

Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern
Institut für Tierproduktion

Forschungsbericht

Bezeichnung der Forschungsleistung:

Futterwertermittlung von Vinasse aus der Bioethanolgewinnung mit Zuckerrübensaft und Durchführung eines Fütterungsversuches mit Milchkühen

Fo-Nr. 2/37

Verantwortlicher
Themenbearbeiter: Dr. Bernd Losand

Mitarbeit: Dr. Peter Sanftleben
 Dr. Frank Rehbock
 Elke Blum
 Marion Jakobs
 Dr. Hubert Heilmann (Institut für Betriebswirtschaft, LFA)

Forschungspartner: Fa. Danisco Sugar GmbH, Zuckerfabrik Anklam
 FBN Dummerstorf, FB 7.0, 9.0
 Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät,
 Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie
 Institut für Betriebswirtschaft der LFA

Dezember 2008

Verantwortlicher Themenbearbeiter

Institutsleiter

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung	4
2	Aufgabenstellung	4
3	Material und Methoden	5
3.1	Chemische Analysen zur Darstellung des Futterwertes von Vinasse	5
3.2	Ermittlung des energetischen Futterwertes	5
3.3	Durchführung eines Akzeptanzversuches mit Milchkühen.....	5
3.4	Durchführung eines Fütterungsversuches mit Milchkühen	6
3.4.1	Tiermaterial	6
3.4.2	Beschreibung der Futtermittel und Rationen.....	7
3.4.3	Versuchsablauf.....	9
3.4.4	Versuchsdatenerfassung.....	9
4	Ergebnisdarstellung	10
4.1	Ergebnisse des chemisch-analytisch ermittelten Futterwertes.....	10
4.2	Lagerungsverhalten	14
4.3	Ergebnisse der Verdaulichkeitsuntersuchungen.....	15
4.3.1	Vinasse im Differenzversuch mit Anwelksilage.....	15
4.3.2	Verdaulichkeit und Energiegehalt der TMR aus dem Fütterungsversuch...	16
4.4	Ergebnisse des Akzeptanzversuches bei Milchkühen	19
4.5	Ergebnisse des vergleichenden Fütterungsversuches	21
4.5.1	Milchleistung und Futteraufwand	21
4.5.2	Sensorische Eigenschaften der Milch.....	22
4.5.3	Ergebnisse Stoffwechseluntersuchungen	23
4.5.4	Ergebnisse der Pansensaftuntersuchungen	24
5	Diskussion	26
6	Ökonomische Bewertung der Vinasse	28
7	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	33
	Literaturnachweis.....	34
	Anhang	36

1 Problemstellung

Mit der Ausweitung der Bioenergiegewinnung auf Basis regenerativer pflanzlicher Rohstoffe entstehen auch Nebenprodukte mit einem erheblichen Potential an nutzbaren Nährstoffen in der Tierfütterung. Die Verwertung dieser Nebenprodukte sollte im Interesse der Rohstofflieferanten wie auch der mit der Energiegewinnung befassten Industrie zusätzliches Einkommen ermöglichen. Eine Verwertung in der Tierproduktion würde zudem regionale Stoffkreisläufe stärken und zur Sparsamkeit im Umgang mit den Ressourcen sowie zur weiteren Verbesserung der CO₂- Bilanz des Gesamtverfahrens beitragen (Nachhaltigkeit).

Mit der Errichtung einer Produktionsstätte für Bioethanol aus Zuckerrüben durch die Danisco Sugar GmbH in Anklam im Jahr 2008 ist praktisch eine Entscheidung für den Erhalt des Zuckerrübenanbaus und deren Verarbeitung in Mecklenburg-Vorpommern getroffen worden. Dadurch bleiben die Zuckerrüben-Pressschnitzel als hochwertiges Futtermittel für die Landwirte im weiteren Umland der Fabrik erhalten. Zusätzlich fallen aber jährlich etwa 20.000 t Vinasse, die eingedickte Dicksaftschlempe, im Ergebnis der Entzuckerung von Zuckerrübensafts auf dem Wege der alkoholischen Gärung an. Die Art der Verwertung dieser Vinasse trägt entscheidend zur Gesamtökonomie des Verfahrens Bioethanolherstellung aus Zuckerrüben bei und beeinflusst auf diesem Wege auch den möglichen Auszahlungspreis für die Zuckerrüben an die Landwirte. Eine mögliche Verwertung der Vinasse bzw. der Melasseschlempe als Düngemittel besteht aufgrund des hohen K- und Na-Gehaltes. Anzustreben wäre aber eher eine Veredlung über deren Verwertung in der Nutztierfütterung, da der Wert dieses Futtermittels aus seiner Substitutionswirkung anderer Zukaufsfuttermittel berechnet wird und daher im Vergleich zum Düngerwert höher ist. Bisherige Ergebnisse aus Untersuchungen zu Nährstoffgehalt, Verdaulichkeit und Fütterungswirkung von Vinasse sind aber nicht durchgehend als repräsentativ für das in Anklam zu erwartende Produkt anzusehen und teilweise widersprüchlich. Als Vinassen werden eingedickte Melasseschlempen bezeichnet, die im Prozess der Entzuckerung von Melassen entstehen. Rohstoff dafür kann sowohl die Zuckerrübe als auch Zuckerrohr sein. Ziel dieser Entzuckerung ist die Produktion von Ethanol, Hefen, Aminosäuren oder anderen organischen Säuren. Bisher wurden meistens die im Anschluss an die Rohzuckergewinnung zurückbleibenden, noch zuckerreichen Melassen weiterverarbeitet. Bei der jetzt alternativ zur Zuckerproduktion ausgeweiteten Bioethanolherstellung wird aber der noch nicht entzuckerte Rübendicksaft genutzt. All diese Faktoren beeinflussen teilweise deutlich den Nährstoffgehalt und damit den Futterwert der Vinasse.

Aus Literaturergebnissen zur Fütterungseignung verschiedener Vinassen können folgende Problempunkte hervorgehoben werden:

- Hoher Kaliumgehalt verringert den energetischen Futterwert und ist problematisch vor allem in der Vorbereitungsfütterung
- Möglicherweise Akzeptanzprobleme/Leistungsdepressionen bei höheren Einsatzmengen (Kaliumsulfat)
- Widersprüchliche Berichte zur Beeinflussung der Milchsensitivität
- Laxierend (Schwein)
- Einsatzempfehlungen gehen weit auseinander ($\leq 5 \dots \leq 17$ % der Rations-TS bei Wiederkäuern)

2 Aufgabenstellung

Aufgrund der Relevanz für die Wirtschaftlichkeit der geplanten bzw. in Vollendung begriffenen Bioethanolfabriken auf Basis Zuckerrübendicksaft ist für das Nebenprodukt Vinasse der Futterwert für Wiederkäuer zu charakterisieren und die Fütterungseignung im Bereich der Milchkuhfütterung zu prüfen.

3 Material und Methoden

3.1 Chemische Analysen zur Darstellung des Futterwertes von Vinasse

Die Vinasse wurde in drei Chargen aus der Novel Ferm Brennerei Dettmannsdorf GmbH bezogen, die zum Zeitpunkt der Versuchsanstellung mit Zuckerrübensaft aus der Zuckerfabrik Anklam Industriealkohol herstellte. Da die Brennerei ursprünglich auf Basis von Getreide arbeitete, ist die Technologie nicht auf eine zielführende Eindickung der Melasseschlempe eingerichtet. So werden nur TS-Werte bis 50% statt $\geq 60\%$ erreicht. Die erste Vinassecharge wurde auch für die Verdaulichkeitsuntersuchungen genutzt. Insgesamt wurden 4 Nährstoffanalysen durchgeführt. Untersucht wurden folgende Parameter nach den entsprechenden im Methodenbuch des VDLUFA, Band III Futtermittel niedergelegten Analysemethoden:

- TS-Gehalt
- Rohproteingehalt
- Rohaschegehalt
- Rohfettgehalt
- Zuckergehalt (Fructose, Glucose, Saccharose)
- Kalium
- Natrium
- Kalzium
- Phosphor
- Magnesium
- Schwefel
- Chlor
- Zink
- Mangan
- Kupfer
- Eisen

3.2 Ermittlung des energetischen Futterwertes

Für die Prüfung des Energiegehaltes wurden Verdauungsversuche mit Hammeln auf der Grundlage der Vorgaben der AfB (1991) durchgeführt. Dabei kam die Vinasse in drei Stufen des Anteiles an der gesamten Präration (mit Grassilage) zum Einsatz, 20, 35 und 50 % der Gesamt-TS.

Die Mischrationen des Fütterungsversuches (Hauptversuch 04.01. – 01.02.2008) wurden ebenfalls im Hammelversuch geprüft. Dazu wurde beispielhaft für den gesamten Versuchszeitraum am 10.01.2008 ein Teil der für die Milchkuhfütterung vorgesehenen Mischrationen entnommen und für die Prüfung eingewogen.

3.3 Durchführung eines Akzeptanzversuches mit Milchkühen

Der Akzeptanzversuch diente der Prüfung der möglichen Aufnahmemenge an Vinasse unter den Fütterungsbedingungen laktierender Milchkühe. Gleichzeitig diente der Akzeptanzversuch als Vorversuch zur schrittweisen Gewöhnung an das Futtermittel Vinasse und zur Einstellung auf den grundsätzlichen Fütterungstyp und die Versuchsrationen.

Für den Akzeptanz- und den Fütterungsversuch standen im Milchviehstall der Experimentalanlagen des FBN Dummerstorf 11 Fress-Wiege-Tröge zur Verfügung, die den täglichen Fut-

terverzehr der im Versuch zu verwendenden Milchkühe dokumentierten. Akzeptanz- und Fütterungsversuch wurden kombiniert und mit 2 x 7 mittellaktierenden Erstkalbinnen der Rasse Deutsche Holstein durchgeführt. Dabei war vorgesehen, nach einer 14-tägigen Fütterung der Kontrollration, beginnend mit 550 ml einen Teil der Kontrollration stufenweise in zweitägigem Abstand durch Vinasse nach dem in Tabelle 1 dargestellten Zeitschema zu ersetzen. Der Eintritt von Akzeptanzproblemen sollte anhand eines gegenüber der Kontrollgruppe sinkenden Futtermittels und sinkender Milchleistung erkannt werden. Nach Eintritt so erkannter Akzeptanzprobleme sollte der Vinasseanteil stufenweise so lange reduziert werden, bis sich Futtermittelverzehr und Milchleistung wieder stabilisierten. Auf diesem Niveau ist dann der Fütterungsversuch (Milchleistung) durchzuführen.

Tabelle 1: Zeitschema für die Durchführung des Akzeptanzversuches

		Versuchsgruppe	Kontrollgruppe	Abschnitt
Woche 1 – 2	14 Tage	Kontrollration (KR)		Vorbereitung
Woche 3 – 5	2 Tage	Versuchsration (VR) 550ml	KR	Akzeptanzvers.
	2 Tage	VR 1100 ml	KR	
	2 Tage	VR 1650 ml	KR	
	2 Tage	VR 2200 ml	KR	
	2 Tage	VR 2750 ml	KR	
	2 Tage	VR 3300 ml	KR	
	(2Tage	VR 3850 ml	KR)	
	2 Tage	VR 2750 ml	KR	
	7 Tage	VR 2750 ml	KR	
Woche 6 – 9	28 Tage	VR 2750 ml	KR	Fütterungsversuch
Woche 10 – 11	14 Tage	Kontrollration		Reaktion?

3.4 Durchführung eines Fütterungsversuches mit Milchkühen

3.4.1 Tiermaterial

Für den Fütterungsversuch wurden 14 nicht tragende Erstkalbinnen der Rasse Deutsche Holstein aus dem Bestand des FBN Dummerstorf genutzt, die keiner intakten Milchkuhherde entstammten und vor dem Versuch auch nicht auf Leistung gefüttert, sondern mit einer kraftfutterreduzierten, grobfutterreichen Mischration auf einem Leistungsniveau um 20-25 kg Milch/Tag versorgt wurden. Die Haltung der Kühe erfolgte im Laufstall mit eingestreuten Hochboxen und Spaltenboden.

Laktations- und Leistungsstand der Kühe zu Versuchsbeginn zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Alter, Laktations- und Leistungsstand sowie Gruppenzuteilung zu Beginn der Vorbereitungsfütterung (30.10.2007)

Tiernummer	Gruppe	Alter (Mon.)	Melktage	kg Milch/Tag
13166	1	28,0	78	21,6
13170	1	27,7	43	17,9
33831	1	30,9	87	21,0
64249	1	29,4	55	18,1
54750	1	30,3	72	25,3
54789	1	30,3	46	25,0
26006	1	28,4	52	23,3
60742	2	35,6	74	23,3
13154	2	29,1	64	20,2
13158	2	28,9	56	20,3
33830	2	30,9	31	20,2
54742	2	30,4	117	18,5
54793	2	28,8	70	18,9
98143	2	33,4	180	20,7
Mittelwert	1	29,3	62	21,3
Mittelwert	2	31,0	84	20,7

3.4.2 Beschreibung der Futtermittel und Rationen

Die Fütterung erfolgte über Fress-Wiegetröge zweimal täglich. Die Tagesration wurde dafür einmal täglich zur Morgenfütterung durch einen Futtermischwagen als TMR angemischt, zur Hälfte in die Fresströge gefüllt und der Rest bis zur Nachmittagsfütterung bereitgestellt. Von den 11 Fress-Wiegetrögen standen 5 für alle Tiere der Versuchsgruppe (Gruppe 1) und 6 für alle Tiere der Kontrollgruppe (Gruppe 2) ganztägig zum Fressen zur Verfügung. Täglich vor der Morgenfütterung wurden die Futterreste entfernt.

Versuchs- und Kontrollration waren gleich aufgebaut und bestanden aus Grassilage, Maissilage, Heu, Pressschnitzelsilage, Melasse, Rapspresskuchen, Milchleistungsfutter und einer Mineralstoffmischung (siehe Tabelle 3). Die Rationen waren für tägliche Milchleistungen von etwa 30 kg/Kuh konzipiert. Die Versuchsration wurde aus der Kontrollration gebildet, in dem ein Teil der ursprünglichen Menge aus Pressschnitzelsilage plus Melasse TS-äquivalent durch Vinasse ersetzt wurde. Für die Rationsplanung wurde ein Energiegehalt der Vinasse von 5,6 MJ NEL/kg TS (AFB 1997) angenommen. Da somit der TS-äquivalente Austausch des Pressschnitzel-Melassegemisches durch steigende (Akzeptanzversuch) bzw. höhere (Fütterungsversuch) Anteile Vinasse theoretisch zu einer Energieverdünnung der Versuchsration führen musste, wurde die Versuchsration durch geringere Grassilageanteile und etwas erhöhte Krafffutter- und Pressschnitzelanteile energetisch an die Kontrollration angepasst.

Tabelle 3: Zusammensetzung der verfütterten Versuchs- und Kontrollrationen

		Vinassegruppe	Kontrollgruppe
Grassilage 1	kg/Tag	12	12
Maissilage	kg/Tag	18	18
Heu	kg/Tag	1,5	1,5
Pressschnitzelsilage	kg/Tag	10	12
Melasse	kg/Tag	0,6	1
MLF	kg/Tag	4,5	4
Rapspresskuchen	kg/Tag	2,25	2,25
Vinasse	kg/Tag	2,75 (1,0 kg TS)	-
Mineralfutter	kg/Tag	0,2	0,2
NEL	MJ/kg TS	6,82	6,86
Rohprotein	% in TS	14,9	14,2
RNB	(g/Tag)	-11	-32
Rohfaser	% in TS	17,4	18,5
Stärke+Zucker	% in TS	19,9	20,5
Kalium	(g/Tag)	319	239
Natrium	(g/Tag)	53	31

Über den gesamten Zeitraum des Versuches kamen vier verschiedene Grassilos und drei verschiedene Maissilos aus dem Futterstapel der Gut Dummerstorf GmbH, drei verschiedene Produktionschargen Vinasse, zwei Lieferungen Melasse, zwei Lieferungen Milchleistungsfutter sowie Heu, Rapspresskuchen und Pressschnitzelsilage (Ballen) aus je einer Lieferung zur Verfütterung. Entsprechend der wechselnden Nährstoff- und Gärqualität der Gras- und Maissilagen musste die Verfütterung zusätzlich mehrfach angepasst werden. Die durchschnittliche Zusammensetzung der Versuchs- und Kontrollration im Fütterungsversuch zeigt Tabelle 3. Sowohl die Vinasse als auch die Melasse wurden in 1000 Liter-Tanks angeliefert. Die Entnahme dieser beiden flüssigen Futtermittel zur Rationsbereitung erfolgte über einen Ablasshahn in Höhe des Tankbodens auf Volumenbasis. Zur Berechnung der Masse der verfütterten flüssigen Futtermittel wurde eine Dichte von 1,1 (an der vorhandenen Vinasse ermittelt) und 1,45 kg/Liter für die Vinasse bzw. Melasse angesetzt. Der hohe Wert für die Melasse begründet sich im hohen Trockenmassegehalt der angelieferten Melasse.

Die Beprobung der feuchten und flüssigen Einzelfuttermittel, der Futterreste und der Mischrationen erfolgte wöchentlich, die der trockenen Handelsfuttermittel monatlich. Von den feuchten Futtermitteln wurden so wöchentlich die Trockensubstanzgehalte bestimmt bzw. der verbleibende Rest zu monatlichen Sammelproben vereint. Diese monatlich anfallenden Futtermittelproben wurden der Futtermittelanalyse zugeführt. Die Futtermittelanalyse beinhaltete auch die Parameter der erweiterten Kohlenhydratanalytik nach VanSoest NDF und ADF und zwar auf Basis des veraschten Analyserückstandes, so dass es sich in der vorliegenden Auswertung hierbei ausschließlich um NDF_{org} bzw. ADF_{org} handelt.

3.4.3 Versuchsablauf

Der Fütterungsversuch als Leistungsversuch in Bezug auf den Vergleich der Futteraufnahme und der Milchleistungs- sowie der Aufwandsparemeter wurde mit denselben Tieren und derselben Gruppeneinteilung im unmittelbaren Anschluss an den Akzeptanzversuch durchgeführt. Dadurch diente der Akzeptanzversuch als Gewöhnungsphase und die Leistungsdaten konnten unmittelbar erhoben werden. Der Fütterungsversuch sollte 4 Wochen dauern. Es war kein Wechsel der beiden Fütterungsvarianten zwischen der Kontroll- und Versuchsgruppe vorgesehen. Im Anschluss an den Variantenvergleich folgte eine zweiwöchige gleiche Fütterung beider Gruppen wiederum auf Basis der Kontrollration (ohne Vinasse; siehe auch Tabelle 1).

3.4.4 Versuchsdatenerfassung

Futtermittelverzehr

Der Futtermittelverzehr (Originalsubstanz) jedes Tieres wurde über die Fress-Wiege-Tröge ermittelt und computergestützt für jeden Tag zusammengefasst gespeichert. Für die Darstellung der Entwicklung des täglichen Futtermittelverzehrs wurde ein jeweiliges laufendes Mittel der letzten 5 Tage aus den täglichen Mittelwerten für jede Gruppe gebildet. Für die Berechnung des Futtermittelverzehrs über die einzelnen Versuchsabschnitte wurden die täglichen Futtermittelverzehrsdaten der Einzeltiere dieses jeweiligen Futterabschnittes für jede Gruppe gemittelt und die Standardabweichungen berechnet.

Für die Berechnung des Trockenmasseverzehrs sowie des Verzehrs an Nährstoffen und Energie wurde davon ausgegangen, dass die Futtermischung beim Fressen nicht selektiert wurde. Für die Auswertung des täglichen Nährstoff- und Energieverzehrs konnte demzufolge die realisierte Futteraufnahme auf die Zusammensetzung der vorgelegten Ration angewendet werden. Die Nährstoff- und Energiegehalte der vorgelegten Rationen wurden unter Anwendung der analysierten Nährstoffgehalte der monatlichen Proben der Einzelfuttermittel (Tabelle 4) berechnet.

Milchmenge und -inhaltsstoffe

Die tägliche Milchmenge jeder Kuh wurde über die automatische Milchmengenerfassung des Melkstandes erfasst. Für die Ermittlung der Milch-inhaltsstoffe sind einmal wöchentlich vom Morgengemelk Milchproben gezogen und vom LKV in Güstrow auf Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff und somatische Zellen untersucht worden. Für die Darstellung der Milchleistungsentwicklung im Versuchsverlauf ist das laufende Mittel der letzten 5 Tage gebildet worden.

Futteraufwand

Zur Berechnung der Aufwandsdaten wurden die täglichen Einzelwerte für die Futteraufnahme zu den jeweiligen täglichen Einzelwerten der Milchleistung in Relation gesetzt. Die so erhaltenen Einzelwerte Futteraufwand wurden für die notwendigen Aussagen gemittelt.

Lebendmasse und Körperkondition

Lebendmasse und Körperkondition wurden zu Beginn des Akzeptanzversuches, zu Beginn und Ende des Fütterungsversuches sowie am letzten Versuchstag gemessen bzw. eingeschätzt.

Die Körperkondition wurde mit Hilfe des BCS-Schlüssels nach EDMONSON u.a. (1989) visuell bzw. nach Palpation eingeschätzt. Zusätzlich wurde die Rückenfettdicke nach STAUFENBIEL (1997) mit Hilfe eines Ultraschall-Messgerätes (ALOKA SSD 500; ALOKA CO. LTD., Tokio, Japan) gemessen.

Stoffwechseldaten

Zum Zwecke von Blutuntersuchungen wurden an fünf Zeitpunkten (Vorperiode, Mitte Akzeptanzversuch, Ende Akzeptanzversuch, Ende Fütterungsversuch, Ende Nachperiode) jedem Tier mittels Punktion Blutproben aus der V. jugularis entnommen. An der Klinik für Rinder der

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover wurde im Serum die Konzentrationen an Beta-hydroxybutyrat (BHB), dem Leberenzym GLDH sowie an Ca, K, Na, P und Mg bestimmt.

Für die Beurteilung des Pansenstoffwechsels wurden zu den Zeitpunkten der Lebendmassmessungen von drei Kühen je Gruppe Pansensaftproben über eine Schlundsonde gezogen. Unmittelbar nach Pansensaftentnahme wurde der pH-Wert gemessen. Anschließend wurden die Pansensaftproben gefiltert, bei mindestens -17°C eingefroren und nach dem Wiederauftauen auf den Gehalt an flüchtigen Fettsäuren (Essig-, Propion- und Buttersäure) sowie Ammoniak untersucht.

Sensorische Eigenschaften der Milch

Zur Ermittlung versuchsbedingter eventueller sensorischer Unterschiede der gewonnenen Frischmilch wurden während des Fütterungsversuches einmal Frischmilchproben aus dem Morgengemelk gewonnen und in gekühltem Zustand der Untersuchung am selben Tag zugeführt. Die Prüfung erfolgte durch das ZLT ZENTRUM FÜR LEBENSMITTELTECHNOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN GMBH in Neubrandenburg über eine einfache Dreiecksprüfung nach DIN 10959. Dazu wurden die Milchproben der 7 Kontrolltiere zu einer Vergleichsprobe (Standard für den Milchgeschmack) gepoolt. Diese und die 7 Einzelproben der Versuchstiere wurden mit dreistelligen, zufälligen Zahlen codiert und 7 Prüfern vorgestellt. Dazu musste je Prüfdurchgang aus jeweils drei anonym zusammengestellten Proben die Abweichende erkannt und notiert werden. Die Auswertung erfasst die richtig sowie die nicht richtig erkannten abweichenden Proben jeweils für den einen Prüfer. Erkennen mehrere der Prüfer ein und dieselbe Probe als abweichend, kann mit statistischen Verfahren ein tatsächlicher Unterschied nachgewiesen werden. Die Ergebnisse liegen als Einzelbericht vor (siehe Anhang)

4 Ergebnisdarstellung

4.1 Ergebnisse des chemisch-analytisch ermittelten Futterwertes

Die Ergebnisse der chemischen Futtermittelanaysen aller Proben sind in Tabelle 4 dargestellt. Die Nährstoffzusammensetzung der eingesetzten Vinassechargen weicht von vergleichbaren Analysenergebnissen aus der Literatur bzw. anderen Produktionsherkünften teilweise sehr deutlich ab (Tabelle 5). Insbesondere betrifft das den Rohascheanteil und dessen Zusammensetzung sowie den Gesamt-N-Gehalt (Rohprotein). Der Rohaschegehalt der hier untersuchten Vinassen entspricht etwa dem der von HARMS (2003) zitierten entkalkierten Vinassen. Der Rohproteingehalt als wertbestimmender Inhaltsstoff ist ebenfalls mit deutlich unter 30% niedriger als in der Literatur selbst für nichtentkalkierte Vinassen berichtet. Eine gewisse Vergleichbarkeit scheint dagegen mit der Vinasse aus französischer Produktion (geliefert von Nordzucker 2007; verwendet im Tastversuch 2007, Ergebnisse siehe Anhang, Abbildung A2) zu bestehen. Diese stammt aus der Bioethanolerzeugung aus Zuckerrübensaft. Da der Fettanteil recht gering und Rohfaser auszuschließen ist, ergibt sich mit >50 % auch ein sehr hoher NfE-Gehalt.

Tabelle 4: Nährstoff- und Energiegehalt der verwendeten Einzelfuttermittel und Futtermittelchargen

Probenart	TS	XA	XP	XL	XF	OR	XZ	XS	NDF	ADF	ELOS
	%	% in der TS									g/kg TS
Grassilage 4a VV	37,05	9,44	18,80	3,59	23,64	63,33	n.n.	n.a.	46,05	26,22	667
Grassilage 6	20,04	13,44	13,39	3,40	34,94	48,22	n.n.	n.a.	56,27	37,94	488
Grassilage 7	29,21	11,49	15,35	3,03	28,56	56,92	n.n.	n.a.	49,42	30,83	597
Heu	83,19	6,10	12,51	1,52	33,65	58,73	44,5	n.a.	64,37	36,56	501
Maissilage 2	28,35	5,01	8,02	3,33	20,09	71,57	n.n.	10,1	37,19	22,04	729
Maissilage 5	29,45	4,29	7,95	3,11	19,51	73,09	n.n.	14,1	37,98	21,47	710
Melasse 1	86,94	11,62	11,94	n.a.	n.a.	88,18	54,7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Melasse 2	81,96	11,90	13,26	n.a.	n.a.	87,9	54,6	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
MF 2000	87,81	7,51	24,70	4,00	5,95	82,54	42,0	28,1	19,42	8,08	852
Pressschnitzel	27,59	7,67	8,81		21,46	70,37	25,3	n.a.	45,06	26,99	848
Rapsexpeller	92,17	6,87	35,83	10,47	14,27	68,39	73,6	n.a.	26,23	21,68	786
Vinasse VV	45,44	11,25	28,95	1,0	n.a.	87,75	n.n.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Vinasse 1	46,29	10,62	28,43	0,8	n.a.	88,58	n.n.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Vinasse 2	35,43	14,64	28,88	2,4	n.a.	82,96	n.n.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Vinasse 3	36,84	15,57	20,33	0,3	n.a.	84,13	n.n.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Vinasse über alles	41,00	13,02	26,65	1,13	n.a.	85,85	n.n.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
TMR Gr. 2	35,11	8,73	14,88	3,22	23,01	65,04	33,7	10,1	41,51	24,78	680
TMR Gr. 1	35,38	9,32	15,46	3,41	20,26	67,01	20,6	10,2	39,14	22,92	705
TMR Gr. 2 VV	38,47	8,20	15,45	3,40	23,0	65,4	n.a.	n.a.	47,0	31,8	697
TMR Gr. 1 VV	39,65	8,10	15,80	3,45	21,6	66,85	n.a.	n.a.	44,7	29,4	690
Vinassesediment 1		78,7									
Vinasse 2 unten	26,6	14,7	20,3								
Vinasse 2 oben	40,1	11,5	25,2								

Tabelle 5: Vergleich der Nährstoffzusammensetzung von Zuckerrübenvinassen aus der Literatur bzw. anderen Herkünften

Probenart	% TS	% XA	% XP ¹⁾	% XL	% XF	% XZ	% NfE ¹⁾	Ca	P	Na	Mg	K	S	Cl	NH ₃
	%	% in der TS					g/kg TS								
Vinasse über alles	41,00	13,0	26,7	1,13	n.n.	n.n.	n.n.	1,6	3,8	8,5	<0,2	41,2	15,6	2,5	3,74
Vinasse Anklam 2008	57,8	12,3	34,6	0,18	n.n.	24,4	n.n.	2,8	12,5	8,2	0,41	40,8	7,5	3,2	0,94
Vinassesediment 1		78,7						6,1	2,3	4,6	0,7	102	57,2	1,8	1,45
Vinasse HARMS (2003)	65,6	34,4	31,5	1,1	-		33,1	6,8	2,4	29,4	2,1	71	(58)	23,5	
Vinasse franz. (Nordzucker 2007)	56,9	22,0	24,1	n.n.	-		54,0	1,6	2,3	0,35	20,4	93,1	5,8		1,0
HARMS (2003) Literatur (entkalisiert)	71,4	11,8	45,8	0,7	-		34,2	3,8	2,1	22,2	1,3	25,9		37,4	
in g/kg XA															
Vinasse über alles								12,3	29,2	65,4	(1,5)	317	120	19,2	
Vinasse Anklam 2008								22,8	101,6	66,7	3,3	331,7	61,0	26,0	
Vinassesediment 1								7,8	2,9	5,8	0,9	130	72,7	2,3	
Vinasse HARMS (2003)								19,8	6,8	85,4	6,1	206	73,7	29,9	
Vinasse franz. (Nordzucker 2007)								7,3	10,5	92,7	1,6	423	7,4		
HARMS (2003) Literatur (entkalisiert)								32,2	17,8	188	11,0	219		317	

1) wegen des hohen Anteiles von NPN (Betain, Glutaminsäure) ist die Anwendung des Faktors 6,25 für die Berechnung des Rohproteins aus dem analysierten N und damit die Differenzbildung zu NfE fraglich

ELOS-Analysen liegen nicht vor. Die Methodenvorschrift sieht eine vorherige Trocknung und anschließende Vermahlung der Probe vor. Getrocknete Vinasse wie auch Melasse sind jedoch nicht vermahlungsfähig. Die ELOS-Bestimmung an der frischen Probe scheint nicht ohne größeren Fehler realisierbar, da die organischen Rohnährstoffe wie auch die Mineralstoffe größtenteils in gelöster Form vorliegen und damit als „verdaulich“ erfasst werden.

Die verwendete Dettmannsdorfer Vinasse war praktisch zuckerfrei.

Die mineralische Zusammensetzung des Rohascheanteiles der hier untersuchten Vinasse ist der aus französischer Produktion zumindest ähnlich. Charakteristisch scheint ein niedriger Anteil an Ca und P von 10 bzw. 30 g/kg Rohasche zu sein. Dieser ist auch etwa mit den Angaben von HARMS (2003) konform. Ebenso charakteristisch sind sehr hohe und hohe Gehalte an K bzw. Na, wobei die Streubreite beträchtlich ist (250 - 600 bzw. 50 – 90 g/kg Rohasche). Schwefel und Chlor finden sich in Größenordnungen von 90 – 160 bzw. 10 bis 20 g/kg Rohasche. Auffallend ist die veränderte Rohaschezusammensetzung des Sedimentes. Während die Mengenelemente in der Rohaschefraktion der gesamten Vinasse einen Anteil von 50 – 75 % bilden, beträgt dieser Anteil in der Rohasche des Sedimentes (ausgefällte Salze) nur etwa 20 - 25%. Etwa zwei Drittel des Kaliums, 90 % des Natriums und rund die Hälfte des Schwefels liegen demzufolge in gelöster Form vor.

Nach Produktionsbeginn des Bioethanolwerks Anklam (diskontinuierliches Verfahren) liegen derzeit 6 Analysenergebnisse über einen Zeitraum von zwei Monaten vor. Diese wurden aus der aktuellen Produktion und aus dem Lagertank bei Entnahme zum Versand gezogen. Im Mittel unterscheidet sich die Anklamer von der Dettmannsdorfer Vinasse durch einen deutlich höheren Trockenmassegehalt (>55 %), einen beträchtlichen und stark schwankenden Zuckergehalt, einen Rohproteingehalt über 30 % sowie einen beträchtlich höheren Phosphorgehalt.

4.2 Lagerungsverhalten

Für die weitere praktische Handhabung, aber auch zum Verständnis als möglicher Einflussfaktor, ist eine Beschreibung des Lagerungsverhaltens erforderlich. Angeliefert wurde die Vinasse in einem 1000 Liter Gitterboxcontainer (100 x 95 x 115cm) aus halb-transparentem Kunststoff. Die Vinasse aus der ersten Lieferung hatte eine ähnliche Farbe wie Melasse. Bereits kurz nach der Anlieferung hatte sich ein heller Bodensatz von etwa 10 cm Dicke gebildet (farblose bis weiße Kristalle), der auch den unten liegenden Ablasshahn anfangs teilweise verstopfte. Dieser Bodensatz war zunächst so stabil, dass er bei der täglichen Vinasseeentnahme nicht mit abfloss. Da es sich offensichtlich um ausgefällte Salze handelte, wurde entschieden, den Fassinhalt vor der täglichen Entnahme nicht zu homogenisieren. Nachdem das Fass bereits zu etwa $\frac{3}{4}$ geleert war, löste sich jedoch dann bei der Entnahme das Sediment. Aus diesem Grunde wurde die Verfütterung des Fassinhaltes eingestellt und zum folgenden Tag (13.12.2007) eine neue Charge Vinasse geliefert. Diese Charge wurde jedoch aus dem Großtank des Herstellers entnommen, nachdem die Bioethanolproduktion aus wartungstechnischen Gründen vorübergehend eingestellt war. Da die Eindickung der Dicksaftschlempe zu Vinasse etwa 7 Tage dauert, war in den Großtank auch nicht eingedickte Schlempe geflossen, so dass die zweite Lieferung eine andere Qualität aufwies. Diese andere Qualität zeigte sich in einer eher hellbraunen Färbung und der folgenden Herausbildung zweier gleich großer unterschiedlich gefärbter Zonen. Trockenmasseanalysen (siehe Tabelle 4) dieser beiden Zonen zeigten deutlich differente TS-Gehalte, wobei der untere helle Teil den geringeren TS-Gehalt aufwies.

Ab 04.01.2008 stand Vinasse (3. Lieferung) aus der wieder angelaufenen kontinuierlichen Produktion von Bioethanol zur Verfügung. Diese Vinasse war wie die aus der ersten Lieferung von melasseähnlicher Farbe und wies keinen Bodensatz auf.

4.3 Ergebnisse der Verdaulichkeitsuntersuchungen

4.3.1 Vinasse im Differenzversuch mit Anwelksilage

Die Verdaulichkeitsuntersuchungen mit Vinasse wurden über Differenzversuche in 3 Stufen durchgeführt, mit 20, 35 und 50 % Vinasseanteil in einer Mischration auf TS-Basis mit einer vorher im Direktversuch geprüften Grassilage als Beifutter. Die Futteraufnahme insgesamt aus Prüf- und Beifutter war als konstant konzipiert und blieb mit 12,5 – 14,5 g Trockenmasse je kg Lebendmasse der Prüfhammel im geforderten Bereich des Ernährungsniveaus (AFB, 1991).

Die Verdaulichkeit der Nährstoffe und der daraus berechnete Energiegehalt sind in Tabelle 7 enthalten.

Ähnlich der Verfütterung an Kühe ist auch bei der Verfütterung an Schafe mit Akzeptanzproblemen zu rechnen, die den Futtermittelverzehr einschränken und eine Berechnung der Verdaulichkeit behindern. Ein solcher Effekt trat bei den beiden niedrigeren Anteilen von 20 und 35 % nicht auf. Bei der Verfütterung von 50 % Vinasse und 50 % Grassilage ging die Futteraufnahme jedoch drastisch zurück, so dass eine Auswertung mit dieser Konstellation nicht mehr möglich war. Die Ursache ist nicht genau einer mangelnden Akzeptanz zuzuordnen, da bei dieser Stufe der Rohfasergehalt der Gesamtration mit 12 % und das relativ niedrige Ernährungsniveau mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer mangelnden Strukturversorgung der Hammel geführt haben.

Die Prüfung der Vinasse auf den beiden verbleibenden Anteilsniveaus von 20 und 35 % der Trockenmasse Hammelration führte zu zwei signifikant voneinander verschiedenen Ergebnissen von 76,6 bzw. 85,7 % Verdaulichkeit der organischen Masse. Für die Faserkennzahlen Rohfaser bzw. NDF und ADF können keine Verdaulichkeitswerte angegeben werden, da diese in der Vinasse nicht nachgewiesen werden konnten. Der sehr niedrige Fettgehalt der Vinasse führt aufgrund des relativ konstanten endogenen Fettanteils im Kot der Schafe und der als konstant gesetzten Fettverdaulichkeit der Grassilage zudem zu Fettverdaulichkeiten um Null für die Vinasse. Damit ist der Einfluss des Fettes auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz zu vernachlässigen. Schaut man sich jetzt die Verdaulichkeitskennziffern der beiden Gesamtrationen mit 20 bzw. 35 % Vinasseanteil an, fällt auf, dass die Fasergehalte (die nur aus der Grassilage stammen können) in den beiden Mischrationen gegenüber der reinen Grassilage geringer verdaulich sind, je höher der Vinasseanteil ist. Dies kann sicher z. T. damit erklärt werden, dass die gegenüber der reinen Grasration geringeren Fasergehalte pansenphysiologisch auf eine Verschlechterung der Lebensbedingungen für die zellwandspaltenden Bakterien wirken. Das heißt aber auch, dass der aus den weniger komplexen Kohlenhydraten (NfE bzw. NFC) und dem Rohprotein bestehende organische Rest sehr hoch verdaulich ist. Die mit 76,6 % errechnete Verdaulichkeit der OM der Vinasse bei 20 % Vinasseanteil ist mit Sicherheit als zu niedrig anzusehen, da er eine Kompensation der Verdaulichkeitsdepression der Fasersubstanzen der Grassilage zum Ausdruck bringt. Eher wahrscheinlich ist der höhere Wert der Verdaulichkeit der OM aus dem Versuch mit 35 % Vinasseanteil anzunehmen, da hier die Kompensation einer geringeren Faserverdaulichkeit der Grassilage bei geringerer Fasermenge auf eine größere Menge organischer Masse der Vinasse angerechnet wird. Eine relativ hohe Verdaulichkeit der organischen Masse der Vinasse wird durch die Literaturübersicht von HARMS (2003) zur Verdaulichkeit von Zuckerrübenvinassen unterschiedlicher Endproduktherkünfte zwischen 70 und 85 % bestätigt. Der energetische Wert des Futtermittels Vinasse wird demzufolge fast ausschließlich durch die Höhe des nichtorganischen Anteils bestimmt. Berechnet man den für Melasserest in den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (AFB, 1997) ausgewiesenen Energiegehalt von 5,59 MJ NEL/kg TS auf einen OS-Anteil von 88 % (demineralisiert), könnte auf einen Energiegehalt von 7,3 MJ NEL/kg TS extrapoliert werden.

Eine weitere Besonderheit ist die hohe Verdaulichkeit des mineralischen Anteils der Vinasse von 63 bzw. 76 % bei Anteilen von 20 und 35 % Vinasse in der Prüfration. Auch diese hohe Resorbierbarkeit der Rohasche stimmt mit den Angaben aus der Literatur sowie den Versu-

chen an Bullen von HARMS (2003) überein. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass die Salze in der Vinasse größtenteils in gelöster Form vorliegen.

4.3.2 Verdaulichkeit und Energiegehalt der TMR aus dem Fütterungsversuch

Die Nährstoffzusammensetzung der im Verdauungsversuch geprüften Mischrationen aus dem Fütterungsversuch entspricht bezüglich des Rohfasergehaltes nicht den Vorgaben aus der Mischanweisung (vergl. Tabellen 3 und 4). Die Beprobung der geprüften Mischrationen ergab 4 bis 4,5 Prozentpunkte höhere Rohfasergehalte. Das gleiche Phänomen zeigt sich bei den Routinebeprobungen der Mischrationen (Tabelle 4). Ursache kann eine Unkorrektheit bei den Probenahmen sein, wie sie sich bei Mischrationen aufgrund der unterschiedlich strukturierten Rationskomponenten schnell ergeben kann. Dementsprechend führt auch die Schätzung des Energiegehaltes über die Bestimmung der Enzymlöslichkeit der organischen Substanz zu nicht erwarteten niedrigen Energiegehalten in etwa gleicher Höhe. Aus den beiden Verdauungsversuchen (Tabelle 6) ergeben sich jedoch Energiegehalte in der erwarteten Höhe. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz und der Energiegehalt der TMR mit Vinasse sind vor allem wegen der höheren Verdaulichkeiten von Rohprotein und NfE signifikant höher als in der Kontroll-TMR ohne Vinasse.

Tabelle 6: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeitsquotienten (VQ in %) sowie Energiegehalt der Vinasse und der Kuhrationen mit und ohne Vinasse

	TS g/kg	XA	OM	XP	XL	XF	XX	OR	ADF	NDF	NEL nach VQ (AFB 2001)	NEL nach ELOS
Rohnährstoffgehalt in g/kg TS											MJ/kg TS	
Grassilage	384	87	913	189	33	220	471	660	379	473		
Gesamtration 20 % V	395	92	908	207	27	180	494	701	310	387		
Gesamtration 35 % V	405	96	904	222	23	148	512	734	255	318		
Vinasse VV	454	113	887	290		-						
% Verdaulichkeit												
Grassilage	70,8	12,7	76,4	69,6	58,0	79,8	78,8	76,1	84,2	83,5	6,52	6,14 ¹⁾
±	1,0	3,9	0,9	0,9	3,4	3,0	1,3	1,1	0,6	1,3	0,09	
Gesamtration	71,6	23,9	76,4	69,7	52,7	74,2	81,4	77,9	80,5	80,0	6,51	
±	0,7	3,3	0,6	1,2	3,6	2,3	1,0	0,8	0,7	1,0		
Vinasse 20 % Anteil	75,2	63,5	76,6	70	-	-	90,5	83,8	-	-	6,47	
±	3,7	14,8	3,4	4,7			4,5	3,4			0,31	
Gesamtration	74,9	37,3	78,9	73,3	40,3	68,9	85,0	80,8	77,3	75,3	6,74	
±	0,9	1,2	0,9	1,7	3,3	1,8	0,8	1,1	3,0	2,1		
Vinasse 35 % Anteil	84,6	76,5	85,7	75,1	-	-	94,2	88,0	-	-	7,41	
±	2,6	3,0	2,9	4,3			2,2	2,7			0,31	
TMR mit Vinasse	77,7		80,8	74,7	71,0	75,9	85,4		68,7	74,2	7,06	6,37 ²⁾
±	1,6		1,4	1,7	5,4	1,90	1,1		2,5	2,2	0,16	
TMR ohne Vinasse	75,6		78,6	72,7	69,2	74,7	82,8		69,6	72,2	6,80	6,29 ²⁾
±	1,2		1,0	1,3	3,3	1,5	1,1		2,2	1,6	0,10	

¹⁾nach AFB (2008), Grasprodukte mit ELOS

²⁾nach AFB (2004), Gleichung 3, Mischrationen mit ELOS und Rohrnährstoffgehalten

4.4 Ergebnisse des Akzeptanzversuches bei Milchkühen

In Tabelle 7 sind der Trockenmasseverzehr und die Milchleistung beider Gruppen entsprechend der für die einzelnen Steigerungsstufen gültigen Zeitabschnitte dargestellt. In der Phase des Vorversuchs erhielten beide Gruppen das Futter der Kontrollgruppe. Der nahezu gleiche tägliche Futtermittelverzehr in diesem Zeitabschnitt zeigt, dass die Tiere beider Gruppen sich im Futteraufnahmevermögen nicht voneinander unterschieden.

Tabelle 7: Täglicher Trockenmasseverzehr und Milchleistung je Kuh nach Zeitabschnitten

Zeitabschnitt	täglicher TS- Verzehr aus Vinasse	Gruppe Vinasse		Kontrollgruppe	
		kg TS/d	kg Milch/d	kg TS/d	kg Milch/d
30.10.-12.11.07 (Vorversuch)	0 ±	19,7 2,16	26,0 4,1	19,8 0,81	26,1 4,1
13. – 15.11.07	0,43 ±	18,3 1,33	27,0 3,4	18,0 1,32	26,9 4,1
16. – 17.11.07	0,66 ±	18,4 1,25	27,2 4,0	19,3 1,16	27,1 4,4
18. – 19.11.07	0,83 ±	16,7^a 1,18	27,9 4,0	18,4^b 0,95	27,7 4,2
20. – 21.11.07	1,27 ±	19,6 2,47	27,5 3,7	19,8 1,25	28,0 3,8
22. – 23.11.07	1,58 ±	20,4 1,38	27,6 4,2	19,9 1,68	28,3 4,1
24. – 25.11.07	1,89 ±	20,2 1,38	28,0 4,7	19,9 1,31	28,8 4,0
26. – 28.11.07	2,35 ±	21,7^a 1,77	28,3 4,2	20,2^b 1,15	29,6 4,4
29.11. – 06.12.07	1,90 ±	20,8 1,31	28,0 4,6	21,1 1,58	29,2 4,3
07. – 12.12.07	1,62 ±	20,8 1,23	27,6 5,0	21,1 1,37	29,4 3,7
13.12.07 – 03.01.08	1,05 ±	20,4 1,29	28,6 5,2	20,6 1,03	29,5 4,1

a, b - unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied bei $p \leq 0,05$

Bis zu einem Vinasseverzehr von 2,35 kg TS/Tier/Tag gab es einen vergleichbaren Futterverzehr beider Gruppen mit der Tendenz zu etwas höheren Werten in der Vinassegruppe. Eine Störung dieser Tendenz gab es im Abschnitt 16. – 19.11.2007 aufgrund eines zu Ende gehenden Grassilos (Abbildung 1). Mit dem Wechsel zu einem neuen Grassilo stellte sich das Gleichgewicht beider Gruppen wieder ein (Abbildung 1). Die trotz der höheren Futteraufnahme gegenüber der Kontrollgruppe stagnierende bzw. leicht rückgängige tägliche Milchleistung (Abbildung 2) war Anlass, ab 29.11.2007 den Vinasseanteil in der Ration wieder um einen Schritt zu verringern. Da im weiteren Versuchsverlauf die Milchleistung der Vinassegruppe mit bis zu 2 kg/Tag deutlich zurückblieb und dann auch der Trockenmasseverzehr der Vinassegruppe um fast 2 kg/Tag abfiel, wurde zum 07.12.2007 der Vinasseanteil um eine weitere Stufe zurück genommen. Auf diesem Niveau stellte sich dann eine Wiederangleichung von Futteraufnahme und Milchleistung der Vinassegruppe gegenüber der Vergleichsgruppe ein, so dass diese Stufe (1,6 kg TS = 7,8 %) als maximal möglicher Vinasseanteil in der Tagesration angesehen wurde. Aufgrund der Vorgabe, den eigentlichen Fütterungsver-

sich noch eine Stufe tiefer durchzuführen, wurde der Vinasseanteil zum 13.12.2007 auf die endgültige Menge von 2,75 Litern (etwa 3 kg) Vinasse eingestellt. Auf den konkreten TS-Gehalt angewendet ergibt das eine tägliche Verfütterung von 1,05 kg Vinasse-TS.

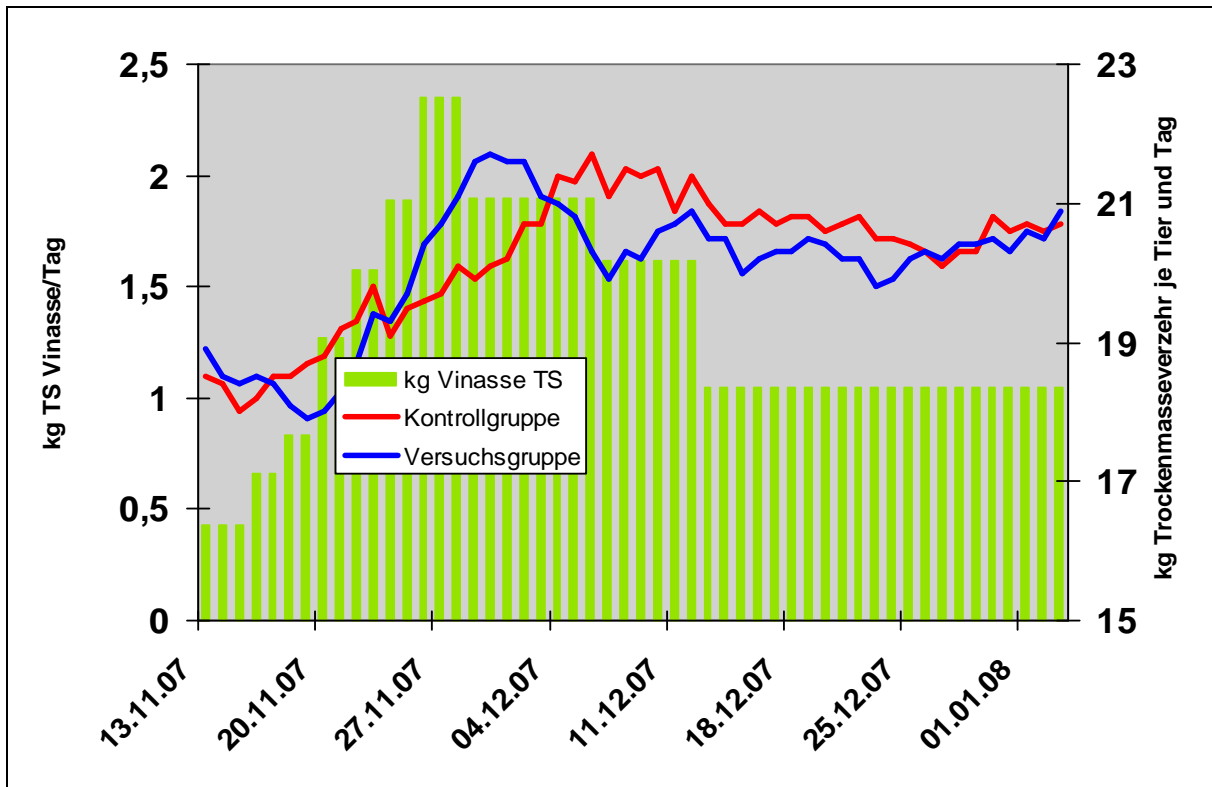


Abbildung 1: Trockenmasseverzehr im Akzeptanzversuch

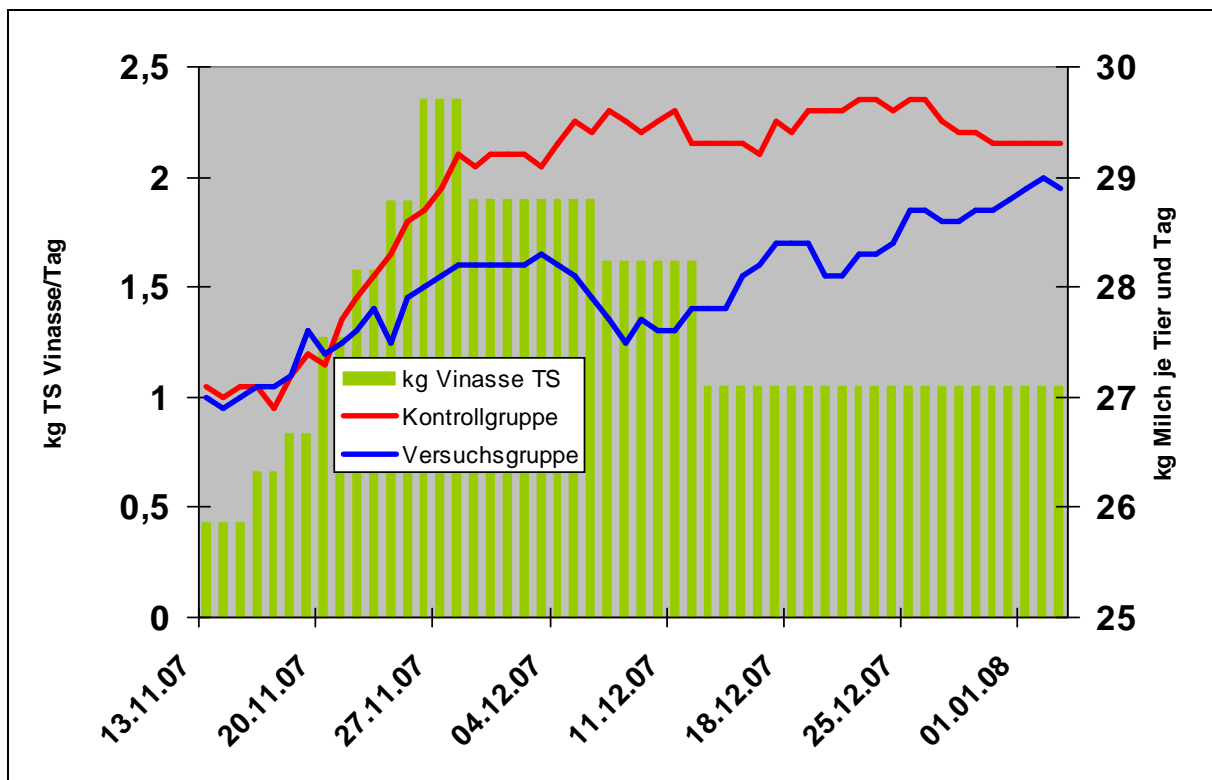


Abbildung 2: Milchleistung je Kuh und Tag im Akzeptanzversuch

4.5 Ergebnisse des vergleichenden Fütterungsversuches

4.5.1 Milchleistung und Futteraufwand

Tabelle 8 zeigt zunächst die Ergebnisse der täglich erhobenen Daten der Milchleistung, des Futtermittelsverzehrs und der Aufwendungen je kg Milch. Bei den Aufwandsdaten an Energie und nutzbarem Rohprotein wurde nur der für die Leistung verbleibende Teil des Verzehrs angesetzt. Der Erhaltungsbedarf wurde dabei nach AFB (2001) aus der mittleren Lebendmasse berechnet und vom Gesamtverzehr abgezogen.

Der Trockensubstanz- und der Energieverzehr sowie die kalkulierte nXP-Versorgung unterschieden sich zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in keiner Phase des Fütterungsversuches signifikant voneinander. Beachtenswerte Unterschiede gab es in der ruminalen N-Bilanz während des Hauptversuches aufgrund des höheren N-Gehaltes der Vinasse gegenüber dem Pressschnitzel-Melassegemisch. Insgesamt war die Bilanz aber relativ ausgeglichen um 0. Die Vinasseration führte zu einer signifikant geringeren Versorgung mit Zucker und Stärke im Vergleich zur Kontrollgruppe, aber im Gegenzug auch zu einer geringeren kalkulierten Strukturwirksamkeit der verzehrten Ration. Die erreichte Milchleistung wie auch der Energie- und Proteinaufwand je kg Milch waren während des Hauptversuches in beiden Gruppen gleich. Es kam in beiden Gruppen zu keinen wesentlichen Veränderungen der Lebendmasse bzw. des Ernährungszustandes (Körperkondition → BCS und Rückenfettdicke).

Tabelle 8: Angaben zum Futtermittelsverzehr, zur Milchleistung und zum Energie- und Proteinaufwand/kg Milch während des Fütterungsversuches

	Hauptperiode I		Hauptperiode II		Nachperiode	
	04.01. – 20.01.08		21.01. – 01.02.08		02.02. – 14.02.08	
	Vinasse	Kontrolle	Vinasse	Kontrolle	Vinasse	Kontrolle
kg TS/Kuh/Tag	20,4	20,3	20,2	20,6	19,7	20,3
MJ NEL/Kuh/Tag	142	141	139	142	136	140
g nXP/Kuh/Tag	3224	3189	3145	3238	3096	3184
g RNB/Kuh/Tag	16^a	-7^b	10^a	-3^b	-3	-3
g Stärke+Zucker/Kuh/Tag	4102^a	4306^b	4193^a	4455^b	4259	4381
SW ¹⁾ * kg TS/Kuh/Tag	30,2^a	32,3^b	31,4^a	33,6^b	32,1	33,1
Milchleistung						
kg Milch/Kuh/Tag	28,3	28,9	27,7	28,1	27,7	28,2
Parameter des Futteraufwandes						
MJ NEL/kg Milch ²⁾	3,92	3,73	3,89	3,87	3,77	3,75
g nXP/kg Milch	103	100	103	104	101	101
	Beginn HP I		Ende HP II		Ende NP	
kg Lebendmasse	547	578	544	582	554	589
BCS	2,79	2,75	2,5	2,54	2,46	2,61
mm RFD	10,6	10,6	10,7	10,4	10,7	11,7

1) Strukturwert SW nach DeBrabander

2) nach Abzug des Bedarfes für die Erhaltung (AFB, 2001)

a, b - unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied bei $p \leq 0,05$

Tabelle 9 zeigt die zusammengefassten Ergebnisse der wöchentlichen Untersuchungen zu den Milchhaltsstoffen. Aus den Untersuchungen während der Vorperiode (gleiche Fütterung) ergaben sich außer im Gehalt an somatischen Zellen keine Hinweise auf gerichtete

Leistungsunterschiede beider Gruppen vor Versuchsbeginn, so dass eventuelle Unterschiede während der Versuchsfütterung auf diese selbst zurückgeführt werden können. Der leicht, aber signifikant erhöhte Milchharnstoffgehalt in der Milch der Vinassegruppe bestätigt die in Tabelle 9 ausgewiesene höhere ruminale N-Bilanz der Versuchsration. Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalt wiesen keine Unterschiede in der Hauptversuchsperiode auf. Dagegen war der Ertrag an ECM trotz der nur tendenziell differenten Milchleistung sowie Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalte in der Nachperiode bei den Tieren der Versuchsgruppe signifikant geringer.

Tabelle 9: Ergebnisse der wöchentlichen Untersuchungen der Milchinhaltstoffe

	Vorperiode		Hauptversuch		Nachperiode	
	Vinasse	Kontrolle	Vinasse	Kontrolle	Vinasse	Kontrolle
kg Milch	26,5	26,2	28,1	28,2	26,8	28,6
% Fett	5,06	4,99	4,54	4,49	4,16	4,37
% Eiweiß	3,17	3,29	3,47	3,55	3,44	3,51
% Laktose	4,77	4,77	4,80	4,81	4,79	4,83
Zellzahl (1000/ml)	52	72	49^a	73^b	55^a	105^b
mg/l Harnstoff	n.a.	n.a.	259^a	239^b	261	271
kg ECM	29,1	29,4	29,7	29,9	27,2^a	29,9^b

a, b - unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen einen signifikanten Unterschied bei $p \leq 0,05$

4.5.2 Sensorische Eigenschaften der Milch

Erkennen abweichenden Milchgeschmacks

Jedem der sieben Prüfer wurden in jedem Prüfdurchgang drei der anonymisierten 8 Milchproben (1 Mischprobe der Kontrollgruppe und 7 Einzelproben der Versuchsgruppe) vorgestellt, aus denen der Prüfer die abweichende Probe zu erkennen und notieren hatte. Die Auswertung erfasst die richtig erkannten, abweichenden Proben (Tabelle 10). Zwecks besserer Zuordnung ist die aktuelle Milchleistung und der Trockenmasseverzehr der betreffenden Kühe in der vorletzten Spalte mit aufgeführt.

Tabelle 10: Ergebnisse des „Dreieckstestes“ (7 Prüfer) für die Sensorik der Milch

Probe von Tier-Nr.	Richtig erkannt	Falsch/nicht erkannt	Richtig erkannt Anteil in %	Milchleistung (kg/Tag) z.Z. der Probe-nahme	Futterverzehr in kg Frisch-masse/Tag
13166	2	5	29	20,9	53,5
33831	2	5	29	35,2	60,2
54789	5	2	71	24,5	55,9
13170	6	1	86	30,8	51,5
64249	6	1	86	30,7	54,9
54750	4	3	57	27,5	56,4
26006	1	6	14	28,4	53,9

Drei der sieben Proben wurden von der Mehrheit der Prüfer als von der Kontrollmilch abweichend erkannt. Ein Zusammenhang zur Futteraufnahme bzw. zur Milchleistung ist nicht zu erkennen.

Die Prüfer gaben mehrheitlich an, kaum Unterschiede zu erkennen, auch wenn 3 Proben sich von der Kontrollmilch bei fast allen Prüfern unterschieden. Für eine Probe (54789) ist ein deutlicher Unterschied beschrieben worden.

Einfach beschreibende Prüfung

Mit einfachen Beschreibungen des Geschmacksprofils der Frischmilchproben in einem weiteren Test sollen die Unterschiede zwischen der Kontrollmilch und den Versuchsmilchproben erkannt werden. Den Prüfern ist dabei wiederum nicht bekannt, welche Proben aus dem Versuch stammen bzw. Kontrollmilchproben sind. Dafür vergleichen 3 Sensoriker die Versuchsmilchproben einzeln nacheinander mit der Kontrollmilch. Die Abweichungen im Geschmack, die durch häufiges Rückkosten deutlicher erscheinen, werden mit Attributen belegt.

Für die Frischmilchproben der Versuchsgruppe sind folgende Attribute erkannt worden:

Geschmack: süß, moosig, nach Waldboden (erinnert an Waldpilze), unreife Proteine von Hülsenfrüchten

Geruch: rauchig (brenzlige), blumige Note wie „Grüner Tee“

Die beschriebene Süße und die „grünen“ Aromen sind bei intensiver Verkostung und genauer Betrachtung als Unterschied zur Kontrollmilch spürbar. Die Intensität dieser Unterschiede ist allerdings so gering, dass Verbraucher dies höchstwahrscheinlich nicht erkennen würden, was auch der Dreieckstest zeigt.

Von den übrigen Proben heben sich in der beschriebenen Prüfung die Milchproben 54789 und 33831 durch markanten Eigengeschmack besonders ab.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Versuchsfütterung sich nur bei sehr genauer sensorischer Überprüfung der Milch als Abweichung von der Normalmilch feststellen lässt, auch wenn sie bei zwei Proben deutlicher hervortrat. Nach Einschätzung der Prüfer ist die so erfüllte Milch vom Verbraucher nicht von der Milch standardisiert gefütterter Kühe unterscheidbar. Nach den weiteren Verfahrensschritten der Milchbehandlung über die Homogenisierung bis zur Pasteurisierung bzw. UHT-Erhitzen werden sich die karamellartigen Aromen in der Milch verstärken und wahrscheinlich den größten Teil der gering spürbaren „grünen“ Aromen überdecken, so dass kein Unterschied mehr zur Normalmilch festzustellen sein dürfte. Genauere Aussagen dazu bedürfen jedoch umfassenderer sensorischer Untersuchungen mit vollständig verarbeiteter Milch.

4.5.3 Ergebnisse Stoffwechseluntersuchungen

Aus den Blutuntersuchungen sind keine Veränderungen der Mineralstoffversorgungslage, die sich auf die Versuchsbehandlung zurückführen lassen, abzuleiten. Zu Beginn des Hauptversuches am 04.01.2008 zeigten sich gegenüber der vorherigen Messung leicht erhöhte Gehalte an β -Hydroxybutyrat im Blut, was auf eine gewisse Belastung durch Körperfettabbau hindeutet, jedoch noch nicht im Bereich einer subakuten Ketose liegt. Nur ein Tier war grenzwertig. Diese etwas höhere Belastung hielt bei den Kontrolltieren länger an, betraf aber nicht dieselben Tiere. GLDH zeigte generell eine erhöhte Leberbelastung aller Tiere an, wobei sich dies am Ende des Versuches bei den Kontrolltieren besonders zeigte (Abbildung 3).

Für die untersuchten Mineralstoffe im Blutserum ergeben sich keine Abweichungen aus dem jeweiligen Referenzbereich.

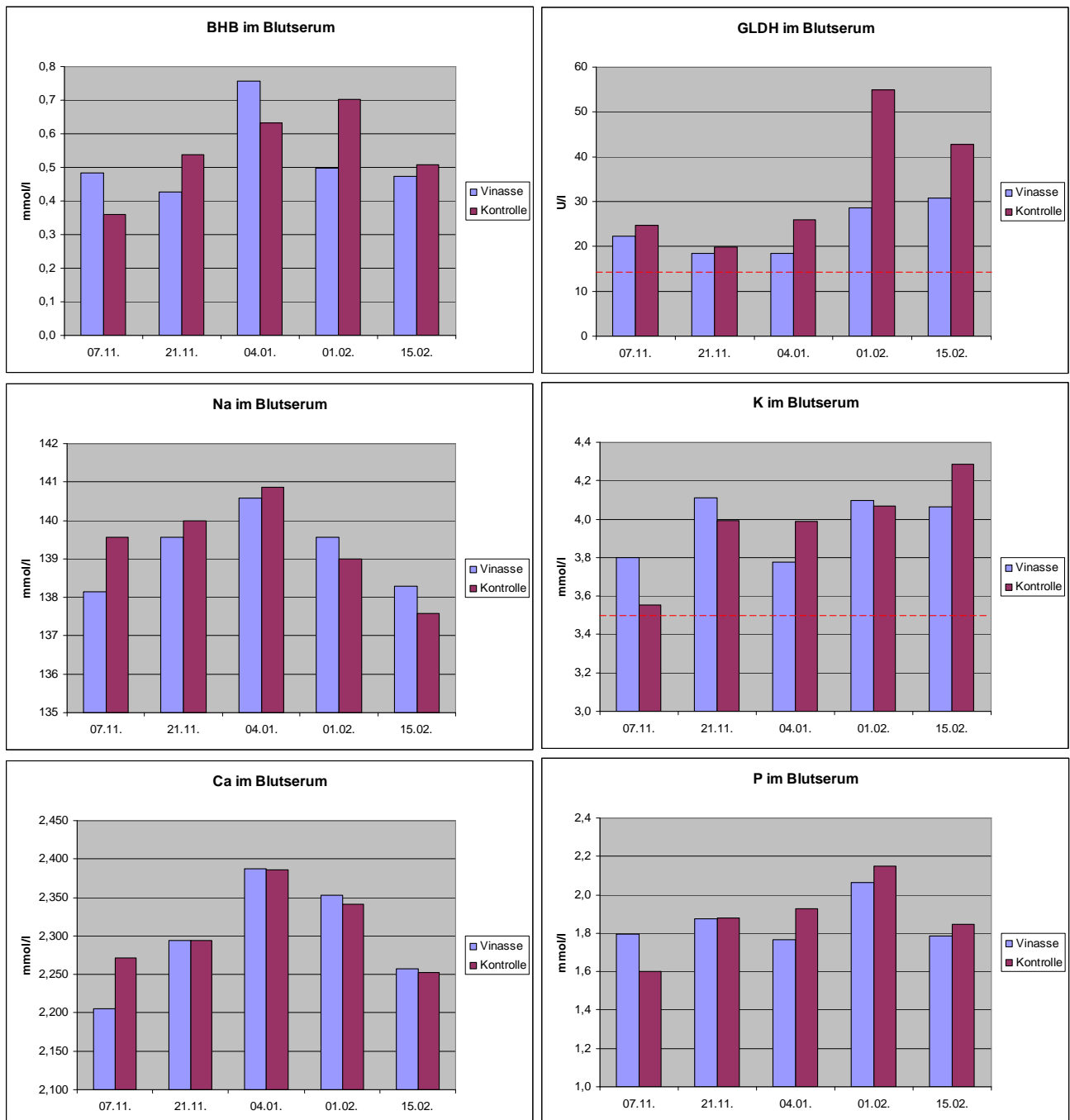


Abbildung 3: Mineralstoffversorgungslage und Stoffwechselfparameter anhand von Blutuntersuchungen (gestrichelte Linie = OW für erhöhte GLDH- Gehalte bzw. unterer Grenzwert für den Referenzbereich für Kalium im Blutserum)

4.5.4 Ergebnisse der Pansensaftuntersuchungen

Während der Vorbereitungsfütterung, vor Beginn der Hauptperiode, d.h. nach Abschluss der Akzeptanzphase, am Ende der Hauptperiode und am Ende der Nachperiode wurden Pansensaftproben von jeweils drei Kühen jeder Gruppe per Schlundsonde gezogen. Die Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren erscheint

Tabelle 11: Ausgesuchte Pansenfermentationsparameter

Datum	Gruppe	pH	NH ₃	Gesamtfettsäuren	Essigsäure	Propion- säure	i-Buttersäure	n-Buttersäure	i-Valeriansäure	Valerian- säure	n-Caprone Säure
				mmol/100 ml	mol%						
7.11.07	1+2	6,9	4,29	7,552	66,3	20,0	0,7	10,7	1,0	1,1	0,3
4.1.08 + 1.2.08	1+2	7,7	5,33	2,985	66,1	19,3	0,5	11,8	1,1	1,0	0,3
	1	7,7	5,62	3,089	65,1	20,0	0,5	12,0	1,1	1,0	0,2
	2	7,7	5,04	2,881	67,0	18,6	0,5	11,5	1,1	1,0	0,3
15.2.08	1+2	7,9	5,43	1,933	66,8	18,7	0,6	10,9	1,7	0,9	0,4
	1	8,0	3,72	0,941	72,2	16,6	0,0	9,6	0,8	0,7	0,0
	2	7,7	7,13	2,925	65,1	19,3	0,8	11,3	1,9	1,0	0,5

mit maximal 7,5 mmol/100 ml zum ersten Messpunkt sehr niedrig (Tabelle 11). Minimale Werte um 1 mmol/100 ml sind nicht erklärbar. Die Anteile der einzelnen Fettsäuren entsprechen allerdings einer Wiederkäuerration mit höherem Grobfutteranteil. Gravierende Unterschiede in der Fettsäurezusammensetzung an den beiden Messpunkten 04.01.2008 und 01.02.2008 sind nicht zu erkennen.

5 Diskussion

Nährstoffgehalt, Lagerungseigenschaften, Qualitätskonstanz

Die Herausbildung von Lagerungshorizonten bis hin zu Sedimentablagerungen zeigt, dass die Erhaltung der Homogenität und gleich bleibenden Qualität, wie sie für die Nutzung in der Fütterung unabdingbar ist, problematisch sein kann. Das hat Konsequenzen für die Erarbeitung repräsentativer Analysenergebnisse wie auch die Lagerungs- und Entnahmetechnologie im nutzenden Gewerbe. Die Auswertung der Analysenergebnisse der in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Vinassechargen aus der Verarbeitung von Zuckerrübensaft zeigt aber trotzdem in sich eine relativ gute Übereinstimmung im Hinblick auf die Rohnährstoffzusammensetzung. Das heißt, dass innerhalb eines Produktionsablaufes ein relativ konstantes Erzeugnis entstehen kann. Inwiefern die Analysenergebnisse jedoch repräsentativ für diesen Komplex aus Rohstoff (ZR-Dicksaft), Technologie und Hauptprodukt (Bioethanol) sind, kann hier nicht beantwortet werden. Zu groß sind die Abweichungen von bisher bekannten und dokumentierten Vinassequalitäten. Der Trockenmassegehalt ist offensichtlich sehr abhängig von der verwendeten Technologie zur Eindickung der Dicksaftschlempe. Die hier zur Analyse gebrachten Vinasseproben sind deutlich ärmer an nichtorganischen Bestandteilen (Rohasche) und Stickstoff (Rohprotein) als bisher bekannte Vinassen. Die Zusammensetzung der Rohasche wird durch Kalium und Natrium dominiert, jedoch ist die Variationsbreite der Gehalte beider Elemente beträchtlich. Die abweichende Zusammensetzung der ausgefällten und sedimentierten mineralischen Bestandteile weicht von der des in der Vinasse gelösten Mineralienmischungs deutlich ab. Hier fällt vor allem der um eine Zehnerpotenz geringer als in der flüssigen Phase ausfällende Natriumgehalt auf.

Die Konsistenz der wasserfreien Vinasse stellt möglicherweise ein Problem für die TS-Analyse selbst bzw. auch für die Rohnährstoffanalysen und die Bestimmung der in vitro-Verdaulichkeit dar. Hier bedarf es einer weitergehenden Standardisierung der Vinasseanalytik in den betroffenen Labors.

Verdaulichkeit und Energiegehalt

Die beiden sehr unterschiedlich ausfallenden Ergebnisse zur Verdaulichkeit und zum Energiegehalt der Vinasse lassen keine verallgemeinernde Aussage zu. Hier bedarf es weiterer Untersuchungen an weiteren Chargen, möglicherweise durch unterschiedliche Versuchsansteller. Die klare Differenziertheit der Ergebnisse der zwei auswertbaren Verdaulichkeitsuntersuchungen scheint durch die Methodik des Verdauungsversuches selbst und der Ergebnisberechnung (Differenzversuch, Anteil des Prüffutters) sowie durch die Tatsache, dass die schnell einsetzende Sedimentierung der Vinasse für die nacheinander durchgeführten Verdauungsversuche zwei unterschiedliche Nährstoffzusammensetzungen produzierte, verstärkt zu werden. Die im Differenzversuch sich verschlechternde Verdaulichkeit der ausschließlich aus der Grassilage stammenden Rohfaser weist auf eine Verdaulichkeitsdepression hin, die durch die Differenzbildung eine Unterbewertung der Verdaulichkeit der organischen Masse der Vinasse zur Folge hat. Dies trifft allerdings für beide geprüften Anteile zu. Die Probleme der Lagerung und der Entnahme repräsentativer Vinassequalität zur Verfütterung scheinen deshalb die Hauptursache für die unterschiedlichen Ergebnisse zu sein. Berücksichtigt man den sich aus der Differenzberechnung ergebenden Fehler bei der Verdaulichkeit der organischen Substanz (bzw. beim organischen Rest), ist wahrscheinlich mit einer Verdaulichkeit der organischen Substanz von mindestens 80% und daher bei dem gegebenen Rohaschegehalt einem Energiegehalt von 7,0 MJ NEL/kg TS zu rechnen. Dies liegt durchaus im Bereich der Literaturübersicht von HARMS (2003) zu Verdaulichkeitsuntersu-

chungen im deutschsprachigen Raum, wenn man ferner berücksichtigt, dass der Ascheanteil in den hier vorliegenden Vinassen deutlich niedriger war.

Futtermittelakzeptanz

Im durchgeführten Akzeptanzversuch setzte die Leistungsdepression bei Steigerung des Vinasseeanteils scheinbar früher als die Verzehrsdepression ein. Eine Verzehrsdepression setzte erst ein, nachdem aus Leistungsgründen der Vinasseeanteil von etwas mehr als 10 % der Rations-TS auf 9 % gesenkt war. Eine Stabilisierung der Futteraufnahme und der Leistung war bei 7 - 8 % zu beobachten, so dass Einsatzempfehlungen für die Milchkühfütterung in diesem Bereich angesiedelt werden können. Das entspricht auch den Angaben aus der Literatur (Tabelle 12).

Der beschriebene Verlauf der täglichen Verzehrsmengen/Kuh legt den Verdacht nahe, dass bei gegebener Entnahmetechnik (unten liegender Ablaufhahn) zum Ende der Charge I ein unkontrollierter Abbau des „Sedimentes“ zu einer schleichenden negativen Geschmacksbeeinträchtigung führte. Im Zusammenhang mit der teilweise höheren Futteraufnahme auch bei höheren Anteilen Vinasse gegenüber der Kontrolle könnte dieses Phänomen auf eine verzehrsstimulierende Wirkung der Vinasse zurückgeführt werden, wenn der organische Anteil 85 % der Trockenmasse nicht unterschreitet.

Tabelle 12: Empfehlung zum maximalen Einsatz verschiedener Vinassen in der Ration von Wiederkäuern (Literaturlauswertung von HARMS, 2003)

Vinasseart	Max. Empfehlung (% der TS der Gesamtration)	Autor
Zuckerrübenvinasse	5	Würzner et al. (1985)
	10	Troccon und Demarquilly (1989)
	17	Hoden und Journet (1980)
Zuckerrohrvinasse	29	Vallejo und Randel (1982)
Citrusvinasse	6	Wing et al. (1988)
	10	Chen et al. (1981)

Milchleistung, Milchinhaltsstoffe, Gesundheit

Bei einem Anteil von 5 % der verzehrten Trockenmasse hatte der Vinasseeinsatz keine negativen Auswirkungen auf die Milchmenge und die Milchinhaltsstoffe. Eine negative Beeinflussung des Milchgeruchs und –geschmacks, wie sie BOUCQUÉ und FIEMS (1988) aufgrund der Umsetzung des hohen Betainanteils in Trimethylamin vermuten, ist aus den Ergebnissen der Sensorikprüfung nicht abzuleiten. Damit werden Ergebnisse von WEIGAND und KIRCHGESSNER (1975) bestätigt, die bei Einsatzmengen von 0,5 kg Originalsubstanz Vinasse ebenfalls keine Geschmacksbeeinträchtigung fanden.

Eine Beeinträchtigung oder Veränderung der Pansenfermentation durch die Vinassefütterung kann bei der gegebenen Datenlage nicht festgestellt werden. Für derartige Aussagen ist eine Intensivierung der entsprechenden Untersuchungen notwendig.

Gemessen an dem generell hohen GLDH-Wert war die Stoffwechselgesundheit der in den Versuch einbezogenen Kühe teilweise beeinträchtigt. Diese Beeinträchtigung ist aber nicht auf den Einsatz von Vinasse zurückzuführen.

Die mit Vinasse gefütterten Tiere schienen auf Änderungen der Grobfutterqualität und der Rationszusammensetzung sensibler zu reagieren. Darauf weisen stärkere Depressionen der Futteraufnahme als in der Kontrollgruppe hin (Wechsel Grassilage 16.11.2007, Wechsel Grassilage 20.01.2008, Umstellung auf Kontrollration in der Nachperiode). Diese Sensibilität kann möglicherweise durch unkontrollierte Änderungen des Rohascheanteiles (aus dem Sediment) verstärkt worden sein. Aus dieser Sensibilität ist die Notwendigkeit einer ein- bis zweiwöchigen Übergangsfütterung abzuleiten.

6 Ökonomische Bewertung der Vinasse

Zur betriebswirtschaftlichen Bewertung der Vinasse als Futtermittel wurde basierend auf den Rationszusammensetzungen des Hauptversuches und der Tiergruppe ein **lineares Modell** (LP-Modell) entwickelt (siehe Abbildung A1, Anhang). Das LP-Modell hat dabei zunächst die Aufgabe, möglichst entsprechend den eingesetzten Futterkomponenten und den Anforderungen aus tierphysiologischer Sicht (Tiergruppe: Jungkühe mit 550 kg LG, Tagesgemelk 30 kg FECM) die optimale Rationszusammensetzung zu ermitteln.

Das LP-Modell wurde mit Microsoft Excel 2002 erstellt und mit dem Modul Solver bearbeitet (Genauigkeit: 0,000001; Nicht-Negativ, Quasi-Newton-Verfahren). Das Tableau besteht aus 84 Restriktions- und Bilanzzeilen sowie 50 Variablen-Spalten. Über zusätzliche Schaltzellen lassen sich entscheidende Rationsparameter wie Tagesgemelk, Lebendgewicht und Laktationsabschnitt eingeben sowie einzelne Rationsrestriktionen ein- oder ausschalten.

Nach der Errechnung der optimalen Rationszusammensetzung als kostenminimale Lösung erfolgt die Ermittlung des Wertes der Vinasse anhand des **Schattenpreises** durch den Sensitivitätsbericht. Dies ist nur möglich, wenn Vinasse Bestandteil der kostenminimalen Lösung ist und in einem anschließenden Optimierungslauf aus der Lösung ausgeschlossen wird.

Die detaillierten Angaben zu den verwendeten **Futtermitteln** sind der Tabelle 16 (Anhang) zu entnehmen. Für erweiterte Fragestellungen wurde die Liste der Futtermittel im LP-Modell über den Umfang der Rationszusammensetzung in der Versuchsanstellung hinaus ergänzt. Dadurch können die Einflüsse von Preisänderungen und Preisrelationen bei wichtigen, gängigen Futtermitteln in der Bewertung berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der Futterrationsoptimierungen befinden sich in den Tabellen 13 bis 15. Die **Rationskosten** verstehen sich ohne Berücksichtigung des Vinassewertes, d.h. zur Ermittlung der tatsächlichen Rationskosten sind die anteiligen Kosten für die Vinasse (laut Zuckerrübenangaben 7,50 €/dt) zu addieren. Alle Preis- und Kostenangaben verstehen sich ohne MwSt. frei Futterentnahmestelle. Die Berücksichtigung der Transportkosten für die Futtermittel aus der Zuckerrübenverarbeitung erfolgte für eine Entfernung von 60 km.

Als Vergleichsbasis dient die Futterration 1 (Tabelle 13), in die die nachfolgenden, betriebs-eigenen Grundfuttermittel fest in die Rationsoptimierung „hineingezwungen“ wurden:

14 kg Anwelksilage (Silo 7)

20 kg Maissilage (Silo 5)

1,5 kg Heu.

Für die **Grundvariante** der Rationsberechnungen wurden folgende **Restriktionen** verwendet:

Lebendgewicht 550 kg, 30 kg FECM Tagesgemelk je Kuh

rund 58 % TS-Aufnahme aus dem Grundfutter

TS-Aufnahme: mindestens 19,3 bis maximal 20,0 kg TS/Tier und Tag

Rohproteingehalt: mindestens 17,0 bis maximal 18,0 % (3,28 - 3,60 kg/Tier und Tag)

Rohfaser: mindestens 16,0 bis maximal 20,0 % (3,088 - 4,000 kg/Tier und Tag)

Zucker: mindestens 0 bis maximal 6 % (0 - 1,2 kg/Tier und Tag)

NDF: mindestens 31 % (6,0 kg Tier und Tag)

RNB: mindestens und maximal 0 g/Tier und Tag

Die Kosten bzw. **Preise der Futtermittel** in der Grundvariante wurden nach der aktuellen Höhe im Frühjahr 2008 nach Angaben des Betriebes und der ZMP (Marktbericht Getreide, Ölsaaten, Futtermittel; Nr. 21 vom 23.05.2008) wie folgt festgelegt:

Anwelksilage:	13,70 €/dt TS	}	Preisindex GF = 100%
Maissilage:	11,10 €/dt TS		
Heu:	11,20 €/dt TS		
BioprofinR:	30,00 €/dt Futter	}	Preisindex KF = 100%
Mischfutter:	24,00 €/dt Futter		
Körnermais:	25,00 €/dt Futter		
Sojaextraktionsschrot:	35,00 €/dt Futter		
Rapsschrot:	23,50 €/dt Futter		
Rapspresskuchen:	24,50 €/dt Futter		
Pressschnitzel siliert:	2,80 €/dt Futter	}	Preisindex ZF = 100%
Trockenschnitzel mel.:	23,00 €/dt Futter		
ZR-Melasse:	13,00 €/dt Futter		

Über drei **Preisindices** können die Preise für Grundfutter (GF), Krafffutter (KF) und Futtermittel aus der Zuckerrübenverarbeitung (ZF) verändert und gleichzeitig die Preisrelationen innerhalb der einzelnen Futtermittelgruppen bewahrt werden.

Die kostenminimierte Basisration enthält neben den (fixen) Grundfuttermitteln:

- 1,85 kg BioprofinR
- 3,06 kg Rapspresskuchen
- 10,63 kg silierte Pressschnitzel
- 1,12 kg Vinasse
- 0,26 kg Melasse.

Die Ration kostet 3,02 €/Kuh und Tag, der Schattenpreis der Vinasse beträgt 8,20 €/dt. Bei einer TS-Aufnahme von 19,3 kg/Tag sind 58 % der TS aus dem Grundfutter. Die Gesamtration enthält 130,1 MJ NEL, 3,28 kg RP, 1,39 kg Rohasche, 4,0 kg Rohfaser, 2,9 kg strukturierte Rohfaser, 0,69 kg Rohfett, 0,37 kg Stärke, 0,48 kg Zucker und 7,27 kg NDF.

Tabelle 13: Ergebnisse der Rationsberechnungen der Grundvariante

Futtermittell	LP-Ergebnisse: 550 kg LG, 30 kg FEM/Kuh u. Tag	IST	AWS7 (fix)	Maiss 5 (fix)	Heu (fix)	Bio- profinR	MF 2000	KMais	Sojaex- traktions- schrot	Raps- schrot	Raps- press- kuchen	Press- schnitzel siliiert	Trocken- schnitzel melass.	Vinasse	ZR- Melasse
	Rationskosten	€/Kuh	Zusammensetzung der Futtermittell in dt/Kuh und Tag												
	Vinasse-Schattenpreis	€/dt	Preis bzw. innerbetriebliche Kosten des Futterkomponenten in €/dt												
1	Rationskosten	-3,02	0,14	0,20	0,015	0,0185	0	0	0	0	0,0306	0,1063	0	0,0112	0,0026
	Schattenpreis	8,20	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
2	Rationskosten	-2,86	0,14	0,20	0,015	0,01841	0	0,00177	0	0	0,03039	0,10645	0	0,01274	0
	Schattenpreis	6,77	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-19,20	-20,00	-28,00	-18,80	-19,60	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
3	Rationskosten	-2,63	0,14	0,20	0,015	0,01841	0	0,00177	0	0	0,03039	0,10645	0	0,01274	0
	Schattenpreis	1,33	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-12,00	-12,50	-17,50	-11,75	-12,25	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
4	Rationskosten	-2,59	0,14	0,20	0,015	0,02098	0	0,015	0	0	0,02165	0,06013	0	0,02953	0
	Schattenpreis	0,15	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-10,80	-11,25	-15,75	-10,58	-11,03	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
5	Rationskosten	-3,08	0,14	0,20	0,015	0,01841	0	0,00177	0	0	0,03039	0,10645	0	0,01274	0
	Schattenpreis	9,20	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-3,36	-27,60	0,00	-15,60
6	Rationskosten	-3,17	0,14	0,20	0,015	0,02098	0	0,015	0	0	0,02165	0,06013	0	0,02953	0
	Schattenpreis	10,71	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-4,20	-34,50	0,00	-19,50

Milchkuration: 30 kg Tagesgemelk, 550 kg LG/Kuh;

(fix) = Grundfuttermittel wurden bei Optimierung in die Lösung „gezwungen“;

Quelle: H. Heilmann IfB/LFA MV 2008.

Bei einem Preisniveau von 80 % KF zu 100 % ZF und GF kommt Körnermais bei etwa 20 €/dt zulasten von ZR-Melasse in die Ration (Tabelle 13; Futtermittell 2). Der Wert der Vinasse reduziert sich dabei auf 6,77 €/dt. Diese Ration bleibt unverändert bis zu einem Preisniveau von 50 % KF zu 100 % ZF/GF. Die Ration verbilligt sich weiter und der Schattenpreis der Vinasse sinkt drastisch ab. Bei einem vergleichsweise niedrigen Körnermaispreis von rund 11,25 €/dt wird die maximal zulässige Menge von 1,5 kg erreicht, der Wert der Vinasse geht dabei gegen Null. Der Rapspresskuchen verliert ebenfalls an Konkurrenzskraft. Der Rationsumfang der Pressschnitzelsilage geht auf rund 6 kg/Tag zurück.

Analog dem Preisniveau 50 % KF zu 100 % ZF/GF ergibt sich bei 100 % KF zu 150 % ZF eine maximale Ausschöpfung des Körnermaisanteil in der Ration. Die Vinasse erreicht einen entsprechend hohen Futterwert von 10,71 €/dt und einen maximal zulässigen Rationsanteil von fast 3 kg/Tag.

Im Gegensatz zur Grundvariante, in der 1,5 kg Heu als fester Rationsbestandteil definiert wurde, ist in der **Variante 1** diese Restriktion aufgehoben. Heu kann, muss aber nicht in der kostenminimalen Ration Eingang finden. Bei einem einheitlichen Preisniveau von 100 % (analog Vergleichsvariante) fällt Heu komplett aus der Lösung und der Anteil der Zuckerrüben-Nebenprodukte steigt deutlich an (Tabelle 14, Futtermittell 8). Bei einer TS-Aufnahme von täglich 19,3 kg sind nur noch 52 % der TS aus dem Grundfutter. Die Tagesration enthält 130,4 MJ NEL, 3,28 kg RP, 1,57 kg Rohasche, 0,351 kg Rohfaser, 2,46 kg strukturwirksame Rohfaser, 0,48 kg Rohfett, 0,10 kg Stärke, 0,46 kg Zucker und 6,07 kg NDF. Die Tagesration kostet 2,58 €/Kuh, der Wert der Vinasse beträgt 6,85 €/dt.

Begrenzt man den Rationsumfang von Pressschnitzelsilage auf maximal 10 kg/Tag (Tabelle 14, Futtermittell 9), kommen ein geringer Anteil Heu (0,3 kg), melassierte Trockenschnitzel (0,5 kg) und 6,7 kg Vinasse in die kostenminimierte Ration. Dadurch erhöhen sich der Stärke- und Zuckergehalt leicht. Die Ration verteuert sich auf 2,64 €/Tag, der Wert der Vinasse erhöht sich um einen 1 € auf 7,85 €/dt.

Bei einer Begrenzung des zulässigen Rationsanteils von Vinasse (Tabelle 14, Futtermittell 10-12) verteuert sich die Gesamtration (ohne Vinassekosten!), der Schattenpreis der Vinasse bleibt bei 6,85 €/dt konstant. Die Reduzierung der zulässigen Vinassemenge führt zu einer Erhöhung der Anteile von Rapschrot und Pressschnitzelsilage.

Tabelle 14: Ergebnisse der Rationsberechnungen der Variante 1

Futtermittell	LP-Ergebnisse: 550 kg LG, 30 kg FEM/Kuh u. Tag	IST	AWS7 (fix)	Maiss 5 (fix)	Heu	Bio- profilR	MF 2000	KMais	Sojaex- traktions- schrot	Raps- schrot	Raps- press- kuchen	Press- schnittel siliert	Trocken- schnittel melass.	Vinasse	ZR- Melasse
	Rationskosten	€/Kuh	Zusammensetzung der Futtermittell in dt/Kuh und Tag												
	Vinasse-Schattenpreis	€/dt	Preis bzw. innerbetriebliche Kosten des Futterkomponenten in €/dt												
8	Rationskosten	-2,58	0,14	0,20	0,000	0,0253	0	0	0	0	0,01037	0,1255	0	0,06405	0
	Schattenpreis	6,85	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
9	Rationskosten	-2,64	0,14	0,20	0,003	0,02709	0	0	0	0	0,00721	0,10	0,00517	0,06702	0
	Schattenpreis	7,85	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
10	Rationskosten	-2,80	0,14	0,20	0,000	0,02198	0	0	0	0,02135	0	0,15267	0	0,03	0
	Schattenpreis	6,85	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
11	Rationskosten	-2,73	0,14	0,20	0,000	0,02346	0	0	0	0,01736	0	0,14586	0	0,04	0
	Schattenpreis	6,85	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
12	Rationskosten	-2,87	0,14	0,20	0,000	0,0205	0	0	0	0,02534	0	0,15949	0	0,02	0
	Schattenpreis	6,85	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00

Milchkuration: 30 kg Tagesgemelk, 550 kg LG/Kuh;

(fix) = Grundfuttermittel wurden bei Optimierung in die Lösung „gezwungen“;

Quelle: H. Heilmann IfB/LFA MV 2008.

In weiteren Rechnungen (**Variante 2**) sollen der Einsatz der Grundfuttermittel als auch betriebseigener Futtermittel wie Gerstenstroh, Lupinen, Weizen oder Hafer zugelassen werden (Tabelle 15). Werden lediglich 14 kg Anweilsilage als fester Bestandteil der Futtermittell bestimmt (Futtermittell 14), kommen als weitere Grundfuttermittel 17,5 kg Maissilage sowie 0,6 kg Heu in die TMR. Neben 0,57 kg Rapspresskuchen wird die Ration vor allem von 13,7 kg Pressschnittsilage sowie knapp 6,9 kg Vinasse gekennzeichnet. Begrenzt man den Vinasseeinsatz auf täglich maximal 3 kg (Futtermittell 15), erhöht sich der Pressschnittsilageanteil auf 15,4 kg. Gleichzeitig steigt der Maissilageeinsatz auf 18,6 kg und von Rapschrot auf 0,5 kg. Außerdem wird die Verfütterung von Lupinen in einem Umfang von 2,1 kg vom LP-Modell vorgeschlagen. Der Schattenpreis der Vinasse erhöht sich auf 7,44 €/dt.

Bei einer vollständigen Wahlfreiheit bei den betriebseigenen Grundfuttermitteln und ohne eine Begrenzung des Vinasseeinsatzes (Futtermittell 16) erhöht sich der Anteil der Anweilsilage auf 16,6 kg, wogegen die Maissilage auf 16,4 kg reduziert wird. Neben 6,8 kg Vinasse sowie 14,2 kg Pressschnittsilage sind auch knapp 0,4 kg Rapspresskuchen in der Gesamtration. Begrenzt man wiederum die zulässige Vinassemenge auf 3 kg (Futtermittell 17), wird Anweilsilage völlig aus der Ration verdrängt und stattdessen 30,1 kg Maissilage, 4 kg Rapschrot sowie 16,2 kg Pressschnittsilage verfüttert. Auch durch Zulassung weiterer betriebseigener Futtermittel wie Gerstenstroh, Weizen oder Hafer (Futtermittell 18) ändert sich an der Gesamtration nur wenig. Lediglich 0,56 kg Lupinen ersetzen etwas Rapschrot und Pressschnittsilage. Der Wert der Vinasse sinkt dabei auf 6,30 €/dt.

Tabelle 15: Ergebnisse der Rationsberechnungen der Variante 2

Futtermittel	LP-Ergebnisse: 550 kg LG, 30 kg FEM/Kuh u. Tag	IST	AWS7	Maiss 5	Heu	Bio- profinR	Blaue Lupine	MF 2000	KMais	Sojaex- traktions- schrot	Raps- schrot	Raps- press- kuchen	Press- schnittel siliert	Trocken- schnittel melass.	Vinasse	ZR- Melasse
	Rationskosten	Zusammensetzung der Futtermittel in dt/Kuh und Tag														
	Vinasse-Schattenpreis	Preis bzw. innerbetriebliche Kosten des Futtermittelkomponenten in €/dt														
14	Rationskosten	-2,54	(0,14)	0,175	0,006	0,02763	0	0	0	0	0	0,00568	0,13688	0	0,06872	0
	Schattenpreis	6,85	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	0,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
15	Rationskosten	-2,76	(0,14)	0,186	0,000	0,02119	0,021417	0	0	0	0,00526	0	0,15424	0	0,03	0
	Schattenpreis	7,44	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-19,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
16	Rationskosten	-2,54	0,166	0,164	0,000	0,02832	0	0	0	0	0	0,00378	0,14242	0	0,06815	0
	Schattenpreis	6,85	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	0,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
17	Rationskosten	-2,76	0	0,301	0,000	0,0122	0	0	0	0	0,04085	0	0,16178	0	0,03	0
	Schattenpreis	6,85	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	0,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00
18	Rationskosten	-2,76	0	0,301	0,000	0,0121	0,005644	0	0	0	0,03654	0	0,15799	0	0,03	0
	Schattenpreis	6,30	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-19,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00

Milchkuhration: 30 kg Tagesgemelk, 550 kg LG/Kuh;
(Wert) = Grundfuttermittel wurden bei Optimierung in die Lösung „gezwungen“;
Quelle: H. Heilmann IfB/LFA MV 2008.

Zusammenfassende Bewertung

Vergleicht man die verschiedenen Rationskosten, wird ein begrenztes Einsparpotenzial bei der Milchviehfütterung erkennbar. Zum Beispiel belaufen sich die Kosten der Futtermittelration 1 auf rund 3,02 € (einschließlich Vinassekosten von 7,50 €/dt), die der Futtermittelration 15 auf weniger als 2,99 €/Kuh und Tag. Der mit der Einsatzmenge multiplizierte Schattenpreis von Vinasse quantifiziert das Kosteneinsparpotenzial bei den gegebenen Restriktionen (Futtermittelration 1: $0,0112 \times 8,20 = 0,09$ €/Kuh und Tag; Futtermittelration 15: $0,03 \times 7,44 = 0,22$ €/Kuh und Tag). Durch die Empfehlung, den Anteil von Vinasse in Milchviehrationen zu begrenzen, wird auch das Kosteneinsparpotenzial deutlich eingeschränkt.

Vinasse stellt dennoch in der kostenminimierten Rationsgestaltung eine interessante Komponente dar. Unter den derzeitigen Preisrelationen ist Vinasse in der Milchviehfütterung ein konkurrenzfähiges Futtermittel. Entscheidend für den Wert der Vinasse sind neben dem allgemeinen Preisniveau und Preisrelationen der Futtermittel auch die Rationsansprüche, die sich aus ernährungsphysiologischer Sicht ergeben.

Ebenso haben die Verfügbarkeit betriebseigener Futtermittel bzw. die Verpflichtung zu deren Einsatz einen Einfluss auf den Wert der Vinasse als Milchviehfutter. Es wird deutlich, dass durch die Wahl der Restriktionen die Rationszusammensetzung sowie die Rationskosten und letztlich auch der Wert der Vinasse erheblich verändert werden. Eine generelle Einsatzempfehlung wie auch eine verallgemeinerungsfähige ökonomische Bewertung der Vinasse sind daher nicht möglich. Es wird daher vor dem geplanten Einsatz von Vinasse in der Fütterung empfohlen, sich **durch LP-Modelle eine Auswahl kostenminimierter Rationsvorschläge zu erarbeiten**, die anschließend einer **Plausibilitäts- und Machbarkeitsprüfung durch einen Fütterungsexperten** zu unterziehen sind.

7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Die Qualität der untersuchten Vinasse unterscheidet sich deutlich von bisher bekannten Zuckerrübenvinassen. Das ist zurückzuführen auf den Rohstoff Dicksaft und neue Verarbeitungstechnologien. Die untersuchte Vinasse enthielt weniger Rohasche und weniger Rohprotein.
- Die Qualitätskonstanz ist schwierig herzustellen. Die diesbezügliche Problemlösung muss aber seitens der Industrie Priorität bekommen. Sie ist zudem auch ein Problem für die Probenahme, die Analytik und schlussendlich für die Tabellierung von Futterwertangaben.
- Die Qualitätskonstanz gestaltet sich auch schwierig wegen der geringeren Viskosität und dem ausgeprägten Sedimentierungsverhalten.
- Analytische Probleme gibt es vor allem wegen der Eigenschaften des getrockneten Materials. Untersuchungen im nicht getrockneten Material sind irrelevant.
- Die Sedimentierung bietet Chancen auf Senkung des Rohaschegehaltes (hoher Kaliumanteil fällt wahrscheinlich zum Teil zu Kaliumsulfat aus).
- Eine hohe Akzeptanz von Vinasse bis zu 8 % der Futtertrockenmasse in der Milchkuhfütterung ist wahrscheinlich. Sie kann höher sein, wenn der Ascheanteil in der Vinasse niedrig gehalten wird. Bei geringen Einsatzmengen in der Tagesration scheint Vinasse verzehrsstimulierend zu wirken.
- Die hohe Verdaulichkeit der organischen Masse von 77 – 86 % bestätigt Angaben aus DLG-Tabellen. Der Energiegehalt wird demzufolge ausschließlich vom Ascheanteil bestimmt. Ein konstant niedriger Aschegehalt ist deshalb als prioritär anzusehen. Eine Wiederholung der Untersuchungen ist dringend erforderlich, da die beiden Verdauungsversuche sehr differenziert ausfielen.
- Beide Verdauungsversuche ergaben, übereinstimmend mit Literaturergebnissen, eine hohe Verdaulichkeit der Rohasche. Gibt es hier möglicherweise ähnlich gelagerte analytische Probleme wie bei der ELOS-Bestimmung?
- Es konnte keine negative Beeinflussung von Milchleistung (mittlerer Leistungsbereich), Sensorik und Gesundheit im Einsatzbereich von 5 % Vinasse der Futtertrockenmasse festgestellt werden.
- In der geprüften Qualität (niedriger Rohascheanteil bestimmt relativ hohen Energiegehalt) bietet Vinasse innerhalb der empfohlenen Einsatzgrenze eine Futteralternative für die Milchkuhfütterung, die im gegebenen Kosten- und Preisgefüge für wirtschaftseigene und Handelsfuttermittel ökonomisch einsetzbar ist.

Literaturnachweis

- AfB 1991 – Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie:
Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 65(1991):229-234
- AfB 1997 – Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie:
DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7., erweiterte und überarbeitete Auflage. DLG-Verlag Frankfurt am Main
- AfB 2001 – Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie:
Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt am Main
- AfB 2004 – Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie:
Prediction of Metabolizable Energy (ME) in total mixed rations (TMR) for ruminants. *Communications of the Committee for Requirement Standards of the Society of Nutrition Physiology. Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 13(2004):195-198
- AfB 2008 – Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie:
New Equations for Predicting Metabolizable Energy of Grass and Maize Products for Ruminants. *Communications of the Committee for Requirement Standards of the Society of Nutrition Physiology. Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17(2008):191-198
- Boucqué und Fiems 1988, zitiert bei Harms (2003)
- Edmonson, A.J., I.J. Lean, L.D. Weaver, T. Farver und G. Webster 1989:
A body condition scoring chart of Holstein dairy cows.
J. Dairy Sci. 72 (1989), 68-78
- Harms, Anke E. 2003: Untersuchungen zum Futterwert von expandierten
Trockenschnitzeln sowie Vinasse beim Rind. Dissertationsschrift. Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Tierernährung
- Weigand, E. und Kirchgessner, M. 1975, zitiert bei HARMS (2003)
- Staufenbiel, R. 1997: Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der
sonographischen Rückenfettdickenmessung. *Prakt. Tierarzt, coll. Vet.* XXVII (1997): 87-92

Anhang

	A	P	R	S	V	AC	AE	AG	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AX	AY	AZ
19	Preisindex	100%				100%					100%		0			Ration:	Tagesgemelk	
20	Standardpreis	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	-7,50	-13,00		VG-1 9058,5kg/Kuh		30,00
21		AWS 7	Maiss 5	Heu	Bio-profinR	MF 2000	KMais	Sojaextraktions-schrot	Raps-schrot	Rapspress-kuchen	Press-schnitzel siliert	Trocken-schnitzel melassiert	Vinasse	ZR-Melasse	Erhaltungsbedarf	MIN	MAX	IST
22	Umfang	0,14	0,20	0,015	0,018464	0	0	0	0	0,030598	0,106336	0	0,01117	0,002584	1	0		-3,017
23	COST	-4,00	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00	-25,00	-35,00	-23,50	-24,50	-2,80	-23,00	0,00	-13,00		VG-1 9058,5kg/Kuh		-3,017
24	dt OS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	FREE		0,5242
25	GF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	FREE		0,3550
26	dt TS	0,292	0,295	0,832	0,90	0,8781	0,88	0,89	0,89	0,9217	0,2759	0,9	0,41	0,77	FREE			0,1930
27	TSausGF	0,29	0,29	0,83	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	20,0	0,112
28	kgTS/Tier	29	29	83	90	88	88	89	89	92	27,6	90	41,0	77		19,3		19,30
29	Milch_GF															15,00		15,00
30	Milch_NEL															30,00		30,00
31	Milch_nXP															30,00		30,00
32	Erhaltungsbedarf														1	1	1	1
33	Milch-GF	161	194	383	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10,354	0		9
34	Milch-NEL	161	194	383	666	711	730	748	650	756	207	657	287	608	-10,258	0		21,73
35	Milch-nXP	2,8	3,1	7,0	30,4	15,3	12,6	24,3	17,4	19,3	3,3	11,0	4,7	9,4	-2,116	0		0,183
36	MJNEL/kgT	5,5	6,6	4,6	7,4	8,1	8,3	8,4	7,3	8,2	7,5	7,3	7,0	7,9		FREE		3,44
37	uG_NEL%	-161	-194	-383	-666	-711	-730	-748	-650	-756	-207	-657	-287	-608		0	0	0,00
38	TS_NELuG	29	29	83	90	88	88	89	89	92	28	90	41	77		0	0	0,0
39	uG_NEL%	-161	-194	-383	-666	-711	-730	-748	-650	-756	-207	-657	-287	-608		0	0	9,6
40	TS_NELoG	29	29	83	90	88	88	89	89	92	28	90	41	77		0	0	0,0
41	MJ NEL	160,655	194,37	382,674	666	711,261	730,4	747,6	649,7	755,794	206,925	657	287	608,3		FREE		129,3
42	MJNEL_GF	160,655	194,37	382,674	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		FREE		67
43	MJ ME g/kgT	9,2	11,0	7,7	12,2	13,5	13,4	13,5	12,0	13,5	12,5	12,5	11,4	12,3		FREE		5,7
44	MJ ME	268	325	641	1098	1185	1179	1202	1068	1244	345	1125	467	947		FREE		215
45	RP g/kgT	153,5	79,5	125,1	368	247	114	485	399	358,3	88,1	94	266,5	132,6		FREE		70
46	u/oG RP	4,484	2,341	10,407	33,12	21,689	10,032	43,165	35,511	33,025	2,431	8,46	10,927	10,210		3,28	3,60	3,28
47	RP kg	4,5	2,3	10,4	33,1	21,7	10,0	43,2	35,5	33,0	2,4	8,5	10,9	10,2		FREE		3,28
48	nXP g/kgT	125,0	136,0	114,0	367,4	204,0	172,9	303,7	225,4	240,0	150,8	152,6	145,0	152,0		FREE		78,6
49	u/oG nXP	3,65	4,00	9,48	33,07	17,91	15,21	27,03	20,06	22,12	4,16	13,73	5,95	11,70		FREE	FREE	3,28
50	nXP kg	3,7	4,0	9,5	33,1	17,9	15,2	27,0	20,1	22,1	4,2	13,7	5,9	11,7		FREE		3,28
51	uG_nXP%	-3,7	-4,0	-9,5	-33,1	-17,9	-15,2	-27,0	-20,1	-22,1	-4,2	-13,7	-5,9	-11,7		0	0	0
52	TS_nXPuG	29	29	83	90	88	88	89	89	92	28	90	41	77		0	0	0
53	uG_nXP%	-4	-4	-9,5	-33,1	-17,9	-15,2	-27,0	-20,1	-22,1	-4,2	-13,7	-5,9	-11,7		0	0	0,19
54	TS_nXPoG	29	29	83	90	88	88	89	89	92	28	90	41	77		0	0	0
55	Rohasche g/kgT	114,9	42,9	61	77	75,1	17	69	77	68,7	76,7	81	130,2	120		FREE		39
56	kgRohasche	3,4	1,3	5,1	6,9	6,6	1,5	6,1	6,9	6,3	2,1	7,3	5,3	9,2		FREE		1,43
57	gRohfaser/kgT	285,6	195,1	336,5	139	59,5	18	93	131	142,7	214,6	171	0	0		FREE		114
58	u/oG Rfa	8342	5746	27993	12510	5225	1584	8277	11659	13153	5921	15390	0	0		3,088	4,000	4,000
59	kgRohfaser	8,3	5,7	28,0	12,5	5,2	1,6	8,3	11,7	13,2	5,9	15,4	0,0	0,0		FREE		4,00
60	stru_wirks.Rf	0,9265	0,6043	1,1077	0,4046	0,1216	-0,0262	0,2409	0,3761	0,4178	0,6737	0,5185	-0,0903	-0,0902		FREE		0,36
61	kgstruRF	7,73	3,47	31,01	5,06	0,64	-0,04	1,99	4,39	5,49	3,99	7,98	0,00	0,00		0,00		2,93
62	Strukturwert															FREE		0,000
63	gRohfett/kgT	30,3	31,1	15,2	22	40	46	17	25	104,7	0	11	10	2		FREE		14,417
64	kgRohfett	0,9	0,9	1,3	2,0	3,5	4,0	1,5	2,2	9,7	0,0	1,0	0,4	0,2		FREE		0,66
65	gStaerke/kgT				45	300	589	65	0	0	0	32	0	0		FREE		1
66	kgStaerke	0,0	0,0	0,0	4,1	26,3	51,8	5,8	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0		FREE	FREE	0,07
67	abbau Staerke			0,50	0,94	0,80	0,60	0,90	0,90	0,90	0,80	0,94	0,80	0,80		FREE		0,148
68	bestaendige Staer	0	0	0,5	0,06	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,06	0,2	0,2		FREE		0,036
69	oG bestStaerke	0	0	0	0,243	5,2686	20,7328	0,5785	0	0	0	0,1728	0	0		FREE	FREE	0,040
70	Zucker			80	50	28	106	80	80	31	169	35	629			FREE		9
71	kgZucker	0,0	0,0	0,0	7,2	4,4	2,5	9,4	7,1	7,4	0,9	15,2	1,4	48,4		0,00	1,20	0,59
72	Staerke+Zucker	0,0	0,0	0,0	11,3	30,7	54,3	15,2	7,1	7,4	0,9	18,1	1,4	48,4		FREE		0,67
73	max.Staerke+Zuck	0,0	0,0	0,0	11,3	30,7	54,3	15,2	7,1	7,4	0,9	18,1	1,4	48,4		FREE	FREE	0,67
74	St+Zu-best.St	0,0	0,0	0,0	11,0	25,5	33,6	14,6	7,1	7,4	0,9	17,9	1,4	48,4		FREE	FREE	0,66
75	NDF g/kgT	494,2	379,8	643,7		194,2	242	110	260	262,3	450,6	350	0	0		FREE		211
76	NDF	14,44	11,19	53,55	0,00	17,05	21,30	9,79	23,14	24,18	12,43	31,50	0,00	0,00		6,0		7,12
77	adf-Wert	308,3	214,7	365,6	0	80,8	27	80	180	216,8	269,9	350	0	0		FREE		127
78	ADF	9,005	6,323	30,41	0	7,095	2,376	7,12	16,02	19,982	7,447	31,5	0	0		0		0,7
79	uG ADF	29	29	83	90	88	88	89	89	92	28	90	41	77		0	0	0,0
80	Abbaurrate RP	0,84	0,33	0,71	0,25	0,74	0,50	0,65	0,75	0,72	0,70	0,70	0,95	0,90		FREE		0,308
81	UDP	24,9	53,3	36,3	276,0	65,3	57,0	169,8	99,8	102,1	26,4	28,2	12,2	13,3		FREE		25,9
82	nXP	125,0	136,0	114,0	367,4	204,0	172,9	303,7	225,4	240,0	150,8	152,6	145,0	152,0		FREE		78,6
83	NSC															FREE		0,00
84	RNB	4,6	-9,0	1,8	0,1	6,9	-9,4	29,0	27,8	18,9	-10,0	-9,4	19,4	-3,1		FREE		-1,4
85	uog_RNB	133,0	-266,2	147,8	8,3	604,2	-829,0	2582,1	2471,5	1744,7	-276,7	-843,8	797,0	-239,1		0,0	0,0	0,0
86	DCAB	5,7	5,8	49,0	-5,3	8,4	-0,7	23,9	30,3	0,0	3,8	-24,4	58,4	0,0		FREE		3,6
87	P	3,8	3,8	3,0	5,6	3,1	7,5	11,3	10,3	1,1	1,0	3,8	0,0	0,0		FREE		1,81
88	P kg	0,11	0,11	0,25	0,00	0,49	0,27	0,67	1,01	0,95	0,03	0,09	0,16	0,00		FREE		0,076
89	K	20	20	23		3	22	12			4,7	4,7	41,2	0,0		FREE		8,10
90	K kg	0,6	0,6	1,9	0,0	0,0	0,2	1,9	1,1									

Tabelle A1: Angaben zu den verwendeten Futtermitteln

Futtermittel	AWS 6	AWS 7	Maiss 2	Maiss 5	Heu	Bio-profinR	MF 2000
COST	-2,75	-4,00	-3,15	-3,27	-11,20	-30,00	-24,00
dt TS	0,200	0,292	0,284	0,295	0,832	0,90	0,8781
TSausGF	0,20	0,29	0,28	0,29	0,83	0,00	0,00
kgTS/Tier	20	29	28	29	83	90	88
Milch-GF	96	161	184	194	383	0	0
Milch-NEL	96	161	184	194	383	666	711
Milch-nXP	1,6	2,8	3,0	3,1	7,0	30,4	15,3
MJNEL/kgT	4,8	5,5	6,5	6,6	4,6	7,4	8,1
MJ NEL	96,192	160,655	184,275	194,37	382,674	666	711,261
MJ ME g/kgT	8,0	9,2	10,9	11,0	7,7	12,2	13,5
MJ ME	161	268	308	325	641	1098	1185
RP g/kgT	133,9	153,5	80,2	79,5	125,1	368	247
RP kg	2,7	4,5	2,3	2,3	10,4	33,1	21,7
nXP g/kgT	111,0	125,0	135,0	136,0	114,0	367,4	204,0
nXP kg	2,2	3,7	3,8	4,0	9,5	33,1	17,9
Rohasche g/kgT	134,4	114,9	50,1	42,9	61	77	75,1
kgRohasche	2,7	3,4	1,4	1,3	5,1	6,9	6,6
gRohfaser/kgT	349,4	285,6	200,9	195,1	336,5	139	59,5
kgRohfaser	7,0	8,3	5,7	5,7	28,0	12,5	5,2
stru_wirks.Rf	1,1536	0,9265	0,6249	0,6043	1,1077	0,4046	0,1216
kgstruRF	8,08	7,73	3,56	3,47	31,01	5,06	0,64
gRohfett/kgT	34	30,3	33,3	31,1	15,2	22	40
kgRohfett	0,7	0,9	0,9	0,9	1,3	2,0	3,5
gStaerke/kgT						45	300
kgStaerke	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	26,3
abbau_Staerke					0,50	0,94	0,80
bestaendige Staer	0	0	0	0	0,5	0,06	0,2
Zucker						80	50
kgZucker	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	4,4
Staerke+Zucker	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	30,7
St+Zu-best.St	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	25,5
NDF g/kgT	562,7	494,2	371,9	379,8	643,7		194,2
NDF	11,28	14,44	10,54	11,19	53,55	0,00	17,05
adf-Wert	379,4	308,3	220,4	214,7	365,6	0	80,8
ADF	7,603	9,005	6,248	6,323	30,41	0	7,095
Abbaurate RP	0,82	0,84	0,36	0,33	0,71	0,25	0,74
UDP	24,8	24,9	51,3	53,3	36,3	276,0	65,3
nXP	111,0	125,0	135,0	136,0	114,0	367,4	204,0
RNB	3,7	4,6	-8,8	-9,0	1,8	0,1	6,9
DCAB	3,9	5,7	5,6	5,8	49,0	-5,3	8,4
P	3,8	3,8	3,8	3,8	3,0		5,6
P kg	0,08	0,11	0,11	0,11	0,25	0,00	0,49
K	20	20	20	20	23		
K kg	0,4	0,6	0,6	0,6	1,9	0,0	0,0
Na	2,8	2,8	2,8	2,8			2,2
Na kg	0,056	0,082	0,079	0,082	0,000	0,000	0,193
Mg	2,7	2,7	2,7	2,7	1,4		5,6
Mg kg	0,020	0,029	0,028	0,029	0,083	0,090	0,088
Ca	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0		7,9
Ca kg	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,0	0,7
Kupfer	0,012	0,012	0,012	0,012			
kgKupfer	0,0005	0,0007	0,0007	0,0007	0,0019	0,0021	0,0020
Selen	0,013	0,013	0,013	0,013			
kgSelen	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000
kgChlor	0,20	0,29	0,28	0,29	0,00	0,09	0,00
kgSchwefel	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0

Tabelle A1: Angaben zu den verwendeten Futtermitteln (Fortsetzung)

Futtermittel	KMais	Sojaextraktions-schrot	Raps-schrot	Raps-presskuchen	Press-schnitzelsiliert	Trockenschnitzel melassiert	Vinasse	ZR-Melasse
COST	-27,50	-35,00	-22,50	-27,50	-3,00	-12,00	-6,50	-13,00
dt TS	0,88	0,89	0,89	0,9217	0,2759	0,9	0,41	0,77
TSausGF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kgTS/Tier	88	89	89	92	27,6	90	41,0	77
Milch-GF	0	0	0	0	0	0	0	0
Milch-NEL	730	748	650	756	207	657	287	608
Milch-nXP	12,6	24,3	17,4	19,3	3,3	11,0	4,7	9,4
MJNEL/kgT	8,3	8,4	7,3	8,2	7,5	7,3	7,0	7,9
MJ NEL	730,4	747,6	649,7	755,794	206,925	657	287	608,3
MJ ME g/kgT	13,4	13,5	12,0	13,5	12,5	12,5	11,4	12,3
MJ ME	1179	1202	1068	1244	345	1125	467	947
RP g/kgT	114	485	399	358,3	88,1	94	266,5	132,6
RP kg	10,0	43,2	35,5	33,0	2,4	8,5	10,9	10,2
nXP g/kgT	172,9	303,7	225,4	240,0	150,8	152,6	145,0	152,0
nXP kg	15,2	27,0	20,1	22,1	4,2	13,7	5,9	11,7
Rohasche g/kgT	17	69	77	68,7	76,7	81	130,2	120
kgRohasche	1,5	6,1	6,9	6,3	2,1	7,3	5,3	9,2
gRohfaser/kgT	18	93	131	142,7	214,6	171	0	0
kgRohfaser	1,6	8,3	11,7	13,2	5,9	15,4	0,0	0,0
stru_wirks.Rf	-0,0262	0,2409	0,3761	0,4178	0,6737	0,5185	-0,0903	-0,0902
kgstruRF	-0,04	1,99	4,39	5,49	3,99	7,98	0,00	0,00
gRohfett/kgT	46	17	25	104,7	0	11	10	2
kgRohfett	4,0	1,5	2,2	9,7	0,0	1,0	0,4	0,2
gStaerke/kgT	589	65	0		0	32	0	0
kgStaerke	51,8	5,8	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0
abbau_Staerke	0,60	0,90	0,90	0,90	0,80	0,94	0,80	0,80
bestaendige Staer	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,06	0,2	0,2
Zucker	28	106	80	80	31	169	35	629
kgZucker	2,5	9,4	7,1	7,4	0,9	15,2	1,4	48,4
Staerke+Zucker	54,3	15,2	7,1	7,4	0,9	18,1	1,4	48,4
St+Zu-best.St	33,6	14,6	7,1	7,4	0,9	17,9	1,4	48,4
NDF g/kgT	242	110	260	262,3	450,6	350	0	0
NDF	21,30	9,79	23,14	24,18	12,43	31,50	0,00	0,00
adf-Wert	27	80	180	216,8	269,9	350	0	0
ADF	2,376	7,12	16,02	19,982	7,447	31,5	0	0
Abbaurrate RP	0,50	0,65	0,75	0,72	0,70	0,70	0,95	0,90
UDP	57,0	169,8	99,8	102,1	26,4	28,2	12,2	13,3
nXP	172,9	303,7	225,4	240,0	150,8	152,6	145,0	152,0
RNB	-9,4	29,0	27,8	18,9	-10,0	-9,4	19,4	-3,1
DCAB	-0,7	23,9	30,3	0,0	3,8	-24,4	58,4	0,0
P	3,1	7,5	11,3	10,3	1,1	1,0	3,8	0,0
P kg	0,27	0,67	1,01	0,95	0,03	0,09	0,16	0,00
K	3	22	12		4,7	4,7	41,2	0,0
K kg	0,2	1,9	1,1	0,0	0,1	0,4	1,7	0,0
Na		1,2	0,6		0,4	0,5	8,5	0,0
Na kg	0,000	0,107	0,053	0,000	0,011	0,045	0,349	0,000
Mg	0,9	2,7	3,4		1,6	1,7	0,0	0,0
Mg kg	0,088	0,089	0,089	0,092	0,028	0,090	0,041	0,077
Ca	0,4	4,4	7,5	7,1	7,4	6,5	1,6	0,0
Ca kg	0,0	0,4	0,7	0,7	0,2	0,6	0,1	0,0
Kupfer								
kgKupfer	0,0020	0,0020	0,0020	0,0021	0,0006	0,0021	0,0009	0,0018
Selen	0,035							
kgSelen	0,0031	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
kgChlor	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	0,00
kgSchwefel	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0

Ergebnisse des Tastversuches (Akzeptanz) mit Vinasse an Milchkühen 31.08. – 11.09.2007:

Tiermaterial:

Von der Versuchsherde des FBN wurden für den Tastversuch 9 Milchkühe (Deutsche Holstein) in der 1. Laktation zur Verfügung gestellt. Diese Tiere hatten zu Versuchsbeginn einen Laktationsstand von 206 Melktagen. Diese Tiere wurden wie folgt in Versuchs- und Kontrollgruppe aufgeteilt:

Versuchsgruppe: 4 Kühe mit im Mittel 203 Laktationstagen; 17,2 kg Milch/Tag (30.8.)

Kontrollgruppe: 5 Kühe mit im Mittel 208 Laktationstagen; 16,0 kg Milch/Tag (30.8.)

Die Futteraufnahme im Mittel der letzten fünf Tage vor Versuchsbeginn lag für beide Gruppen zwischen 42 und 43 kg Frischmasse.

Vinasse:

Für die Durchführung des Tastversuches wurde durch die Nordzucker AG Zuckerrübensvinasse aus französischer Produktion (Abbildung A2) zur Verfügung gestellt.

Durchführung:

Für den Tastversuch standen 7 Wiegetröge des Milchviehstalles des FBN zur Verfügung. Vor Versuchsbeginn war jeder Trog für jedes Tier nutzbar. Zur parallelen Fütterung von Versuchs- und Kontrollration wurden 4 dieser sieben Einzeltierfressplätze (Wiegetröge) jeweils einer der 4 Kühe der Versuchsgruppe und die drei anderen Wiegetröge den restlichen 5 Kühen ohne individuelle Zuordnung zugeteilt. Damit konnte für jede Kuh die individuelle Futteraufnahme abgerufen werden. Eine Trockenmassebestimmung der verfütterten Ration wurde nicht durchgeführt.

Vor Versuchsbeginn bekamen alle Tiere eine Grundration für eine Milchleistung von 17 kg Milch/Tag vorgelegt. Diese Ration setzte sich wie folgt zusammen:

	kg Frischmasse/Tier	kg Trockenmasse/Tier
Grasanwelksilage	25,0	8,5
Maissilage	9,0	3,6
Heu	1,0	0,85
Milchviehmischfutter	0,8	0,7
Mineralfutter	0,1	0,1
Gesamt	35,9	13,75

Eine Leistungsfütterung erfolgte nicht.

Mit Versuchsbeginn erhielten die Kühe der Versuchsgruppe zusätzlich die vorgesehene Vinassemenge in die Grundration von Hand eingemischt. Die Steigerung der Vinassefütterung erfolgte in 0,5 Liter-Stufen (etwa 0,65 kg) im 2-Tagerhythmus, beginnend mit 0,5 Litern am 30.08.2007. Die Einsatzhöhe blieb ab 2 Litern (ab 06.09.2007) konstant.

Die tägliche Milchmenge/Kuh wurde über den Melkstand automatisch erfasst.

Ergebnisse:

Futtermverzehr (Abbildung A3)

Mit der Neuuzuordnung der Fresströge am 30.08. ging die Futteraufnahme drastisch zurück. Nachdem vorher jeder Trog für jede Kuh zugänglich war, war der Zugang jetzt auf nur einen

Trog (Gruppe Vinasse) bzw. drei Tröge (Kontrollgruppe) begrenzt. Dieser Rückgang der Futteraufnahme war in der Vinassegruppe deutlicher, wurde aber mit einer sehr hohen Futteraufnahme am 2. Versuchstag in beiden Gruppen kompensiert. Aufgrund der natürlich stark schwankenden täglichen Futteraufnahme war ein Vergleich der Entwicklung der Futteraufnahme im Versuchsverlauf unter Nutzung eines gleitenden Mittels von fünf Tagen besser möglich. Insgesamt übertraf die Futteraufnahme das durch die Rationsplanung vorgesehene Niveau um 5 bis 6 kg Frischmasse in beiden Gruppen.

Für die Kontrollgruppe zeigt sich eine tendenziell abfallende Futteraufnahme, während der zu Versuchsbeginn etwa 2 kg geringere Futterverzehr der Vinassegruppe eher tendenziell anstieg und zu Versuchsende etwa 3 kg über der Kontrollgruppe lag. Der tendenzielle Anstieg könnte eine direkte Folge der Vinassezulage zu der eher mäßigen Grundration sein, sollte aber auch nicht überbewertet werden, da diese Tiere in der Futterwoche vor Versuchsbeginn einen etwa vergleichbar höheren Futterverzehr aufwiesen. Interessant ist aber die Tatsache, dass es bis zum Versuchsende keine sichtbare Verzehrsdepression durch die Vinassezulage gegeben hat.

Milchleistung (Abbildung A4)

Vor Betrachtung der Milchleistungsentwicklung ist eine Bemerkung zum generellen Leistungsniveau der Erstkalbinnen vorwegzuschicken. Dieses ist mit 16 bis 17 kg/Tag bei einem Laktationsstand von 200 Melktagen gering. Der Ernährungszustand der Kühe wie auch der zwei bis drei kg Trockenmasse höhere tatsächliche Futterverzehr zeigen an, dass die Kühe eine höhere Leistungsbereitschaft hatten, als mit der Ration vorgegeben war. Dementsprechend bewegte sich die Milchleistung (Abbildung A4) auch eher über dem vorgegebenen Niveau von 17 kg/Tag. Die mit der Vinassezulage sichtbar gestiegene Futteraufnahme müsste demzufolge wie eine Leistungsfütterung wirken, zumal damit keine Fasersubstanzen zugeführt wurden. Die höhere Milchleistung der Vinassegruppe im Versuchsverlauf entspricht allerdings der Ausgangslage, ist also kaum der Vinassezulage zuzurechnen. Aber auch für die Milchleistung gilt, dass es durch die Vinassezulage keine Leistungsdepression in der kurzen Versuchszeit gegeben hat.

Zusammenfassung/Schlussfolgerung:

In einem kurzen Tastversuch (11 Tage) wurde die Wirkung einer steigenden Vinassezulage auf die Futteraufnahme und die Milchleistung von altemelkenden Erstkalbinnen geprüft. Dabei wurde Zuckerrübenvinasse französischer Herkunft in steigenden Mengen (bis 2,6 kg/Tag = 6% der Frischmasse bzw. 10% der Trockenmasse) in einer Mischration vorgelegt.

Bei einem niedrigen Niveau der Futteraufnahme und Milchleistung entsprach die steigende Futteraufnahme der Vinassegruppe etwa der Zulagemenge. Futteraufnahme und Milchleistung wurden nicht negativ beeinflusst.

Die Ergebnisse des Tastversuches lassen einen günstigen Futterwert der untersuchten Vinasse vermuten und die Durchführung eines größeren Versuches zur Prüfung des Futterwertes, der möglichen Einsatzmengen und der Leistungsfähigkeit für die Milchviehfütterung lohnenswert erscheinen.

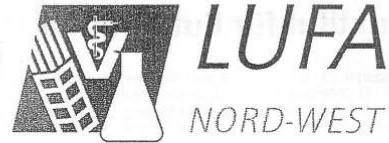
Anmerkungen:

- Nach Mitteilung von Herrn Sauer (12.09.2007) ist die Lieferung von Vinasse aus Zuckerrübensaft der Zuckerfabrik Anklam aus dem Betrieb in Dettmannsdorf ab 1. Oktober möglich. Die Verträge zwischen Anklam und Dettmannsdorf werden in den nächsten Tagen unterschrieben.
- Die Lieferung der Vinasse in 1000-Liter-Behältern ist möglich
- Die Frage der notwendigen Konservierung wird durch Herrn Sauer geklärt.
- Herr Sauer braucht für die Diskussionen in seinem Hause bis spätestens 18.09. eine grobe Kostenschätzung (wird bis dahin von mir nach Rücksprache erbracht)

Institut für Futtermittel

Jägerstr. 23 - 27
26121 Oldenburg
Telefon: (04 41) 801-850
Telefax: (04 41) 801-871

Email: iff@lufa-nord-west.de
http://www.lufa-nord-west.de
Bankverbindung: LzO Oldenburg
BLZ: 280 501 00 - Kto.: 660 886



LUFA Nord-West - Institut für Futtermittel - Jägerstraße 23-27 - 26121 Oldenburg

Fuel 21 GmbH & Co. KG
Langer Kamp 5
38106 Braunschweig

Oldenburg, 09.08.2007

Untersuchungsbefund

Seite 1 von 2

Analysen-Nr: 31 07 014810
Probenart: Melasserest
Bezeichnung: Vinasseprobe, F-Vin-Juli 2007
Kostenstelle: 5001275

Eingangsdatum: 31.07.2007
befindlich in: Flasche

	Analyse in der Originalsubstanz	in der TS
Trockensubstanz Methode: VDLUFA Bd. III, Kap 3.1	56,9 %	
Wasser Methode: VDLUFA Bd. III, Kap 3.1	43,1 %	
Rohasche Methode: VDLUFA Bd. III, Kap 8.1	12,5 %	22 % !
Rohprotein (N x 6,25) Methode: VDLUFA Bd. III, Kap. 4.1.1	13,7 %	24,08
Ammonium-N Methode: LUFA Nord-West 1/3-156	490 mg/kg	
Rohfett B (mit HCL) Methode: VDLUFA Bd. III, Kap 5.1.1	nicht nachweisbar < 0,4 %	
Rohstärke Methode: VDLUFA Bd. III, Kap 7.2.1	0,7 %	
Gesamtzucker Methode: VDLUFA Bd. III, Kap 7.1.1	1,8 %	3,2 %
Rohfaser Methode: VDLUFA Bd. III, Kap 6.1.1	nicht nachweisbar < 0,4 %	
NFE Methode: Errechnet aus Weender Analyse	30,7 %	53,95
NEL (VQ) Methode: GfE und DLG	3,3 MJ/kg	5,80
ME-Rind (VQ) Methode: GfE und DLG	5,4 MJ/kg	9,49
nutzb. Rohprotein (nXP) Methode: GfE und DLG	8,0 %	
Ruminale N-Bilanz (RNB) Methode: GfE und DLG	9,1 g/kg	16 g
ME - Geflügel Methode: FMV - Anlage 4	2,5 MJ/kg	

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns vorliegende Probenmaterial. Dieser Prüfbericht darf nicht ohne unsere schriftliche Genehmigung - auch nicht auszugsweise - vervielfältigt werden. Für die angegebenen Untersuchungsparameter gelten die vom Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten festgelegten Analysenspielfläume.

LUFA NORD- WEST: Institut der Landwirtschaftskammer Niedersachsen - Sitz : 26121 Oldenburg - Jägerstraße 23-27 - UST-Ident.Nr.: DE 245 610 284

Abbildung A2: Untersuchungsbefund der französischen Zuckerrübenvinasse

Institut für Futtermittel

Jägerstr. 23 - 27
26121 Oldenburg
Telefon: (04 41) 801-850
Telefax: (04 41) 801-871

Email: iff@lufa-nord-west.de
http://www.lufa-nord-west.de
Bankverbindung: LzO Oldenburg
BLZ: 280 501 00 - Kto.: 660 886



Untersuchungsbefund

Seite 2 von 2

Analysen-Nr: 31 07 014810 Eingangdatum: 31.07.2007
Probenart: Melasserest befindlich in: Flasche
Bezeichnung: Vinasseprobe, F-Vin-Juli 2007
Kostenstelle: 5001275

	Analyse in der Originalsubstanz
UE (Sibbald-Slinger)	615 kcal/kg
ME-Schwein	5,6 MJ/kg
Methode: GfE und DLG	
Stickstoff	2,20 %
Methode: VDLUFA Bd.III, Kap.4.1.1	
Calcium	0,09 %
Methode: VDLUFA Bd.III, Kap 10.2.1	
Phosphor	0,13 %
Methode: VDLUFA Bd.III, Kap 10.6.1	
Natrium	1,16 %
Methode: VDLUFA Bd.III, Kap 10.1.1	
Magnesium	0,02 %
Methode: VDLUFA Bd.III, Kap 10.4.1	
Kalium	5,30 %
Methode: VDLUFA Bd.III, Kap 10.2.1	
Gesamt-Schwefel	0,33 %
Methode: DIN EN ISO 11885	

9,31 %!

Im Auftrag

Dr. Weilmann
Laborleiter



Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns vorliegende Probenmaterial. Dieser Prüfbericht darf nicht ohne unsere schriftliche Genehmigung - auch nicht auszugsweise - vervielfältigt werden. Für die angegebenen Untersuchungsparameter gelten die vom Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten festgelegten Analysenspielräume.

LUFA NORD-WEST: Institut der Landwirtschaftskammer Niedersachsen - Sitz: 26121 Oldenburg - Jägerstraße 23-27 - IIST-Ident Nr.: DE 245 610 284

Abbildung A2: Untersuchungsbefund der französischen Zuckerrübenvinasse (Fortsetzung)

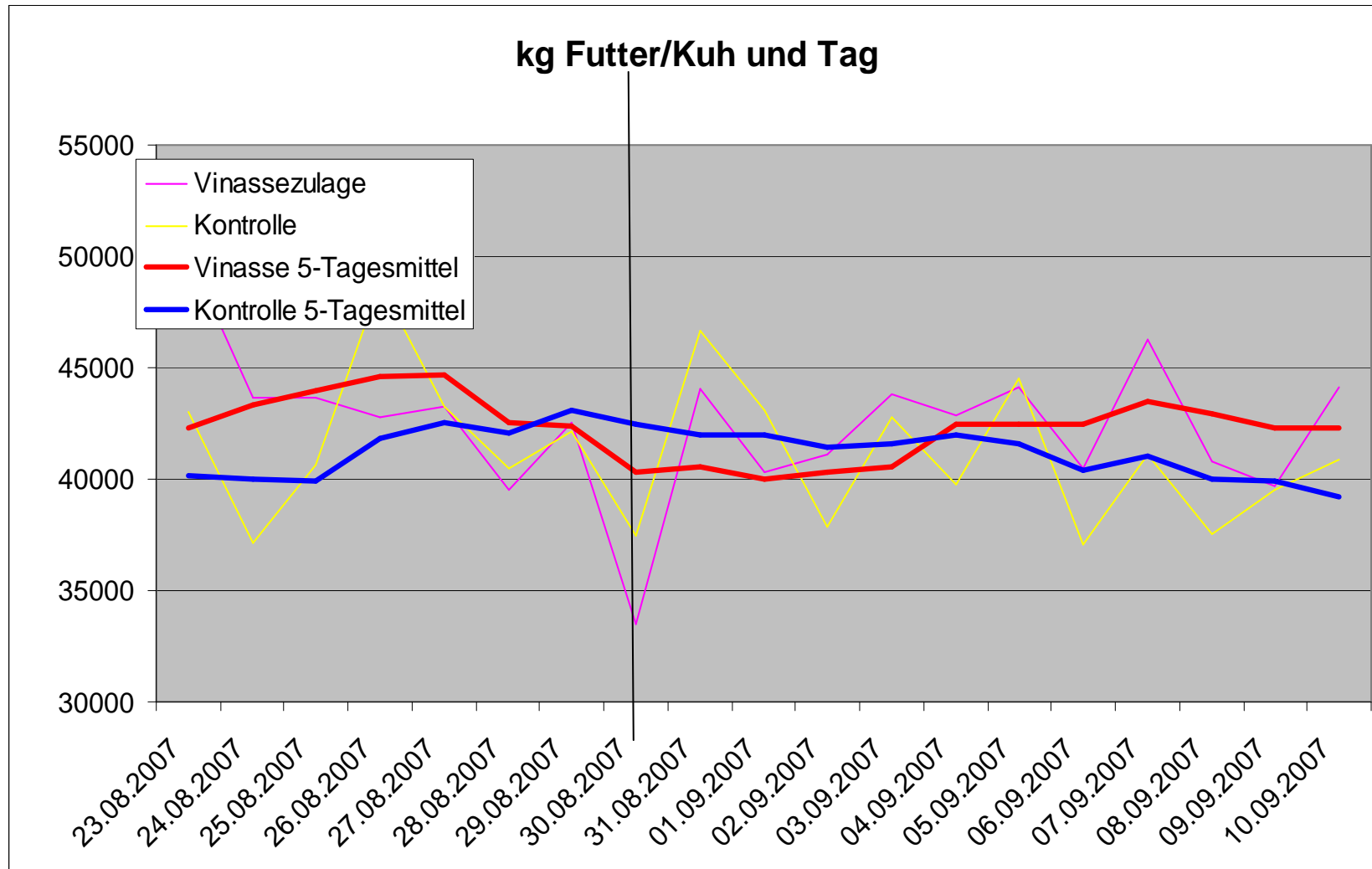


Abbildung A3: Futteraufnahme in g Frischmasse/Kuh und Tag

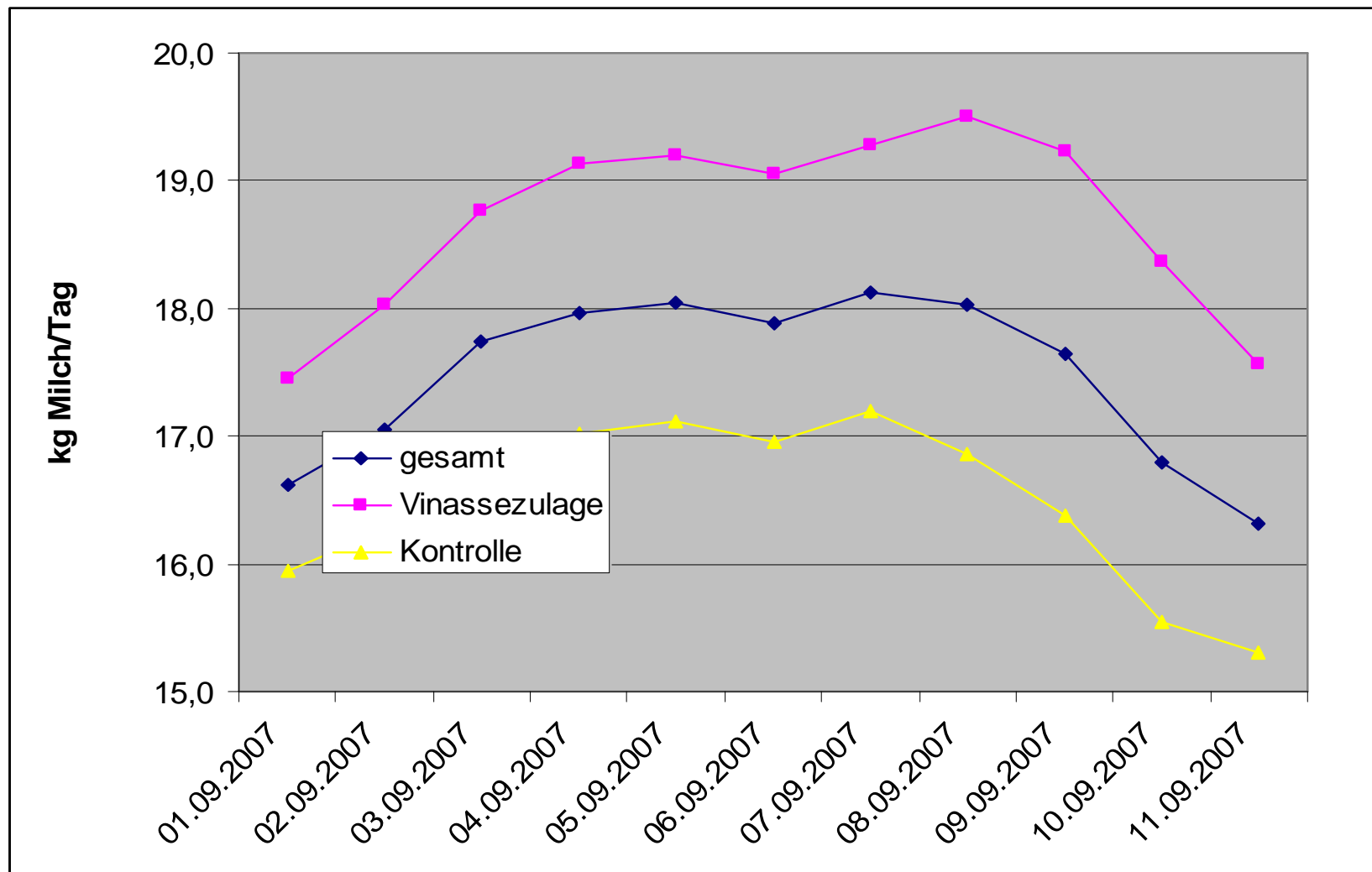


Abbildung A4: Milchmenge/Kuh und Tag im gleitenden Mittel von drei Tagen