Sommermonate bestand die Grundration aus 12 kg TS/Kuh und Tag (KT). Zeitweise erfolgte eine Korrektur dieses Wertes um zirka 1 kg TS/KT nach oben oder unten in Abhängigkeit des Grundfutterangebots auf der Weide.

Beiden Gruppen wurde das Futter mit dem Futtermischwagen vorgelegt. Zur Ergänzung der Grundration kamen ein Proteinausgleichsfutter und ein Energieausgleichsfutter sowohl an der KF-Station als auch im Futtermischwagen bei der TMR zum Einsatz.

Milchleistung

Ein Vergleich der energiekorrigierten Milchleistung (kg ECM) zeigte 2002 im Durchschnitt des ganzen Jahres nur sehr geringe Unterschiede. 2003 erbrachten die Kühe der Referenzgruppe eine höhere Startleistung und fielen gegen Ende der Laktation weniger stark ab als 2002. Die durchschnittliche Leistung der Kühe ab der zweiten Laktation lag für die Referenzgruppe 2002 bei 24,7 kg und 2003 bei 25,7 kg ECM und für die TMR-Gruppe 2002 bei 24,5 kg und 2003 bei 25,0 kg ECM.

Die 1. Laktierenden der Referenzgruppe erzielten 19,5 bzw. 23,2 kg und in der TMR-Gruppe 20,3 kg bzw. 19,7 kg ECM/KT.

Anhand der durchschnittlichen Milchleistungen nach Laktationsabschnitten zeigt sich, dass die TMR-Gruppe sowohl bei den 1. Laktierenden als auch ab der 2. Laktation eine bessere Persistenz aufweist als die Referenzgruppe. Im zweiten Versuchsjahr erbrachten die Referenzkühe vor allem aufgrund der höheren Einsatzleistung eine um 3% höhere Milchleistung. Im Mittel beider Jahre betrug die Mehrleistung der Referenzgruppe 1,3%. Die mittleren Milchleistungen nach Laktationsabschnitten mit den Minimum- und Maximumwerten der Kühe, die sich beide Jahre in den entsprechenden Gruppen befanden, sind in Abb. 7 und 8 dargestellt. In beiden Gruppen sind die Kühe mit einer Leistungssteigerung in der Mehrheit, bei der Referenzgruppe ist die Steigerung im ersten Laktationsabschnitt am deutlichsten.

Körperkondition

Die alle drei Wochen durchgeführte Aufnahme des Body Condition Scores (BCS) diente der Beurteilung der Körperkondition. Bei den Tieren in der 1. Laktation verliefen die BCS-Werte im ersten Versuchsjahr bis Ende Laktation bei beiden Gruppen parallel.

Bei den Kühen ab der 2. Laktation ist in der TMR-Gruppe ein grösserer Abfall und Wiederanstieg des BCS-Wertes festzustellen. 2002 beträgt der Anstieg der BCS-Werte von Anfang gegen Ende der Laktation 0,3 Punkte.

2003 starteten die Referenzkühe in der 1. Laktation mit hohem durchschnittlichem BCS-Wert von 4,0, sanken Mitte Laktation auf 3,7 und stiegen gegen Ende Laktation auf 3,8 an. Die TMR-Kühe der 1. Laktation starteten relativ tief mit 3,0 und stiegen danach auf 3,3 BCS-Punkte an.

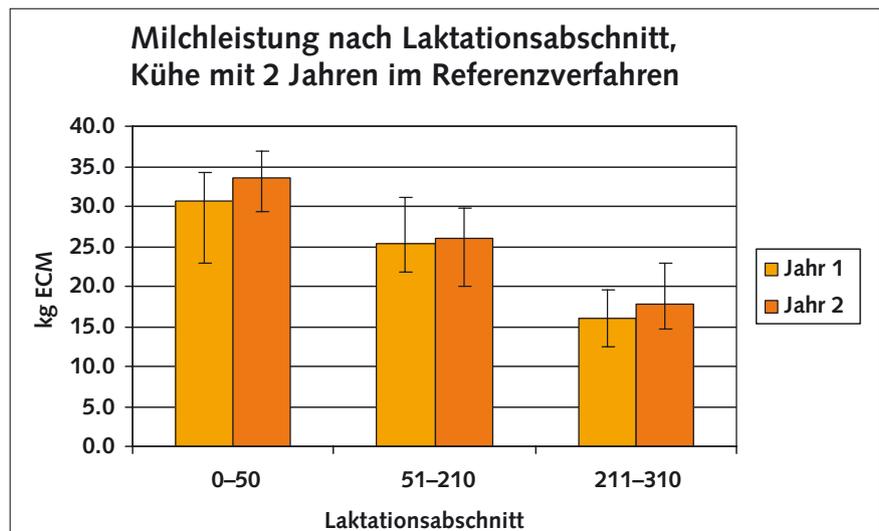


Abb. 7: Durchschnittliche Milchleistung sowie Minimum- und Maximumwerte der Kühe, die zwei Jahre in der Referenzgruppe gefüttert wurden. Die Leistungssteigerung betrug rund 10% im ersten, 2% im 2. und 12% im 3. Laktationsabschnitt.

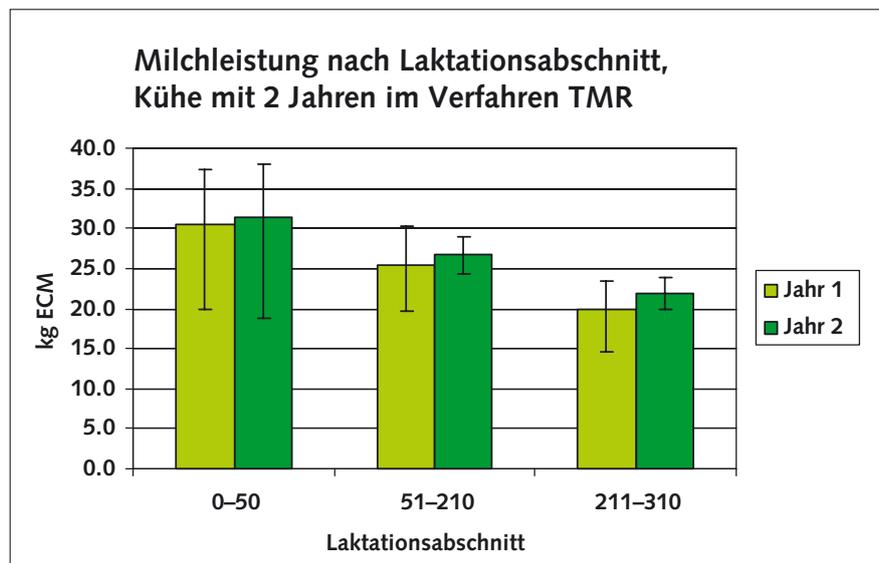


Abb. 8: Durchschnittliche Milchleistung sowie Minimum- und Maximumwerte der Kühe, die zwei Jahre mit TMR gefüttert wurden. Die Leistungssteigerung betrug rund 3% im ersten, 4,6% im 2. und 10% im 3. Laktationsabschnitt.

Bei den Kühen der höheren Laktationen bestätigte sich der stärkere Abfall des BCS-Wertes der TMR-Gruppe von Anfang bis Mitte Laktation. Gegen Ende Laktation legten aber 2003 beide Gruppen 0,5 bis 0,6 Punkte zu und erreichten vor dem Abkalben Werte von etwas über 4. Die BCS-Werte nach dem Abkalben zeigen, dass die Referenzgruppe 2002 mit einem Index von 3,4 um 0,1 BCS-Punkte höher liegt als vor dem Trockenstellen, die TMR-Gruppe mit einem Wert von 3,5 um 0,1 Punkte tiefer. Im Folgejahr liegen vor dem Kalben beide Gruppen gleichauf, nach der Kalbung sind die BCS-Werte der TMR-Gruppe leicht höher.

Energiebedarf und -angebot

Bei der Fütterung mit einer TMR stellt sich die Frage, wie gut das Energieangebot in den verschiedenen Laktationsabschnitten mit dem Bedarf der Kuh übereinstimmt. Zum Vergleich wurde für jedes Tier der tägliche Bedarf aufgrund des Gewichts und der Milchleistung errechnet. Die errechneten Verzehrswerte wurden je Gruppe aufsummiert und den gemessenen Werten gegenübergestellt, damit der gemessene Grundrationsverzehr innerhalb des Verfahrens der 1. Laktierenden bzw. den Tieren in den höheren Laktationen zugebilligt werden konnte. In die Berechnung

Körperkondition (BCS) nach Laktationsabschnitt, zweite und folgende Laktation 2002–2003

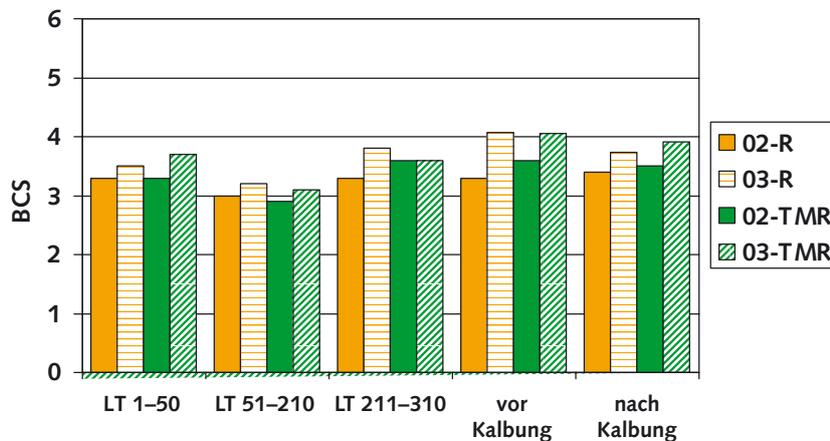


Abb. 9: Bei den Mittelwerten des Body Condition Scores (BCS) nach Laktationsabschnitt und Versuchsgruppe der 2. Laktation ist in der TMR-Gruppe ein grösserer Abfall und Wiederanstieg festzustellen, der sich auch im zweiten Jahr bestätigt.

Bedarfsdeckung nach Laktationsabschnitt 2002–2003

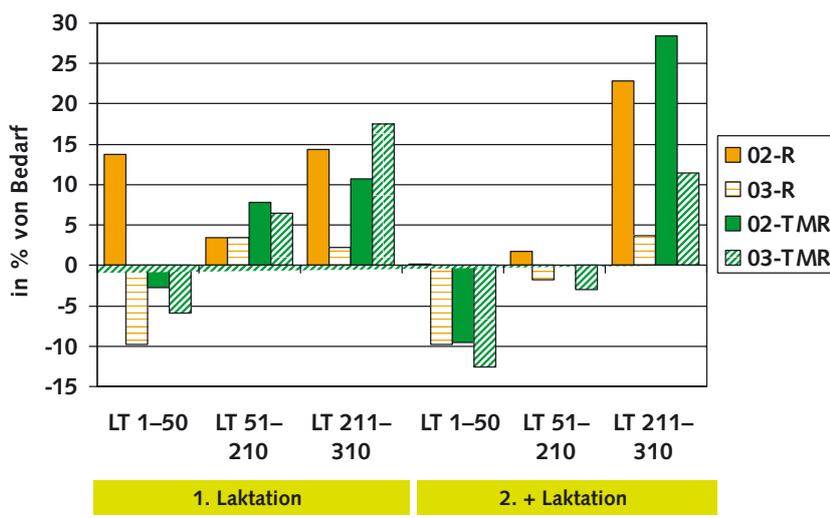


Abb. 10: Die 1. Laktierenden der Referenzgruppe wiesen Anfang Laktation einen Überschuss von 14% und in der TMR-Gruppe eine Unterdeckung von rund 3% auf. In der Laktationsmitte und gegen Ende der Laktation waren beide Gruppen 1. Laktierende überversorgt. 2003 waren in der Startphase alle Kühe unterversorgt; Mitte Laktation die Referenzkühe etwas über und die TMR-Gruppe leicht unterversorgt. Ausser bei den 1. Laktierenden der TMR-Gruppe fiel die Überversorgung Ende Laktation etwas geringer aus.

einbezogen ist ebenfalls der Anteil an Protein- und Energieergänzungsfutter. In den ersten 50 Tagen der Laktation 2002 wiesen die 1. Laktierenden der Referenzgruppe einen Überschuss von 13,8% und in der TMR-Gruppe eine Unterdeckung von 2,8% auf. In der Laktationsmitte und gegen Ende der Laktation waren beide Gruppen 1. Laktierende überversorgt. Ab der zweiten Laktation zeigte sich bei

der TMR-Gruppe eine Unterversorgung in der Startphase und eine starke Überversorgung Ende Laktation. 2003 waren in der Startphase alle Kühe unterversorgt; Mitte Laktation die Referenzkühe etwas über und die TMR-Gruppe leicht unterversorgt. Ausser bei den 1. Laktierenden der TMR-Gruppe fiel die Überversorgung Ende Laktation etwas geringer aus als 2002.

Gesundheit, Fruchtbarkeit

Im Laufe des ersten Versuchsjahres traten bei der TMR-Gruppe bei elf Kühen und bei der Referenz-Gruppe bei sieben Kühen Fruchtbarkeitsstörungen auf. 2003 war das Verhältnis mit vier Kühen in der TMR- und sieben Kühen in der Referenz-Gruppe umgekehrt.

Ähnlich verhielt es sich bei den Stoffwechselstörungen, 2002 wiesen zwei Kühe der Referenz- und fünf Kühe der TMR-Gruppe Störungen auf. 2003 lag die Referenz-Gruppe mit drei Fällen höher als die TMR-Gruppe mit einem. Die Serviceperiode lag bei der TMR-Gruppe im ersten Jahr mit 81 Tagen in der ersten und 113 Tagen in den 2. u. ff. Laktation wesentlich über dem Mittel der Referenzgruppe mit 84 und 66 Tagen. 2003 dauerte die Serviceperiode für die Referenz-Gruppe 97 und für die TMR-Gruppe 132 Tage. Auch die Zwischenkalbezeit dauerte bei der TMR-Gruppe länger, 2002 bei der Referenzgruppe 369 Tage in der ersten und 351 Tage bei der höheren Laktationen, bei der TMR-Gruppe 366 und 398 Tage. 2003 wiesen die Referenzkühe eine ZKZ von 387 und die TMR-Kühe von 402 Tagen auf. Die Referenzgruppe benötigte 2002 in der 1. Laktation 2,0 und in den höheren Laktationen 1,4 Besamungen, die TMR-Gruppe in der 1. Laktation 1,7 und in den höheren Laktationen 2,1 Besamungen bis zur Trächtigkeit. 2003 lagen die Anzahl notwendiger Besamungen mit 1,7 bei der Referenz- und 1,8 bei der TMR-Gruppe nahe beieinander.

Arbeitswirtschaftliche Beurteilung

Zur arbeitswirtschaftlichen Beurteilung des Fütterungsverfahrens «Totalmischration» wurden zunächst Zeitmessungen und Einflussgrössenerhebungen auf dem Versuchsbetrieb der FAT durchgeführt. Ausgehend davon erfolgten Modellkalkulationen, um verschiedene Situationen abbilden zu können. Zur Überprüfung und Absicherung der Modellkalkulationen erfolgten in einem zweiten Durchgang nochmals Zeitmessungen auf verschiedenen Praxisbetrieben. Als Vergleichsvariante wurde eine weit verbreitete Fütterungsvariante mit Futtermischwagen und Kraftfutterstation ausgewählt. Zusätzlich wurden beide Varianten um eine weidebasierte Sommerfütterungsvariante mit zirka 5 kg Weidegras ergänzt. Die Berechnungen zu den Varianten wurden unter vergleichbaren Bedingungen

durchgeführt. Dies bedeutet, dass die Entfernungen zu den Lagerstätten für Silage und Kraftfutter gleich sind. Sowohl die Vorlage mit dem Fräsmischwagen als auch die Häufigkeit des Futternachschiebens mit einem Hoflader waren bei allen Varianten vergleichbar. Auch die Anzahl der eingesetzten Fütterungskomponenten ist identisch. TMR-Fütterungsverfahren mit einer Vielzahl an Fütterungskomponenten ($n > 6$) wurden nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse für den täglichen Arbeitszeitbedarf sind in Abbildung 11 aufgezeigt. Es wird erkennbar, dass die Unterschiede im Tagesarbeitszeitbedarf für die untersuchten Fütterungsvarianten minimal sind. Der Arbeitszeitbedarf liegt in Abhängigkeit von der Bestandesgrösse bei beiden Varianten zwischen 1,6 AKmin je Tier und Tag (50 Kühe) und 2,2 AKmin je Tier und Tag (30 Kühe) für die Wintersituation. Im Sommer ist der Zeitbedarf bedingt durch den täglichen Weidegang leicht höher und beträgt bei Hof-Weideentfernungen von durchschnittlich 150 m 2,2 AKmin (50 Kühe) – 3,3 AKmin (30 Kühe) je Tier und Tag. Somit sind realistische tägliche Arbeitszeiten zwischen 1 und 1,3 AKh für die Winterfütterung und 1,6 – 1,8 AKh für die Sommerfütterung zu veranschlagen. Der Zeitbedarf für die Sommerfütterung kann allenfalls noch durch kürzere Weidewege verringert werden. Der Arbeitszeitbedarf für Weidepflege und -düngung ist in den Berechnungen nicht enthalten.

Der Gesamtarbeitszeitbedarf für die Fütterungsarbeiten ist in Abbildung 12 dargestellt. Es lässt sich daraus erkennen, dass die beiden Versuchsvarianten keinerlei signifikanten Unterschiede im Gesamtzeitbedarf aufweisen. Allenfalls bei Verzicht auf den Weidegang ist eine deutliche Reduktion im Zeitbedarf erkennbar. Dies ist unter den gesetzlichen Rahmenbedingungen in der Schweiz derzeit aber nicht realistisch. Deutliche Einsparungsmöglichkeiten ergeben sich durch eine Bestandesvergrößerung von 30 auf 50 Milchkühe. Dadurch lässt sich der Zeitbedarf um zirka 20% reduzieren. Der Verzicht auf Weide und der Umstieg auf die ganzjährige Stallfütterung mit TMR bringen hier lediglich noch 10% an Einsparungspotenzial. Deshalb erscheint es sinnvoll, auch bei grösseren Beständen im Sommer Weidegang anzubieten. Dabei sollten allerdings die betrieblichen Gegebenheiten (Entfernung zur Weide, Wasserversorgung, Leistungsniveau der Herde, Niederschlagsituation, usw.) immer berücksichtigt werden.

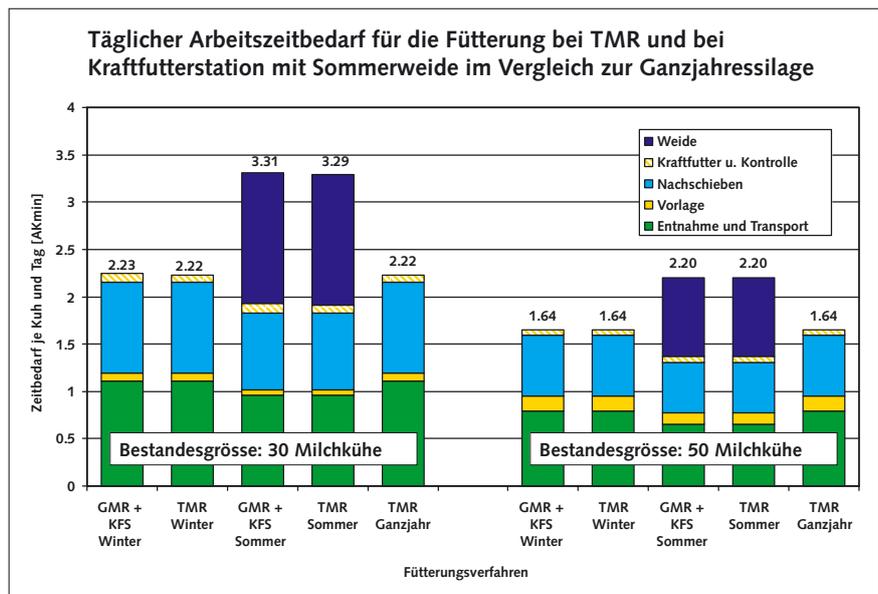


Abb. 11: Der tägliche Arbeitszeitbedarf für die Fütterungsarbeiten mit Futtermischwagen zeigt die Bedeutung der wesentlichen Einflussgrössen (zum Beispiel Bestandesgrösse und Weidegang) auf. Ausserdem werden die Anteile der einzelnen Arbeiten erkennbar (GMR + KFS = Grundmischration und Kraftfutter an der KF-Station).

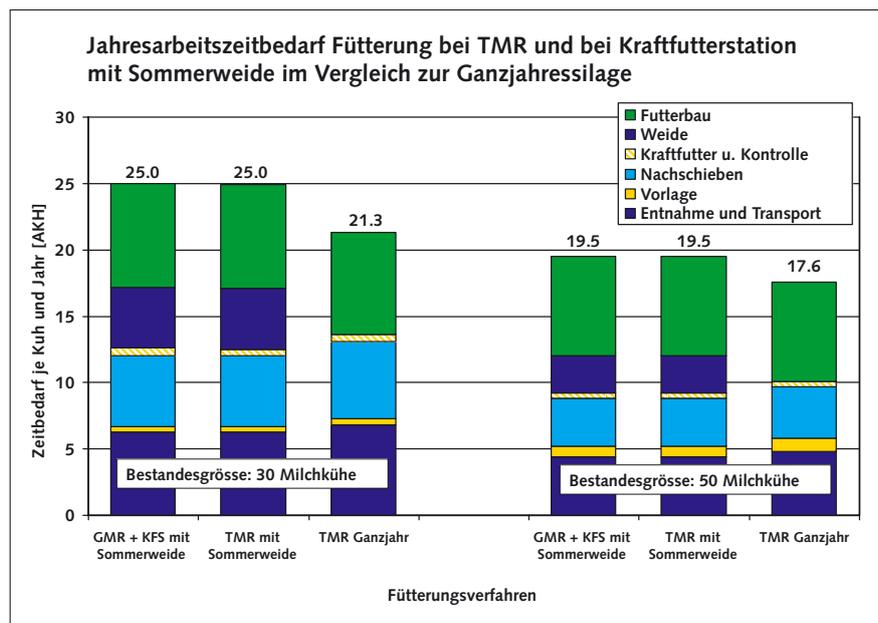


Abb. 12: Der Jahresarbeitszeitbedarf, inklusive Aussenwirtschaft, für die Fütterung von Milchkühen mit Futtermischwagensystemen zeigt mögliches Einsparungspotenzial auf.

Verfahrensvergleich

Die Berechnungen erfolgten für drei verschiedene Verfahren und für zwei Herdengrössen, 30 und 50 Kühe. Als Referenz gilt das Verfahren der Vorlage einer Grundmischration mit dem FMW und die Ergänzungsfütterung an der Kraftfutterstation mit Weidegang im Sommer (GMR + KFS). Der Vergleich erfolgt mit den Verfahren Totalmischration (TMR) ohne individuelle

Ergänzungsfuttergabe mit und (TMR-GJ) ohne Weidegang (Tab. 1). Der Vergleich basiert auf folgenden Grundlagen und Annahmen:

- Futterentnahme und Vorlage für 30 bzw. 50 Kühe
- 165 Winterfütterungstage
- Ration, Milchleistung, Ergänzungsfuttermittelabgabe abgeleitet aus FAT-Versuch
- Leistungsniveau zirka 7000 kg pro Laktation

Tab. 1: Grundlagen Verfahrensvergleich

Arbeitsbereiche zugeteilte Maschinen und Einrichtungen	Besitzart	Kosten	GMR + KFS mit Weidegang		TMR mit Weidegang		TMR-GJ ohne Weidegang	
			30 Kühe	50 Kühe	30 Kühe	50 Kühe	30 Kühe	50 Kühe
Raufutterlager	Eigentum	je Jahr	570 m ³	950 m ³	570 m ³	950 m ³	660 m ³	1100 m ³
Dürrfutter Heubelüftung	Eigentum	je Jahr	FS 260 m ³	FS 440 m ³	FS 260 m ³	FS 440 m ³	FS 300 m ³	FS 500 m ³
Grassilage	Eigentum	je Jahr	HS 260 m ³	FS 440 m ³	HS 260 m ³	FS 440 m ³	HS 300 m ³	FS 500 m ³
Silomais	Eigentum	je Jahr	HS 135 m ³	FS 230 m ³	HS 135 m ³	FS 230 m ³	HS 150 m ³	FS 245 m ³
Zuckerrübenschnitzel	Eigentum	je Jahr						
Entnahme und Vorlage Silage								
Fräsmischwagen	Anteil 50%	je Jahr	9 m ³	12 m ³	9 m ³	12 m ³	9 m ³	12 m ³
Traktor (50 kW)	Eigentum	variabel	x	x	x	x	x	x
Hoflader zum Nachschieben	Eigentum	variabel	x	x	x	x	x	x
KF-Silos mit KF-Förderung und -Fütterung								
KF-Station	Eigentum	je Jahr	x	x	-	-	-	-
PC und HM	Eigentum	je Jahr	x	x	-	-	-	-
KF-Silos	Eigentum	je Jahr	2 x 9 m ³	2 x 15 m ³	2 x 9 m ³	2 x 15 m ³	2 x 9 m ³	2 x 15 m ³
KF-Förderanlage	Eigentum	je Jahr	x	x	-	-	-	-
KF-Füllschnecke	Eigentum	je Jahr	-	-	2 x	2 x	2 x	2 x

HS = Hochsilos, FS = Flachsilos **Kosten = Berücksichtigte Kosten** **Entnahme Silage aus Hochsilos** von Hand
Vorlage Fräsmischwagen **Vorlage Fräsmischwagen** einmal täglich

Tab. 2: Entscheidungswirksame Investitionen, Erträge und Kosten, Variante 1: 30 Kühe

Vergleich		GMR + KFS mit Weidegang		TMR mit Weidegang		TMR-GJ ohne Weidegang	
		Investitionen	je Jahr	Investitionen	je Jahr	Investitionen	je Jahr
1. Entscheidungswirksame Erträge							
Milchproduktion pro Kuh und Tag	kg		23.0		22.7		22.7
Milchproduktion Bestand in 305 Tagen	kg		210450		207705		207705
Ertrag (Fr 0.70/kg)	Fr.		147315		145394		145394
2. Entscheidungswirksame Investitionen und Kosten							
Zuckerrübenschnitzel	Fr.		6'395		6'395		6'866
Kraftfutter	Fr.		17'160		14'004		14'004
Raufutterlager	Fr.	245'655	14'833	245'655	14'833	289'530	17'534
KF-Silos mit KF-Förderung und -Fütterung	Fr.	39'410	4'550	19'600	1'949	19'600	1'949
Futtermischwagen (50%), Hoflader und Traktor	Fr.	29'500	7'062	29'500	7'062	29'500	7'467
Übrige Maschinen und Zugkräfte	Fr.						
Dürrfutter	Fr.	42'600	6'937	42'600	6'937	42'600	7'307
Grassilage	Fr.	20'000	5'772	20'000	5'772	20'000	6'342
Silomais	Fr.		4'495		4'495		5'210
Total Investitionen und Kosten	Fr.	377'165	67'204	357'355	61'447	401'230	66'679
Differenz zu GMR + KFS	Fr.			-19'810	-5'757	24'065	-525
3. Milchertrag abzüglich entscheidungswirksame Kosten							
	Fr.		80'111		83'947		78'715
Differenz zu GMR					3'836		-1'397
4. Arbeitszeitbedarf und Arbeitskosten für Raufutterernte und Fütterung							
Arbeitszeitbedarf							
Je Kuh und Jahr	Akh		25.0		25.0		21.3
Je Bestand und Jahr	Akh		750.0		750.0		639.0
Differenz zu GMR + KFS	Akh						-111.0
Arbeitskosten (bei Fr. 25.-/h)	Fr.		18'750		18'750		15'975
Differenz zu GMR + KFS	Fr.						-2'775
5. Milchertrag abzüglich entscheidungswirksame Kosten inkl. Arbeit							
Total	Fr.		61'361		65'197		62'740
Differenz zu GMR + KFS	Fr.				3'836		1'379

GMR + KFS = Grundmischung und Kraftfutter an der KF-Station, entspricht Referenzverfahren, TMR = Totalmischung, TMR-GJ = Totalmischung bei Ganzjahres-Stallfütterung

Bei den Verfahren mit 30 Kühen fallen je Tag kleine Entnahmemengen an. Um das Problem der Nachgärungen im Sommer zu entschärfen, sind für Mais- und Zuckerrübenschnitzelsilage Hochsilos vorausgesetzt. Bei den Varianten mit 50 Kühen sind nur Flachsilos vorgesehen (Mais und Zuckerrübenschnitzel in Kombination). Die Gegenüberstellung der entscheidungswirksamen Investitionen, Erträge und Kosten (Tab. 2 und 3) ergibt folgendes Bild: Der Ertrag aus der Milchproduktion fällt bei den TMR-Varianten um Fr. 2000.– bzw. Fr. 3000.– tiefer aus. Demgegenüber steht ein um rund Fr. 3000.– bzw. Fr. 5000.– geringerer Einsatz an Kraftfutter. Die zu berücksichtigenden Investitionen sind bei den TMR-Varianten mit Weide dank dem Verzicht auf Kraftfutterstationen und Förderanlagen um rund Fr. 20 000.– bzw. Fr. 30 000.– geringer. Bei den TMR-Varianten ohne Weide sind sie wegen des grösseren Raufutterlagers um Fr. 24 000.– bzw. Fr. 13 000.– grösser. Keine Unterschiede ergeben sich bei den Investitionen in die Futtermischwagen und die übrigen Maschinen und Zugkräfte. Werden vom Milchertrag die entscheidungswirksamen Kosten abgezählt, schneidet die Variante TMR bei der 30 Kuh-Variante um knapp Fr. 4000.– besser und die TMR-GJ mit um rund Fr. 1400.– schlechter ab gegenüber dem Verfahren GMR + KFS. Bei der 50 Kuh-Variante betragen die Differenzen gegenüber der Variante GMR + KFS rund Fr. 6000.– zu Gunsten der TMR und Fr. 500.– zu Ungunsten der Variante TMR-GJ.

Im Arbeitszeitbedarf sind die Raufutterernte, die Entnahme und Vorlage des Futters einberechnet. Der Arbeitszeitbedarf ist bei der Variante TMR-GJ am geringsten. Bei 30 Kühen werden 95 AKh eingespart, bei 50 Kühen sind es 111 AKh. Wird die Arbeitszeit mit Fr. 25.- je Stunde bewertet, erreicht das Verfahren TMR ein Mehrertrag gegenüber GMR + KFS von knapp Fr. 4000.- bei 30 Kühen und Fr. 6000.- bei 50 Kühen. Das Verfahren TMR-GJ weist einen Mehrertrag von rund Fr. 1400.- bei 30 Kühen und Fr. 1900.- bei 50 Kühen auf. Allerdings verhindert dieses Verfahren die Teilnahme an RAUS, womit bei 30 Kühen Beiträge von Fr. 5400.- und bei 50 Kühen von Fr. 9000.- nicht ausgelöst werden können. Insgesamt ist festzuhalten, dass die Differenzen zugunsten der Verfahren TMR nur durch den Verzicht auf eine KF-Station und den restriktiven Einsatz von Kraftfutter in der TMR realisiert werden können. Die Verfahren mit Weidegang erweisen sich unter Berücksichtigung der RAUS-Beiträge gegenüber dem Verfahren ohne Weidegang als vorteilhaft.

Vergleich mit der Literatur

Scheidemann untersuchte während zwei Jahren, wie sich unter Verwendung der gleichen Rationskomponenten eine TMR über die ganze Laktation oder als leistungsbezogene Ration mit drei Energiestufen im Vergleich zur aufgewerteten Grundmischration mit separater Kraftfuttergabe an der Kraftfutter-Station auf die Produktionsparameter der Kühe auswirkten. Die in allen drei Varianten verwendete Grundfuttermischung bestand aus rund 2,8 kg TS Heu, 4,3 kg TS Gras und 4,8 kg TS Maissilage (Tab. 4). Die mittlere TS-Aufnahme war beim Verfahren Grundmischration (GM + KF) mit 17,9 kg / KT um 0,3 kg höher als bei den TMR-Varianten (statistisch nicht gesichert) (Abb. 13). Der TS-Verzehr an Grundration lag bei der TMR-Variante ohne Gruppen mit 12,6 kg / KT höher als bei den Varianten TMR-G mit 11,4 kg auf Grundmischration + Kraftfutter mit 11,8 kg / KT. Abb. 14 zeigt den Verlauf der mittleren Laktationskurven für die Kühe in den drei

Tab. 4: Varianten Versuch Scheidemann

Varianten	/MJ NEL/kg TS
Grundmischration (GM + KF)	5,6
MR mit Gruppen (TMR G)	6,9 / 6,3 / 5,6
TMR ohne Gruppen (TMR o G)	6,3

Tab. 3: Entscheidungswirksame Investitionen, Erträge und Kosten, Variante 2: 50 Kühe

Vergleich	GMR + KFS mit Weidegang		TMR mit Weidegang		TMR-GJ ohne Weidegang	
	Investitionen	je Jahr	Investitionen	je Jahr	Investitionen	je Jahr
1. Entscheidungswirksame Erträge						
Milchproduktion pro Kuh und Tag	kg	23.0		22.7		22.7
Milchproduktion Bestand in 305 Tagen	kg	350750		346175		346175
Ertrag (Fr 0.70/kg)	Fr.	245525		242323		242323
2. Entscheidungswirksame Investitionen und Kosten						
Zuckerrübenschnitzel	Fr.	10'659		10'659		11'443
Kraftfutter	Fr.	28'599		23'341		23'341
Raufutterlager	Fr.	335'080	19'385	335'080	19'385	377'480
KF-Silos mit KF-Förderung und -Fütterung	Fr.	50'830	5'972	21'300	2'094	21'300
Futtermischwagen (50%), Hoflader und Traktor	Fr.	32'000	9'424	32'000	9'424	32'000
Übrige Maschinen und Zugkräfte	Fr.					
Dürrfutter	Fr.	42'600	8'472	42'600	8'472	42'600
Grassilage	Fr.	20'000	8'155	20'000	8'155	20'000
Silomais	Fr.		7'462		7'462	
Total Investitionen und Kosten		480'510	98'128	450'980	88'992	493'380
Differenz zu GMR + KFS				-29'530	-9'136	12'870
3. Milchertrag abzüglich entscheidungswirksame Kosten						
	Fr.		147'397		153'331	146'925
Differenz zu GMR				5'934		-473
4. Arbeitszeitbedarf und Arbeitskosten für Fütterung und Raufutterernte						
Arbeitszeitbedarf						
Je Kuh und Jahr	Akh		19,5		19,5	17,6
Je Bestand und Jahr	Akh		975,0		975,0	880,0
Differenz zu GMR + KFS	Akh					-95,0
Arbeitskosten (bei Fr. 25.-/h)	Fr.		24'375		24'375	22'000
Differenz zu GMR + KFS	Fr.	0	0	0	0	-2'375
5. Milchertrag abzüglich entscheidungswirksame Kosten inkl. Arbeit						
Total	Fr.		123'022		128'956	124'925
Differenz zu GMR + KFS	Fr.				5'934	1'903

GMR + KFS = Grundmischration und Kraftfutter an der KF-Station, entspricht Referenzverfahren, TMR = Totalmischration, TMR-GJ = Totalmischration bei Ganzjahres-Stallfütterung

Verfahren. Die mittlere FECM-Produktion betrug bei der Variante GM + KF 24,9 kg / KT bei TMR-Gruppe 25,6 kg und bei TMR ohne Gruppe 24,0 kg. Diese Unterschiede sind statistisch nicht gesichert.

Engelhard et al., führten einen Fütterungsversuch mit TMR gruppiert und ungruppiert. Das Leistungsniveau der Kühe betrug über 8000 kg/Laktation. Der Energiegehalt der Rationen lag bei der gruppierten Variante bei 7,1, 6,7 und 6,2 MJ NEL/kg TS, bei der ungruppierten Variante bei 6,8 MJ NEL/kg TS.

In der ersten Laktationshälfte nahmen die gruppierten Kühe rund 2 kg TS mehr auf als die ungruppierten. Erst im letzten Laktationsdrittel verzehrten die ungruppierten Kühe rund 0,7 kg TS mehr pro Tag. Bei den Kühen in der zweiten und dritten Laktation zeigte sich bis zum 70. Laktationstag kein wesentlicher Unterschied bei der Milchleistung. Dagegen konnten die Kühe

in der vierten und fünften Laktation die höhere TS-Aufnahme in der gruppierten Variante in hohe Leistungen umsetzen.

Engelhard kommt zum Schluss, dass für Herden mit einem Leistungsniveau von über 8000 kg/Laktation nicht drei TMR-Stufen notwendig sind.

Für Herden mit einem Leistungsniveau 7000 kg erwartet Engelhard bei der Umstellung auf eine TMR mit einem Energiegehalt $\geq 6,7$ MJ NEL/kg TS eher Probleme mit Verfettung als eine Leistungssteigerung. Für kleinere Herden mit einer Leistung unter 9000 kg stellt das Vorlegen einer TMR (ungruppiert) einen Kompromiss aus ernährungsphysiologischen und betrieblichen Erfordernissen dar. Engelhard empfiehlt in diesen Fällen bei der Gabe eine einheitliche Ration (~ 6,8 MJ NEL) in der Früh-laktation, Tiere mit hoher Leistung individuell mit Kraftfutter zu versorgen.

Mittlerer TS-Verzehr bei Grundmischration mit KF-Station, TMR mit und ohne Gruppe

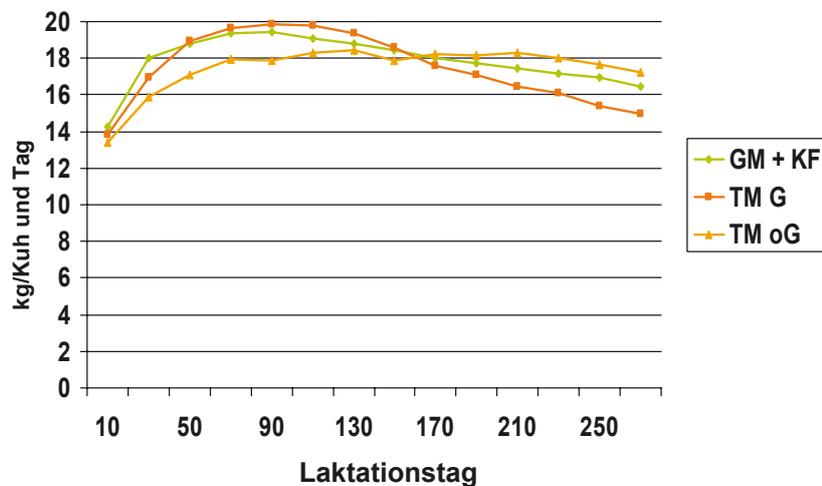


Abb. 13: Mittlere TS-Aufnahme bei den Verfahren Grundmischration (GM + KF), Totalmischration ungruppiert (TMR oG) und Totalmischration gruppiert (TMR-G) (Versuch Scheidemann C. 2001).

Mittlere Milchleistung bei Grundmischration mit KF-Station, TMR mit und ohne Gruppen

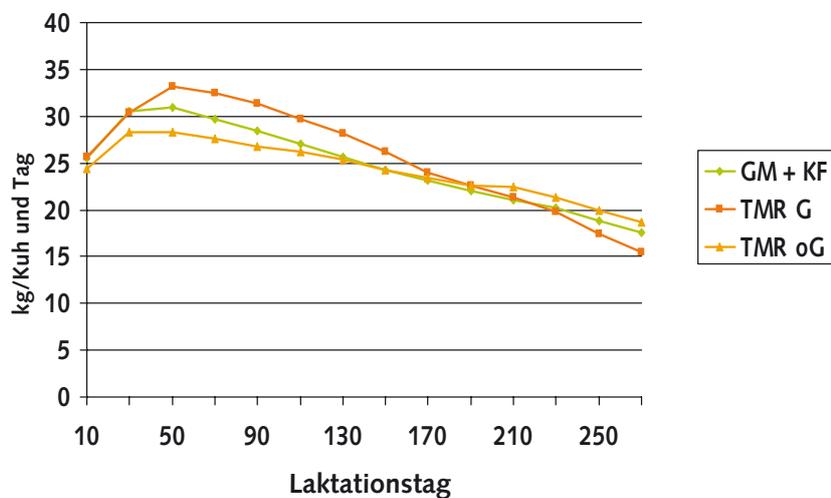


Abb. 14: Mittlere Milchleistung bei den Verfahren Grundmischration (GM + KF), Totalmischration ungruppiert (TMR oG) und Totalmischration gruppiert (TMR-G) (Versuch Scheidemann C. 2001).

Tab. 5: Aulendorf

Gruppe	TMR 1	TMR 2	TMR 3	Kontrolle
Milchleistung	> 22	15 – 22	< 16	
Teil 1 NEL MJ/kg TS	6,5	6,2	5,7	6,2
Teil 2 NEL MJ/kg TS	6,5	6,1	5,7	6,1
Teil 1 TS-Verzehr kg/Tag	19,1	15,7	15,0	16,4
Teil 2 TS-Verzehr kg/Tag	17,6	14,7	13,3	15,0
Teil 1 ECM kg/Tag	25,0	17,9	12,0	17,6
Teil 2 ECM kg/Tag	25,4	18,2	10,4	19,3

Maltz untersuchte die Leistungsparameter der ersten 140 Laktationstage bei zwei Kuhgruppen. Eine Gruppe erhielt eine TMR- die andere eine Grundmischration. Die individuell gefütterte Gruppe verzehrte rund 1 kg TS pro Kuh und Tag weniger Kraftfutter, was zum Teil durch höheren Grundfutterverzehr kompensiert wurde. Bei den Kühen in der ersten Laktation stellte er keinen Unterschied in der Milchleistung fest. In der zweiten Laktation leisteten die Kühe bei individueller Kraftfuttergabe mehr, ab der 3. Laktation jene der TMR. Die individuell gefütterten Kühe verzeichneten geringere Gewichtszunahmen.

Maltz schliesst daraus, dass durch die individuelle Kraftfutter-Gabe vor allem Getreideanteile in der Ration eingespart werden können und dass dies besonders für kleine Herden ohne Möglichkeit der Gruppierung zu treffen. Er weist auch auf die Vorteile der individuellten Kraftfutterzuteilung hin, das heisst schrittweise Anpassung der Kraftfutter-Gabe, keine schlagartigen Rationenwechsel und keine Belastung der Tiere durch Gruppenwechsel.

Die LVVG Aulendorf untersuchte die Notwendigkeit der Gruppenleistung bei der TMR-Fütterung an einer Herde von Fleckviehkühen.

Dabei zeigte sich eine konstantere TS-Aufnahme bei den TMR-Gruppen gegenüber der Kontrollgruppe (Tab. 5).

Die Kontrollgruppe wies Anfang Laktation ein generelles Energiedefizit auf, dagegen war die TMR-Gruppe ab der zwanzigsten Laktationswoche erheblich übertüft.

Die Aufteilung der Herde (bei 30 Kühen) in drei Gruppen laktierender Kühe wird als zu aufwändig erachtet, zwei Gruppen jedoch als unumgänglich. Das Leistungsniveau verursachte grossen sozialen Stress für die Kühe und führte zum Teil zu einer zusätzlichen Leistungseinbusse.

Schlussfolgerungen

Verschiedene Autoren machen auf die Gefahr von Verfettung und Stoffwechselproblemen beim Eintritt in die nächste Laktation aufmerksam. Als Lösung wird die Bildung von Leistungsgruppen vorgeschlagen. Der Versuch an der FAT mit einer Herde mit einem durchschnittlichen Leistungsniveau ohne Leistungsgruppen, aber mit einer Ration mit hohem Grundfutteranteil sollte die in Bezug auf das Leistungsniveau untere Einsatzgrenze ausloten. Die TMR wurde bewusst vorsichtig auf ein

relativ tiefes Niveau ausgelegt, um einer Verfettung nicht zum vornherein Vorschub zu leisten.

Die höheren BCS-Werte gegen Ende der Laktation bei der TMR-Gruppe im ersten Jahr zeigen, dass selbst unter diesen Bedingungen eine Verfettung nicht ganz ausgeschlossen werden kann.

Die Gegenüberstellung von Energieangebot und Bedarf bestätigt dies und zeigt zudem auf, dass vor allem die Kühe ab der 2. Laktation in der Startphase relativ stark unterversorgt waren.

Trotz der eher restriktiven Fütterung (Ergänzungsfutter) konnte die TMR-Gruppe im ersten Versuchsjahr dieselbe Milchleistung wie die Referenzgruppe erbringen. Dank der leicht besseren Persistenz konnten die etwas tieferen Leistungen bei Laktationsbeginn gegen Ende der Laktation ausgeglichen werden. Das zweite Versuchsjahr zeigte aber, dass einzelne Kühe mit gutem Leistungspotenzial in der Referenzgruppe, das heisst im herkömmlichen Verfahren mit individuellen Kraftfuttermitteln eine Leistungssteigerung bewirkten, mit der die TMR-Gruppe nicht ganz mithalten konnte.

Die Kennwerte für die Fruchtbarkeit, Serviceperiode und Zwischenkalbezeit fielen ebenfalls zu Gunsten des herkömmlichen Verfahrens aus.

Ob die Fütterung des Milchviehbestandes mit TMR oder über Futtermischwagen und Kraftfutterstation erfolgt, ist unter vergleichbaren Bedingungen aus der Sicht der Arbeitswirtschaft von geringer Bedeutung. Die wesentlichen Einflussgrößen auf den Zeitbedarf sind die Bestandesgrösse, die Anzahl der Futterkomponenten, die Art der Futterlagerung und der Mechanisierungsgrad der eingesetzten Verfahren. Im Vergleich zu anderen Fütterungsverfahren mit hohen Anteilen an Handarbeit stellt die Fütterung mit Futtermischwagen bei den untersuchten Bestandesgrößen sowohl ein arbeitssparendes als auch ein arbeitserleichterndes Verfahren dar.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht können mit dem Verfahren TMR Investitionen und Kosten eingespart werden. Die Unterschiede sind vor allem durch den Verzicht auf die Kraftfutterstation und die tieferen Ergänzungsfuttermitteln beim Verfahren TMR zurückzuführen. Steht auf dem Betrieb bereits eine Kraftfutterstation zur Verfügung oder wird Wert auf eine optimale Ausfütterung der Kühe gelegt, reduzieren sich diese Unterschiede.

Wie aus einer Erhebung auf Betrieben hervorgeht (FAT-Bericht Nr. 614), stellt ein grosser Teil der Betriebe mit Futter-

mischwagen eine aufgewertete Mischration her. Diese Rationen weisen in der Regel ein Milchproduktionspotenzial auf, das deutlich über 20 kg liegt, zudem können sie nach Energie und Eiweiss ausgeglichen werden. Dadurch wird der Bedarf an zusätzlichem individuell zugeteiltem Leistungsfutter reduziert.

Abschliessend können wir festhalten, dass das Verfahren TMR bei konsequenter Einhaltung kostenmässige Vorteile aufweist. Es lässt sich unter schweizerischen Rahmenbedingungen ohne allzu grosse Nachteile auch bei einer Herde im durchschnittlichen Leistungssegment anwenden. Wie die Versuche von Scheidemann gezeigt haben, wären mit TMR mit Leistungsgruppen die besten Leistungen zu erzielen. Eine Aufteilung in verschiedene Leistungsgruppen dürfte aber selbst für grössere Betriebe kaum in Frage kommen, da das Umgruppieren mit zusätzlichem Aufwand und mit Stress für die Herde verbunden ist.

Eine Automatisierung der Gruppeneinteilung zum Beispiel mit Zutrittsoren zu den Gruppen dürfte den Kostenvorteil des TMR-Verfahrens aufheben. Die Kostenvorteile des Verfahrens TMR müssen unter schweizerischen Bedingungen als zu gering eingestuft werden, als dass sie die Unsicherheiten im Bezug auf die individuelle Versorgung der Kühe aufwiegen könnten.

Kostenbewusste Betriebsleiter werden sich aber bei Neuinvestitionen überlegen, ob eine Kraftfutterstation neben dem Futtermischwagen notwendig ist oder ob die individuelle Zuteilung anderweitig erfolgen soll.

Literatur

Engelhard T. et al., (1999): Vergleich der TMR-Fütterung mit und ohne Futtergruppenbildung im Laktationsverlauf. LVA Iden, Experimental report B 52 034.

LVVG Aulendorf, (1996): TMR-Fütterung mit 3 Leistungsgruppen beim Fleckvieh. Experimental report 6/1996.

LVVG Aulendorf, (1996): TMR-Fütterung mit Fleckviehkühen mit 2 Leistungsgruppen. Experimental report 7/1996.

Maltz E. et al., (1992): Comparative Responses of Lactating Cows to Total Mixed Rations or Computerized Individual Concentrates Feeding. Journal of Dairy Science.

Nussbaum H., (2002): Total-Misch-Ration und Vorrats-TMR für den Milchviehbetrieb; Landinfo.

Nydegger F., Brunken H., (2004): FAT-Berichte 614. Wie füttern Betriebe mit Futtermischwagen ihre Kühe? Grosse Unterschiede bei den verwendeten Geräten und beim Arbeitszeitbedarf.

Nydegger F., Matthias Schick M., Reto Rütishauser R., 2003: FAT-Berichte 599 TMR, eine Ration für alle Milchkühe. Auswirkungen auf den Arbeitszeitbedarf, den Futtermittelverzehr, die Milchleistung und das Tier.

Pirkelmann H., (1995): TMR – So sollten die Ställe aussehen. Welche Konzepte sich für die TMR-Gruppenfütterung eignen.

Pirkelmann H., (1996): Entwicklungstendenzen in der Fütterungstechnik für die Rinderhaltung.

Scheidemann C., (2001): Vergleichende Untersuchung zur Fütterung von Totalen Mischrationen (TMR) bei Milchkühen. Diss. UNI Hohenheim B 55065.

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

ZH	Merk Konrad, Strickhof, 8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60 Blum Walter, Strickhof, 8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60	ZG	Gut Willy, LBBZ Schluechthof, 6330 Cham, Telefon 041 784 50 50 Furrer Jules, LBBZ Schluechthof, 6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
BE	Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland, 3702 Hondrich, Telefon 033 654 95 45 Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof, 3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10 Hofmann Hans Ueli, Inforama Schwand, 3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21	FR	Kilchherr Hansruedi, Landw. Schule Grangeneuve 1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
LU	Moser Anton, LBBZ Schüpfheim, 6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00 Hodel René, LBBZ, Centralstr. 21, 6210 Sursee, Telefon 041 925 74 74 Widmer Norbert, LMS, 6276 Hohenrain, Telefon 041 910 26 02	SO	Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof, 4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
UR	Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44, 6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66	BL	Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain, 4450 Sissach, Telefon 061 976 21 21
SZ	Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22	SH	Landw. Beratungszentrum Charlottenfels, 8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
OW	Müller Erwin, BWZ Obwalden, 6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16 Landwirtschaftsamt, St. Antonistr. 4, 6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 58	AI	Inauen Bruno, Gaiserstrasse 8, 9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
NW	Wolf Franz, Landwirtschaftsamt, Kreuzstr. 2, 6371 Stans, Telefon 041 618 40 07	AR	Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR, 9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
GL	Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29, 8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00	SG	Lehmann Ueli, LBBZ Rheinhof, 9465 Salez, Telefon 081 758 13 19 Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
		GR	Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof, 7302 Landquart, Telefon 081 307 45 25
		AG	Müri Paul, LBBZ Liebegg, 5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
		TG	Baumgartner Christof, Fachstelle Beratung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50, 8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 23
		TI	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

Impressum

Herausgeber: Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Ettenhausen

Die FAT-Berichte erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: Agroscope FAT Tänikon, Bibliothek, CH-8356 Ettenhausen. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich.

ISSN 1018-502X.

Die FAT-Berichte sind im Volltext im Internet (www.fat.ch)