HBLFA
Raumberg-Gumpenstein
Landwirtschaft

Aktualisierung der Grenzwerte für die Fütterungskontrolle im LKV-Tagesbericht

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Eine Einrichtung des Bundesministeriums
für Landwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft

Abschlussbericht

Dafne Projekt 101786

Akronym: LKV_Fütterung_neu

Aktualisierung der Grenzwerte für die Fütterungskontrolle im LKV-Tagesbericht

Actualization of bench marks for feeding controlling in the report of the Austrian milk testing assocation

Projektleitung und Berichtlegung
Dr. Georg Terler

Projektmitarbeiter
Dr. Thomas Guggenberger
Andrea Adelwöhrer
Martin Royer

Projektpartner
LKV Austria (v.a. GF Ing. Franz-Josef Auer, MSc)
ÖAG-Fachgruppe Fütterung (v.a. Dipl.-Ing. Karl Wurm, Dipl.-Ing. Gerhard Lindner)

Projektlaufzeit: 2022 bis 2024

Danksagung

Das Projektteam bedankt sich sehr herzlich bei der LKV Austria GmbH für die Bereitstellung aller Probemelkergebnisse aus den Jahren 2017 bis 2021 in anonymisierter Form. Ein weiterer großer Dank gilt der Rinderzucht Austria und der Zuchdata EDV-Dienstleistungen GmbH für die Bereitsstellung von Daten aus dem Forschungsprojekt D4Dairy. Nur mithilfe dieser umfangreichen Daten war es möglich, die im Folgenden beschriebenen Auswertungen durchzuführen.

Impressum

Projektnehmer: HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Institut für Nutztierforschung
Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal
raumberg-gumpenstein.at

Fotonachweis: Abteilung Milchproduktion und Tierernährung/HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Gestaltung: Georg Terler und Lauren Mayer

Copyright und Haftung:
Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.
Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an georg.terler@raumberg-gumpenstein.at

Inhalt

1. Zusammenfassung und Abstract 5
2. Einleitung 6
3. Material und Methoden 7
3.1 Ableitung optimale Energieversorgung 8
3.1.1 Ableitung der Unter- und Obergrenzen des Eiweißgehalts anhand österreichischer LKV-Daten 8
3.1.2 Evaluierung der Grenzwerte anhand von Daten aus Praxis und Wissenschaft 9
3.2 Ableitung optimale Eiweißversorgung 10
3.3 Diskussion der neuen Methoden und Vorbereitung der Umsetzung in die Praxis 11
3.3.1 Diskussion mehrerer Vorschläge für neue Grenzwerte in Expertengremium 11
3.3.2 Vorbereitung der Umsetzung der neuen Grenzwerte im LKV-Tagesbericht 11
4. Ergebnisse und Diskussion 11
4.1 Optimale Energieversorgung von Milchkühen 12
4.1.1 Ableitung der Unter- und Obergrenzen des Eiweißgehalts anhand österreichischer LKV-Daten 12
4.1.2 Evaluierung der Grenzwerte anhand von Daten aus Praxis und Wissenschaft 13
4.2 Optimale Eiweißversorgung von Milchkühen 16
4.3 Neue Methodik zur Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung im LKV-Tagesbericht 17
5. Schlussfolgerungen 21
Tabellenverzeichnis 22
Abbildungsverzeichnis 22
Literaturverzeichnis 23

1. Zusammenfassung und Abstract

Die Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung der Milchkühe anhand des LKV-Tagesberichts stellt für Landwirte und Berater eine wesentliche Hilfe bei der Erstellung effizienter Rationen dar. Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen jedoch, dass die bisher verwendete Methodik nicht mehr zeitgemäß ist. Im Jahr 2020 wurde daher von deutschen Fachkollegen „Die neue Dummerstorfer Fütterungsbewertung" entwickelt und publiziert, welche eine noch zutreffendere Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgungssituation von Milchkühen ermöglichen soll. Ziel dieser wissenschaftlichen Tätigkeit war, diese neue Methodik anhand österreichischer LKV-Daten zu evaluieren und bei Bedarf eine eigene, für österreichische Verhältnisse angepasste Methodik zu entwickeln. Für diese Evaluierung wurden alle Probemelkergebnisse österreichischer Milchkühe aus den Jahren 2017 bis 2021 herangezogen.

Aus dieser Evaluierung geht hervor, dass sowohl die deutsche als auch die neuentwickelte österreichische Methodik eine exaktere Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgungssituation von Milchkühen ermöglicht. Im Vergleich zur alten Methodik erfolgt die neue Beurteilung der Energieversorgung mit Hilfe milchleistungsabhängiger Unter- und Obergrenzen für den optimalen Milcheiweißgehalt. Bei der Evaluierung lieferten die deutsche und die österreichische Methodik annähernd gleich gute Ergebnisse. Im Zuge von Diskussionen mit Fütterungsberatern wurde entschieden, in Zukunft die neue österreichische Methodik zu verwenden, da diese für österreichische Verhältnisse als besser geeignet scheint. Zur Verbesserung der Beurteilung der Eiweißversorgung der Milchkühe wurde entschieden, die Obergrenze für den optimalen Milchharnstoffgehalt von 30 auf 25 mg/100 ml zu senken. Dies basiert auf Basis internationaler, wissenschaftlicher Literatur und soll helfen die Stickstoffverwertung der Milchkühe zu verbessern und Ammoniakemissionen aus der Michviehhaltung zu reduzieren. Insgesamt sollen die beschriebenen Anpassungen helfen, die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit sowie die Resilienz der österreichischen Milchviehhaltung weiter zu verbessern.

Schlüsselwörter: Fütterungsbewertung, Energieversorgung, Eiweißversorgung, Milcheiweißgehalt, Milchharnstoffgehalt, Milchkuh

Abstract

The evaluation of energy and protein supply to dairy cows using the LKV report is a helpful tool for Austrian farmers and feeding consultants to form efficient rations. Recently published scientific work shows that the currently used method is not up to date anymore. Therefore, German animal nutritionists developed and published "Die neue Dummerstorfer Fütterungsbewertung" ("The new Dummerstorf feeding evaluation") in 2020 which should enable a more precise evaluation of energy and protein supply statuts of dairy cows. The aim of this scientific work was to evaluate this new method using data from Austrian milk testing and to develop a separate, to Austrian conditions adapted method, if necessary. All milk records from Austrian dairy cows from 2017 to 2021 were used in this evaluation.

The results of this evaluation show that both the German and the newly developed Austrian method enable a more precise evaluation of the energy and protein supply status of dairy cows. Compared to the current method, the new energy supply evaluation system uses milk yield dependent lower and upper limits for optimal milk protein content. Evaluation results of the German and the newly developed Austrian method were nearly the same. After a discussion with feeding consultants, it was decided that the newly developed Austrian method should be used in future as this method seems to be more appropriate under Austrian conditions. Furthermore, it was decided to lower the upper limit of optimal milk urea content from 30 to 25 mg/100 ml to improve the evaluation of the protein supply status of dairy cows. This decision is based on international scientific literature and should help to improve the nitrogen efficieny of dairy

cows and to reduce ammonia emissions from dairy farming. In summary, the described adaptions should contribute to an increase in economic and ecological sustainability as well as resilience of Austrian dairy farming.

Keywords: Feeding evaluation, energy supply, protein supply, milk protein content, milk urea content, dairy cow

2. Einleitung

Eine optimale und ausgewogene Energie- und Eiweißversorgung der Kühe ist eine wesentliche Grundvoraussetzung für eine ökonomisch und ökologisch effiziente Milchproduktion (SPEK et al. 2012, CABRERA und KALANTARI 2016). Wesentliche Einflussfaktoren der Energie- und Eiweißversorgung sind der Energie- und Nährstoffbedarf (welche wesentlich von der Lebendmasse und der Leistung des Tieres abhängen), die Futteraufnahme sowie die Qualität des angebotenen Futters. In wissenschaftlichen Versuchen ist es möglich, die Energie- und Eiweißversorgung von Kühen anhand von Futteraufnahme-, Milchleistungs-, Lebendgewichts- und Futteranalysedaten zu berechnen. Auf Basis solcher wissenschaftlicher Versuche wurden Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen erstellt (GFE 2001, GFE 2023), welche die Basis für die Berechnung von Milchviehrationen darstellen. Eine sorgfältige und auf die Verhältnisse von individuellen Betrieben abgestimmte Rationsberechnung ist wiederum die Voraussetzung für eine optimale und ausgewogene Energie- und Eiweißversorgung von Milchkühen.

Neben der Rationsberechnung ist jedoch auch eine regelmäßige Rationskontrolle ein unerlässlicher Bestandteil eines effizienten Milchvieh-Managements. Ein sehr wertvolles Werkzeug für die Rationskontrolle stellen die auf LKV-Betrieben 10-mal jährlich durchgeführten Leistungskontrollen dar. Im Zuge der Leistungskontrolle werden die Milchmenge und die Milchinhaltsstoffe für jedes Einzeltier eines Betriebes erhoben. Da vor allem die Gehalte an Milchinhaltsstoffen wesentlich von der Fütterung und der Nährstoffversorgung des Tieres beeinflusst werden, sind sie gut zur Beurteilung der Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen geeignet. Der LKV-Tagesbericht liefert den Landwirten in tabellarischer und graphischer Form wertvolle Hinweise auf die Versorgungssituation des Einzeltieres und der Herde. Somit kann jeder an der Leistungskontrolle teilnehmende Landwirt im Abstand von rund 35 bis 40 Tagen beurteilen, ob die Fütterung seiner Tiere passt oder ob in der Herde ein erhöhtes Risiko für Stoffwechselkrankheiten besteht.

Zur Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen wird der Eiweißgehalt herangezogen. Damit hohe Mengen an Milcheiweiß gebildet werden können, braucht es einerseits eine gute Versorgung der Pansenmikroorganismen mit Energie und andererseits eine ausreichende Anflutung von Energie am Euter. Bislang wird im LKV-Tagesbericht unterstellt, dass bei einem Milcheiweißgehalt zwischen 3,2 und 3,8 % die Kühe optimal mit Energie versorgt sind.

Der Milchharnstoffgehalt wird dagegen zur Beurteilung der Eiweißversorgung von Milchkühen herangezogen. Die Eiweißversorgung von Milchkühen erfolgt zum größten Teil über Pansenmikroorganismen, die im Dünndarm verdaut werden und eine sehr hochwertige Eiweißquelle für die Kuh darstellen. Damit jedoch möglichst hohe Mengen an sogenanntem Mikrobenprotein gebildet werden können, braucht es eine ausgewogene Energie- und Eiweißversorgung der Pansenmikroorganismen. Der Harnstoffgehalt der Milch gibt sehr gut Auskunft über das Verhältnis von Eiweiß- und Energieversorgung der Pansenmikroorganismen. Ist die Eiweißversorgung im Verhältnis zur Energieversorgung zu hoch, wird der überschüssige Stickstoff in Form von Harnstoff über Harn und Milch ausgeschieden und der Milchharnstoffgehalt ist hoch. Ist dagegen die Eiweißversorgung zu niedrig, ist auch der Milchharnstoffgehalt niedrig. Bislang wird im LKV-Tagesbericht

eine optimale Eiweißversorgung bei einem Milchharnstoffgehalt von 15 bis 30 mg/100 ml Milch unterstellt.

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen jedoch, dass die Grenzwerte für den Eiweiß- und Harnstoffgehalt der Milch möglicherweise nicht mehr zeitgemäß sind. In einer umfangreichen Auswertung von LKV-Daten in Deutschland kamen GLATZ-HOPPE et al. (2020) zum Schluss, dass die Grenzwerte für den optimalen Milcheiweißgehalt an die Leistung der Milchkühe angepasst werden sollten. Der Grund liegt darin, dass sich die Fütterung, die Leistungen und die Haltungsformen der Tiere in den letzten Jahrzehnten deutlich weiterentwickelt haben. Leistungen von über 50 kg Milch pro Kuh und Tag sind heutzutage keine Seltenheit mehr. Die Ergebnisse von wissenschaftlichen Studien zeigen, dass mit steigenden Leistungen die Fett- und Eiweißgehalte der Milch abnehmen, ohne dass die Kühe an Stoffwechselkrankheiten leiden (KIRCHGESSNER et al. 2008, GFE 2023). Man spricht in diesem Zusammenhang von einem Verdünnungseffekt beim Milchfett- und Milcheiweißgehalt mit steigender Leistung.

In den letzten Jahren und Jahrzehnten gewann der Milchharnstoffgehalt an zusätzlicher Bedeutung. Neben seiner Verwendung bei der Beurteilung der Eiweißversorgung wurde der Milchharnstoffgehalt auch zunehmend als Indikator für das Ammoniakemissionspotential aus Wirtschaftsdüngern herangezogen. Der Milchharnstoffgehalt ist eng mit der Harnstoffausscheidung über den Harn verbunden und Harnstoff ist das Ausgangprodukt für die Bildung von Ammoniak aus Wirtschaftsdüngern. In wissenschaftlichen Untersuchungen wurde festgestellt, dass ein Anstieg des Milchharnstoffgehalts auch mit einem Anstieg von Ammoniakemissionen aus Wirtschaftsdüngern verbunden ist (BURGOS et al. 2010, POWELL et al. 2011, VAN DUINKERKEN et al. 2011). Zudem wurde in mehreren wissenschaftlichen Studien untersucht, bei welchem Milchharnstoffgehalt die höchste Eiweißverwertung erreicht wird (SCHEPERS und MEIJER 1998, NOUSIAINEN et al. 2004, COLMENERO und BRODERICK 2006). Diese Studien lassen den Schluss zu, dass die bislang verwendete Obergrenze für den Milchharnstoffgehalt von 30 mg/100 ml Milch zu hoch angesetzt ist und, auch im Hinblick auf eine Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft, herabgesetzt werden sollte.

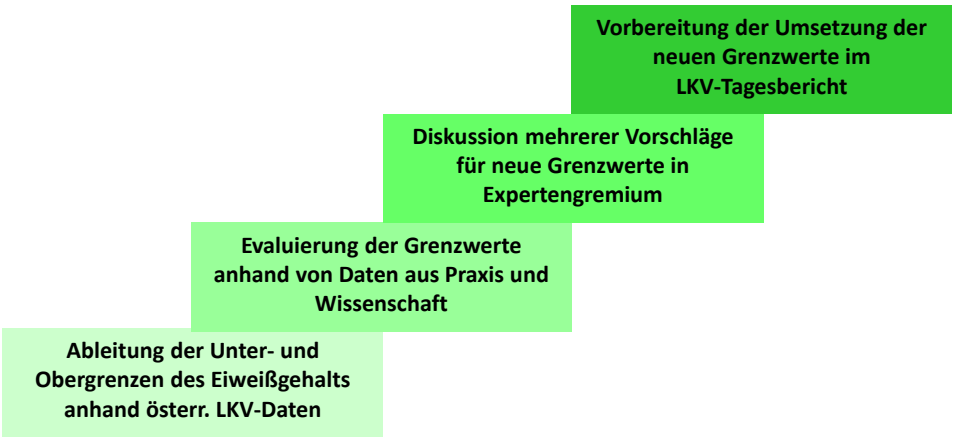
Ziel dieser wissenschaftlichen Tätigkeit war daher, diese neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse zur optimalen Energie- und Eiweißversorgung von Milchkühen unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der österreichischen Praxis zu evaluieren. Konkret ging es darum, neue Unter- und Obergrenzen des Milcheiweiß- und Milchharnstoffgehalts für die Beurteilung der optimalen Energie- und Eiweißversorgung von Milchkühen zu definieren. Dies sollte unter Zuhilfenahme wissenschaftlicher Literatur und Daten aus der österreichischen Milchleistungskontrolle erfolgen. Zudem war es auch Ziel, die Ergebnisse dieser Evaluierung in einem Expertenkreis (Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern) zu diskutieren und dem LKV die Grundlage für die Umsetzung der neuen Fütterungskontrolle im LKV-Tagesbericht zu liefern.

3. Material und Methoden

In der Folge wird die Methodik zur Ableitung der neuen Unter- und Obergrenzen für die Energie- und Eiweißversorgung getrennt für Energie und Eiweiß beschrieben. Zur Erreichung der Ziele des Projekts wurde ein vierstufiger Prozess gewählt, wobei die einzelnen Stufen aufeinander aufbauen (*Abbildung 1*).

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte des stufenweisen Prozesses detaillierter beschrieben.

Abbildung 1: Stufenweiser Prozess zur Ableitung der neuen Unter- und Obergrenzen für den optimalen Milcheiweißgehalt und deren Implemetierung in den LKV-Tagesbericht



3.1 Ableitung optimale Energieversorgung

3.1.1 Ableitung der Unter- und Obergrenzen des Eiweißgehalts anhand österreichischer LKV-Daten

In diesem ersten Teil des Projekts wurde die von GLATZ-HOPPE et al. (2020) verwendete Methodik auch an österreichischen LKV-Daten angewandt. Anhand dieses Schrittes sollte beurteilt werden, ob die österreichschen LKV-Daten im Mittel von den deutschen unterschiedlich sind und ob für Österreich eigene Grenzwerte abgeleitet werden sollten. Für die Durchführung der folgenden Auswertungen wurde das Statistikpaket R 4.2.0 verwendet.

Um dies überprüfen zu können, wurden von der LKV Austria insgesamt 17.083.046 Einzelprobemelkergebnisse, dies entspricht sämtlichen Probemelkergebnissen aus den Jahren 2017 bis 2021, anonymisiert zur Verfügung gestellt. Aus diesem Datensatz wurden einerseits rund 140.000 Datensätze von seltenen Rassen und andererseits rund 560.000 Datensätze von Kühen, die sich zum Zeitpunkt der Probennahme vor dem 11. oder nach dem 500. Laktationstag befanden, entfernt. Der Grund, warum diese Datensätze nicht in die Auswertung einbezogen wurden, war, dass diese Proben oftmals deutlich vom Durchschnitt abweichende Eiweißgehalte aufweisen. Schließlich wurde auch noch eine Ausreißerkorrektur durchgeführt. Dabei wurde eine lineare Regression des Milcheiweißgehalts auf die Milchleistung erstellt, woraus sich ein milchleistungsabhängiger Mittelwert des Milcheiweißgehalts ergab. Anschließend wurden alle Datensätze eliminiert, welche außerhalb der zweifachen Standardabweichung des milchleistungsabhängigen Milcheiweißgehalts lagen. Schließlich blieben 15.261.750 Datensätze für die Ableitung der neuen Unter- und Obergrenzen des Milcheiweißgehalts übrig. Der große Datensatz wurde schließlich mit dem Statistikprogramm R in einen Trainings- (70 % der Datensätze) und einen Testdatensatz (30 % der Datensätze) geteilt. Die Teilung wurde so vorgenommen, dass alle Datensätze eines einzelnen Betriebes immer nur in einem der beiden Teildatensätze vorkam.

Mit dem Trainingsdatensatz wurde nun nochmals eine Regression des Milcheiweißgehalts auf die Milchleistung erstellt und danach die Unter- und Obergrenze des optimalen Milcheiweißgehalts, wie in GLATZ-HOPPE et al. (2020) beschrieben, abgeleitet.

3.1.2 Evaluierung der Grenzwerte anhand von Daten aus Praxis und Wissenschaft

Bei der Evaluierung wurden vier verschiedene Methoden zur Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts verglichen:

1. Konstante Grenzen: Bisher angewandte Methode mit konstanten Unter- und Obergrenzen für den Eiweißgehalt (3,2 und 3,8 %)
2. Dummerstorfer Fütterungsbewertung: Von GLATZ-HOPPE et al. (2020) empfohlene Methode mit milchleistungsabhängigen Unter- und Obergrenzen für den Milcheiweißgehalt.
3. LKV-Daten Österreich – Methode 1: Selbe Methodik wie bei der Dummerstorfer Fütterungsbewertung, allerdings Ableitung der Unter- und Obergrenzen anhand österreichischer LKV-Daten
4. LKV-Daten Österreich – Methode 2: Selbe Methodik wie LKV-Daten – Methode 1, allerdings wurden für Unter- und Obergrenze Minimalwerte von 2,7 bzw. 3,3 % und Maximalwerte von 3,2 bzw. 3,8 % festgelegt

Diese vier Methoden wurden anschließend verschiedenen Evaluierungen unterzogen:

1. Bestimmung der Frequenzen von unter-, optimal- und überversorgten Kühen im Testdatensatz: Dazu wurden für jede einzelne Probemelkung im Testdatensatz mit allen vier oben beschriebenen Methoden Unter- und Obergrenzen für den Eiweißgehalt berechnet. Anschließend wurde beurteilt, ob der tatsächliche Eiweißgehalt zu niedrig, optimal oder zu hoch war und danach Frequenzen der drei Versorgungsstufen berechnet.
2. Evaluierung anhand von KetoMIR: Dazu wurden vom Gesamtdatensatz alle Probemelkungen von Kühen zwischen dem 11. und 180. Laktationstag herangezogen, bei denen auch ein KetoMIR-Ergebnis (KetoMIR-Klassen 1, 2 und 3) vorlag (n = 5.488.361). Danach wurden wiederum die Frequenzen für alle Kombinationen von Energieversorgungsstufe und KetoMIR-Klasse berechnet. Zudem wurde klassifiziert, welche Kombinationen ein übereinstimmendes Ergebnis lieferten und bei welchen Kombinationen die Beurteilung der Energieversorgung anhand des Eiweißgehalts fälschlicherweise einen Energiemangel oder einen Energieüberschuss ergab (*Tabelle 1*).

Tabelle 1: Evaluierung der Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts mit Hilfe von KetoMIR-Test bzw. dem Blut-Ketosetest

	Beurteilung Energieversorgung anhand Eiweißgehalt		
	zu niedrig	**optimal**	**zu hoch**
KetoMIR-Klasse 1 **Blut-Ketosetest Normal**	Falsch Mangel	Übereinstimmung	Übereinstimmung
KetoMIR-Klasse 2 **Blut-Ketose-Test +**	Übereinstimmung	Übereinstimmung	Falsch Überschuss
KetoMIR-Klasse 3 **Blut-Ketosetest ++**	Übereinstimmung	Falsch Überschuss	Falsch Überschuss

3. Evaluierung anhand von Blut-Ketosetests: Im Forschungsprojekt D4Dairy wurden bei Milchkühen Blut-Ketosetests durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Blut-Ketosetests wurden von der ZuchtData zur Verfügung gestellt. Ingesamt konnten 1.318 Blut-Ketosetests zwischen 11. und 180. Laktationstag für diese Evaluierung verwendet werden. Die Vorgangsweise bei der Evaluierung war ident wie bei der Verwendung der KetoMIR-Ergebnisse.
4. Evaluierung anhand von BCS-Daten: Neben den Blut-Ketosetests hat die ZuchtData auch BCS-Erhebungen aus dem D4Dairy-Projekt für diese wissenschaftliche Tätigkeit zur Verfügung gestellt. Insgesamt standen 28.682 BCS-Bewertungen von Kühen mit 11 bis 500 Laktationstagen zur Verfügung. Für die Evaluierung wurde die BCS-Veränderung seit der letzten BCS-Bewertung berechnet. Anhand der BCS-Veränderung wurden die Kühe in drei Gruppen eingeteilt: keine BCS-Veränderung, BCS-Abnahme, BCS-Zunahme. Danach wurden wiederum die Frequenzen für alle Kombinationen von Energieversorgungsstufe und BCS-Veränderung-Gruppe berechnet. Abschließend

wurde klassifiziert, welche Kombinationen ein übereinstimmendes Ergebnis lieferten und bei welchen Kombinationen die Beurteilung der Energieversorgung anhand des Eiweißgehalts fälschlicherweise einen Energiemangel oder einen Energieüberschuss ergab (*Tabelle 2*).

Tabelle 2: Evaluierung der Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts mit Hilfe der BCS-Veränderung

	Beurteilung Energieversorgung anhand Eiweißgehalt		
	zu niedrig	**optimal**	**zu hoch**
BCS-Zunahme	Falsch Mangel	nicht eindeutig	Übereinstimmung
Keine BCS-Veränderung	nicht eindeutig	Übereinstimmung	nicht eindeutig
BCS-Abnahme	Übereinstimmung	nicht eindeutig	Falsch Überschuss

5. Evaluierung anhand der Energiebilanz: Aus dem DAFNE-Projekt Milcheffizienz standen Energiebilanzen von mehr aus 100 Kühen und mehr als 300 Laktationen zur Verfügung. Insgesamt ergab das 9.728 Datensätze, welche für die Evaluierung verwendet werden konnten. Die Kühe wurden anhand ihrer Energiebilanz in Gruppen eingeteilt: Energiebilanz <75 %, 75-85 %, 85-95 %, 95-105 %, 105-115 %, >115 %. Danach wurden wiederum die Frequenzen für alle Kombinationen von Energieversorgungsstufe und Energiebilanz-Gruppe berechnet. Abschließend wurde klassifiziert, welche Kombinationen ein übereinstimmendes Ergebnis lieferten und bei welchen Kombinationen die Beurteilung der Energieversorgung anhand des Eiweißgehalts fälschlicherweise einen Energiemangel oder einen Energieüberschuss ergab (*Tabelle 3*).

Tabelle 3: Evaluierung der Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts mit Hilfe von Energiebilanzen aus dem Milcheffizienz-Projekt

Energiebilanz	**Beurteilung Energieversorgung anhand Eiweißgehalt**		
	zu niedrig	**optimal**	**zu hoch**
< 75 %	Übereinstimmung	Falsch Überschuss	Falsch Überschuss
75-85 %	Übereinstimmung	Falsch Überschuss	Falsch Überschuss
85-95 %	Übereinstimmung	Übereinstimmung	Falsch Überschuss
95-105 %	Falsch Mangel	Übereinstimmung	Falsch Überschuss
105-115 %	Falsch Mangel	Übereinstimmung	Übereinstimmung
<115 %	Falsch Mangel	Falsch Mangel	Übereinstimmung

3.2 Ableitung optimale Eiweißversorgung

In der Dummerstorfer Fütterungsbewertung empfehlen GLATZ-HOPPE et al. (2020) eine Herabsetzung der Obergrenze des Milchharnstoffgehalts zur Beurteilung der Eiweißversorgung der Kühe auf 25 mg/100 ml. Diese Herabsetzung wird sowohl aus ernährungsphysiologischer Sicht, als auch zur Reduktion von Stickstoffemissionen empfohlen. In den neuen Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen gibt die GFE (2023) sogar an, dass eine hohe Stickstoff-Nutzungseffizienz bei Milchharnstoffgehalten von unter 20 mg/100 ml erreicht wird.

In dieser wissenschaftlichen Tätigkeit wurde daher eine Literaturstudie durchgeführt. Im Zuge dieser wurden Arbeiten gesucht und gelesen, welche untersucht haben, bei welchem Harnstoffgehalt in der Milch die höchsten Leistungen und die höchste Stickstoff-Nutzungseffizienz erreicht wird. Diese Arbeiten wurden in dieser wissenschaftlichen Tätigkeit zusammengefasst. Anhand der Erkenntnisse aus diesen Studien sollte dann entschieden werden, welche Obergrenze für den optimalen Milchharnstoffgehalt in Zukunft angewandt werden soll. Die mögliche Senkung dieser Obergrenze hat keine großen Auswirkungen auf die Darstellung der Probemelkergebnisse im LKV-Tagesbericht.

3.3 Diskussion der neuen Methoden und Vorbereitung der Umsetzung in die Praxis

3.3.1 Diskussion mehrerer Vorschläge für neue Grenzwerte in Expertengremium

Die im Zuge dieser wissenschaftlichen Tätigkeit behandelten Methoden zur Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts sowie deren Evaluierung wurde in mehreren Sitzungen der ÖAG-Fachgruppe Fütterung diskutiert. Dieser Fachgruppe gehören die Milchvieh-Fütterungsberater der Landwirtschaftskammern aller Bundesländer an. Zudem war auch immer der LKV-Landesgeschäftsführer von Salzburg (Dipl-Ing. Gerhard Lindner bzw. Dipl.-Ing. Robert Huber) in diesem Fachgremium dabei, da in Salzburg der LKV-Geschäftsführer gleichzeitg auch Fütterungsberater ist. Bei Bedarf wurde bei diesen Besprechungen auch der Geschäftsführer der LKV Austria (Ing. Franz-Josef Auer, MSc) beigezogen.

Bei diesen Besprechungen wurden Vor- und Nachteile der verschiedenen Methoden ausführlich diskutiert. Im Zuge dessen kristallisierte sich heraus, dass die Fütterungsberater eine Methode wünschen, welche die Leistung der Kühe berücksichtigt, gleichzeitig aber keine allzu tiefen Milcheiweißgehalte bei hohen Leistungen toleriert. Wenn tiefe Milcheiweißgehalte als optimal eingestuft werden, besteht das Risiko, dass Ketosegeschehen in der Herde weniger gut erkannt werden. Schlussendlich einigte man sich in diesem Fachgremium auf eine Methode, welche im Ergebnisteil im Detail beschrieben wird.

3.3.2 Vorbereitung der Umsetzung der neuen Grenzwerte im LKV-Tagesbericht

Parallel zur Ableitung der neuen Methodik wurde auch bereits an der Umsetzung der neuen Methodik im LKV-Tagesbericht gearbeitet. Dazu wurden Probemelkergebnisse von anonymisierten Beispielbetrieben sowohl nach der alten Methodik als auch nach den möglichen neuen Methoden grafisch dargestellt. Die Ideen der ÖAG-Fachgruppe Fütterung wurden gesammelt und werden im Anschluss an diese wissenschaftliche Tätigkeit an die LKV Austria weiter gegeben, welche für die Erstellung der LKV-Tagesberichte zuständig ist und der daher auch die Umsetzung der neuen Methodik im LKV-Tagesbericht obliegt.

4. Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Auswertungen und Evaluierungen dargestellt, welche gleichzeitig eine Empfehlung für die zukünftige Umsetzung der Fütterungskontrolle im LKV-Tagesbericht darstellen.

4.1 Optimale Energieversorgung von Milchkühen

4.1.1 Ableitung der Unter- und Obergrenzen des Eiweißgehalts anhand österreichischer LKV-Daten

Die Auswertung der LKV-Daten aus den Jahren 2017 bis 2021 ergab folgende Regressionsgleichung für den mittleren, milchleistungsabhängigen Milcheiweißgehalt österreichischer Milchkühe:

$$E_{MW} = 3{,}94 - 0{,}0175 \times \text{Milch-kg/Tag}$$

Diese Formel sagt aus, dass bei einer theoretischen Milchleistung von 0 kg/Tag im Durchschnitt ein Eiweißgehalt von 3,94 % erreicht wird. Zudem nimmt der Milcheiweißgehalt um 0,0175 % ab, wenn die Milchleistung um 1 kg/Tag ansteigt.

Der mittlere Eiweißgehalt aller Probemelkergebnisse lag in dieser Auswertung bei 3,50 % und die Reststandardabweichung der Auswertung betrug 0,3365 %. In Anlehnung an die von GLATZ-HOPPE et al. (2020) publizierte Methodik ergaben sich folgende Formeln für die Ermittlung der milchleistungsabhängigen Unter- (E_{min}) und Obergrenzen (E_{max}) des Milcheiweißgehalts:

$$E_{min} = (3{,}94 - 0{,}0175 \times \text{Milch-kg/Tag}) \times (1 - 0{,}3365 / 3{,}50)$$
$$E_{max} = (3{,}94 - 0{,}0175 \times \text{Milch-kg/Tag}) \times (1 + 0{,}3365 / 3{,}50)$$

Die von GLATZ-HOPPE et al. (2020) publizierten Formeln weisen im Vergleich zu den österreichischen Formeln einen höheren Intercept (4,11) und einen stärkeren Rückgang des Milcheiweißgehalts bei steigender Leistung (0,023 % pro Milch-kg/Tag) auf:

$$E_{min} = (4{,}11 - 0{,}023 \times \text{Milch-kg/Tag}) \times (1 - 0{,}35 / 3{,}51)$$
$$E_{max} = (4{,}11 - 0{,}023 \times \text{Milch-kg/Tag}) \times (1 + 0{,}35 / 3{,}51)$$

In der *Abbildung 2* wird einerseits der milchleistungsabhängige Mittelwert für den Milcheiweißgehalt aus den LKV Daten (grüne Linie) und andererseits die Unter- und Obergrenze für den optimalen Eiweißgehalt (gelbe Linien) dargestellt. In den vier Diagrammen wurden die vier verschiedenen, in Kapitel 3.1.2 beschriebenen Methoden zur Ableitung der Unter- und Obergrenzen des optimalen Eiweißgehalts verwendet.

Das linke obere Diagramm enthält die festen Grenzen, wie sie bisher verwendet wurden. Dabei zeigte sich, dass nur zwischen 9 und 42 kg täglicher Milchleistung der Durchschnitt der österreichischen Kühe im Optimalbereich der Energieversorgung liegt. Bei höheren Leistungen werden mehr als 50 % der Milchkühe als energetisch unterversorgt eingestuft, was zu hoch erscheint. Darauf wird im nächsten Kapitel zur Evaluierung noch genauer eingegangen.

Das rechte obere Diagramm zeigt die Bewertung der Energieversorgung der Milchkühe anhand der Dummerstorfer Fütterungsbewertung nach GLATZ-HOPPE et al. (2020). Die daraus abgeleiteten Grenzwerte für den Milcheiweißgehalt stimmen wesentlich besser mit dem Durchschnitt der österreichischen Milchkühe überein. Ab 75 kg Milchleistung pro Tag fällt die obere Grenze des Milcheiweißgehalts unter den Durchschnitt der österreichischen Kühe. Solch hohe Milchleistungen werden aber nur äußert selten erreicht.

Das linke untere Diagramm zeigt den Mittelwert sowie die untere und obere Grenze des Milcheiweißgehalts, wie sie im aktuellen Projekt abgeleitet wurden. Die hierin dargestellten Grenzen für den Milcheiweißgehalt sind exakt auf den österreichischen Durch-

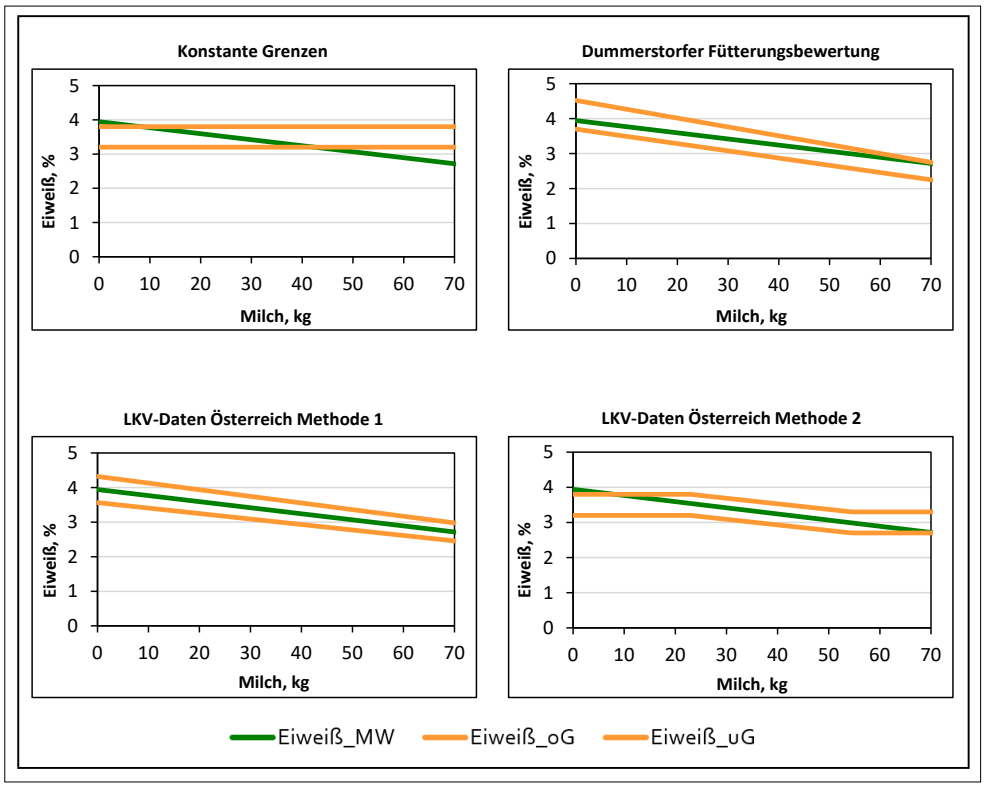


Abbildung 2: Milchleistungsabhängiger Mittelwert (MW) des Eiweißgehalts österreichischer Milchkühe (grüne Linie) sowie Unter- (uG) und Obergrenze (oG) des optimalen Milcheiweißgehalts bei Anwendung verschiedener Methoden zur Bewertung der Energieversorgung von Milchkühen

schnitt abgestimmt. Etwas kritisch zu betrachten sind jedoch die hohen Obergrenzen im niedrigen Leistungsbereich (Verfettungsgefahr bei Energieüberversorgung) und die sehr niedrigen Untergrenzen im hohen Leistungsbereich (Gefahr des Nicht-Erkennens eines erhöhten Ketoserisikos).

Aus diesem Grund wurde auch noch eine vierte Methode abgeleitet und im rechten unteren Diagramm dargestellt. Hierbei wurde die Obergenze des Milcheiweißgehalts mit maximal 3,8 % und die Untergrenze mit mindestens 2,7 % festgesetzt. Weiters wurde bei dieser Ableitung der Abstand zwischen Ober- und Untergrenze konstant mit 0,6 % festgelegt. Hiermit sollen extreme Milcheiweißgehalte vermieden werden. Bei Anwendung dieser Methodik liegt der Durchschnitt des Milcheiweißgehalts im Bereich zwischen 9 und 70 kg Milchleistung pro Tag innerhalb der Grenzen.

4.1.2 Evaluierung der Grenzwerte anhand von Daten aus Praxis und Wissenschaft

Abbildung 2 gibt einen ersten grafischen Überblick über die Eignung der verschiedenen Methoden zur Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen. Im Folgenden wird nun auch dargestellt, wie zuverlässig die verschiedenen Methoden bei der Beurteilung der Energieversorgung der Milchkühe sind.

1. Bestimmung der Frequenzen von unter-, optimal- und überversorgten Kühen im Testdatensatz

In *Tabelle 4* ist dargestellt, bei welchem Anteil der Milchkühe bei Anwendung der verschiedenen Grenzwerte für den Milcheiweißgehalt eine Unter-, Optimal- oder Überversorgung mit Energie festgestellt wurde.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei allen drei neuen Methoden ein deutlich höherer Anteil der Milchkühe als optimalversorgt eingestuft wird als nach der alten, starren Methode. Mit 67,1 % wurde bei Anwendung der Dummerstorfer Fütterungsbewertung der höchste Anteil an optimalversorgten Milchkühen erreicht. Allerdings ist der hohe Anteil an

optimalversorgten Kühen bei dieser Methode vor allem auf den geringeren Anteil überversorgter Kühe zurückzuführen, welcher auf die hohe Milcheiweiß-Obergrenze im niedrigen Leistungsbereich zurückzuführen ist. Diese Methode kann daher das Verfettungsrisiko erhöhen. Die niedrigsten Anteile an unterversorgten Kühen wurden mit den in dieser wissenschaftlichen Tätigkeit neu abgeleiteten Methoden erreicht. Ob dies nun günstig ist, da die Energieversorgung der Kühe mit der neuen Methode zutreffender beurteilt werden kann oder sogar ungünstig, da das Risiko für die Nicht-Erkennung von Ketosen steigt, werden die nachfolgenden Evaluierungen beantworten.

Tabelle 4: Frequenzen von mit Energie unter-, optimal- und überversorgten Milchkühen bei Anwendung unterschiedlicher Methoden zur Ableitung der Unter- und Obergrenzen des Milcheiweißgehalts

	Einstufung Energieversorgung anhand Eiweißgehalt		
Methode	**Unterversorgung**	**Optimalversorgung**	**Überversorgung**
1 – Konstante Grenzen	22,7 %	56,3 %	21,0 %
2 – Dummerstorfer Fütterungsbewert.	20,2 %	67,1 %	12,7 %
3 – LKV-Daten Österreich – Methode 1	18,7 %	65,6 %	15,7 %
4 – LKV-Daten Österreich – Methode 2	16,2 %	63,9 %	20,0 %

2. Evaluierung anhand von KetoMIR

In *Tabelle 5* ist dargestellt, bei welchem Anteil der Kühe die Fütterungsbewertung anhand des Eiweißgehalts und der KetoMIR-Test übereinstimmende Ergebnisse lieferten. Weiters ist dargestellt, welchem Prozentsatz der Kühe anhand des Eiweißgehalts fälschlicherweise ein Energiemangel bzw. ein Energieüberschuss zugeschrieben wurde.

Tabelle 5: Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen anhand des Milcheiweißgehalts im Vergleich zu KetoMIR als Referenzmethode

	Beurteilung Energieversorgung anhand Milcheiweißgehalt		
Methode	**Falsch Mangel**	**Übereinstimmung**	**Falsch Überschuss**
1 – Konstante Grenzen	36,9 %	62,8 %	0,3 %
2 – Dummerstorfer Fütterungsbewert.	25,0 %	74,6 %	0,4 %
3 – LKV-Daten Österreich – Methode 1	25,2 %	74,5 %	0,3 %
4 – LKV-Daten Österreich – Methode 2	24,0 %	75,7 %	0,3 %

Bei dieser Evaluierung zeigt sich, dass der Anteil der fälschlicherweise im Energiemangel eingestuften Kühe durch Anwendung der neuen Methoden deutlich reduziert werden kann. Am besten schnitt die zweite aus den österreichischen LKV-Daten abgeleitete Methode ab. Bei Anwendung dieser Methode kam es bei 75,7 % der Probemelkungen zu einem übereinstimmenden Ergebnis und „nur“ 24,0 % der Kühe wurden fälschlicherweise in einen Energiemangel eingestuft. Die geringen Anteile an fälschlicherweise im Energieüberschuss beurteilten Kühe kommt daher, dass eine Ketose meist mit einem niedrigen Milcheiweißgehalt einhergeht.

3. Evaluierung anhand von Blut-Ketosetests

Die Evaluierung anhand des Blut-Ketosetests erfolgte analog zur Evaluierung anhand von KetoMIR und die Ergebnisse dazu sind in Tabelle 6 dargestellt.

Diese Evaluierung anhand des Blut-Ketosetests ergab sehr ähnliche Ergebnisse wie die vorhergehende Evaluierung anhand von KetoMIR. Bei allen Methoden war der Anteil der übereinstimmenden Ergebnisse niedriger und der Anteil der fälschlicherweise im Energiemangel oder Energieüberschuss beurteilten Kühe höher als bei der vorangegangenen Evaluierung. Insgesamt stieg jedoch wieder die zweite aus den österreichischen LKV-Daten abgeleitete Methode am günstigsten aus.

Tabelle 6: Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen anhand des Milcheiweißgehalts im Vergleich zu Blut-Ketosetests als Referenzmethode

	Beurteilung Energieversorgung anhand Milcheiweißgehalt		
Methode	**Falsch Mangel**	**Übereinstimmung**	**Falsch Überschuss**
1 – Konstante Grenzen	39,3 %	59,3 %	1,4 %
2 – Dummerstorfer Fütterungsbewert.	30,0 %	67,5 %	2,5 %
3 – LKV-Daten Österreich – Methode 1	30,2 %	67,6 %	2,2 %
4 – LKV-Daten Österreich – Methode 2	29,0 %	68,9 %	2,2 %

4. Evaluierung anhand von BCS

In *Tabelle 7* sind die Ergebnisse zur Evaluierung anhand der BCS-Veränderung der Kühe dargestellt. Zusätzlich zu den Anteilen der Kühe, die übereinstimmend bzw. fälschlicherweise im Energiemangel oder im Energieüberschuss beurteilt wurden, ist hier auch der Anteil der nicht eindeutig beurteilbaren Kühe dargestellt.

Tabelle 7: Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen anhand des Milcheiweißgehalts im Vergleich zur BCS-Veränderung als Referenz

	Beurteilung Energieversorgung anhand Milcheiweißgehalt			
Methode	**Falsch Mangel**	**Überein-stimmung**	**Nicht eindeutig**	**Falsch Überschuss**
1 – Konstante Grenzen	3,6 %	37,5 %	52,2 %	6,8 %
2 – Dummerstorfer Fütterungsbewert.	2,1 %	33,9 %	56,5 %	7,7 %
3 – LKV-Daten Österreich – Methode 1	2,0 %	34,5 %	55,8 %	7,7 %
4 – LKV-Daten Österreich – Methode 2	1,7 %	34,2 %	58,4 %	5,8 %

Bei dieser Evaluierung zeigte sich der höchste Anteil an übereinstimmenden Ergebnissen bei Anwendung der alten, konstanten Grenzen. Allerdings täuscht das etwas, da bei Anwendung dieser Methode auch beinahe doppelt so vielen Kühen fälschlicherweise ein Energiemangel unterstellt wurde, als bei den anderen Methoden. Auch insgesamt wurden mit dieser Methode die meisten Kühe falsch eingestuft. Als günstigste Methode, im Sinne der wenigsten eindeutig falsch beurteilten Kühe, stellte sich wiederum die zweite aus den österreichischen LKV-Daten abgeleitete Methode heraus.

5. Evaluierung anhand der Energiebilanz

Bei der Evaluierung anhand der Energiebilanz schnitten die alten, konstanten Grenzen deutlich besser ab als die Dummerstorfer Fütterungbewertung und die erste aus den österreichischen LKV-Daten abgeleitete Methode (höherer Anteil der Kühe mit übereinstimmendem Ergebnis sowie weniger Kühe, die fälschlicherweise im Energiemangel eingestuft wurden). Der Grund dafür dürfte im Leistungsdurchschnitt der Kühe im Milcheffizienz-Projekt liegen (20,6 kg Milch/Tag), welcher unterschiedlichen Kraftfutteranteilen in der Ration geschuldet war. Bei den neuen Methoden werden Kühe mit niedrigen Leistungen (z.B. 15 kg/Tag) und einem Milcheiweißgehalt von 3,3 % bereits im Energiemangel eingestuft, während sie bei der Anwendung der konstanten Grenzen im Optimum lagen. Verwendet man nun im niedrigen Leistungsbereich weiterhin die alten, starren Grenzen, wie bei der zweiten, aus den österreichischen LKV-Daten abgeleiteten Methode, so nähert sich der Prozentsatz der Übereinstimmung der Methode mit den konstanten Grenzen an.

Tabelle 8: Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen anhand des Milcheiweißgehalts im Vergleich zur Energiebilanz als Referenz

	Beurteilung Energieversorgung anhand Milcheiweißgehalt		
Methode	**Falsch Mangel**	**Übereinstimmung**	**Falsch Überschuss**
1 – Konstante Grenzen	21,6 %	60,0 %	18,4 %
2 – Dummerstorfer Fütterungsbewert.	28,5 %	56,3 %	15,2 %
3 – LKV-Daten Österreich – Methode 1	26,3 %	57,2 %	16,6 %
4 – LKV-Daten Österreich – Methode 2	20,9 %	59,4 %	19,8 %

6. Zusammenfassende Diskussion

Mit Ausnahme der Evaluierung anhand der Energiebilanz lieferten die neuen Methoden stets bessere Evaluierungsergebnisse als die Methode mit den konstanten Grenzen. Bei der Evaluierung anhand der Energiebilanz war das gute Ergebnis der Methode mit den konstanten Grenzen sicherlich dem niedrigen durchschnittlichen Leistungsniveau geschuldet. Die drei neuen Methoden schnitten bei allen Evaluierungen ähnlich gut ab, wobei jedoch die zweite aus den österreichischen LKV-Daten abgeleitete Methode bei allen Evaluierungen die günstigsten Ergebnisse erzielte, vor allem was den Anteil der fälschlicherweise in einen Energiemangel eingestuften Tiere betrifft. Insgesamt stellen jedoch alle drei neuen Methoden einen Fortschritt gegenüber der alten Methode mit konstanten Grenzen dar, weshalb jedenfalls eine Umstellung bei der Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts erfolgen sollte. Bei der Frage, welche Methode umgesetzt werden soll, spielen jedoch auch weitere Faktoren, wie beispielsweise praktische Umsetzung oder Verständlichkeit, eine Rolle. Auf diese Punkte soll im Kapitel 4.3 detaillierter eingegangen werden.

4.2 Optimale Eiweißversorgung von Milchkühen

Im Zuge des Literaturstudiums wurden zahlreiche Studien zum Effekt des Eiweißgehalts der Ration oder der Eiweißversorgung der Milchkuh auf die Harnstoffausscheidung und Ammoniakemissionen gefunden. Allerdings liegen nur wenige Untersuchungen vor, in welchen abgeleitet wurde, wie hoch der Milchharnstoffgehalt bei einer optimalen Eiweißversorgung der Kuh ist. Einen Überblick über die zu diesem Thema gefundene Literatur aus den letzten 25 Jahren gibt *Tabelle 9*.

Bei vier der fünf zitierten Studien bzw. Übersichtsarbeiten wurde abgeleitet, dass bei einem Milchharnstoffgehalt zwischen 19 und 25 mg/100 ml Milch eine optimale Eiweißversorgung der Milchkuh vorliegt. In diesen Studien wurde die optimale Eiweißversorgung im Sinne der höchsten Milchleistung (COLMENERO und BRODERICK 2006) oder einer optimalen bzw. ausgeglichenen Energie- und Eiweißversorgung definiert (SCHEPERS und MEIJER 1998, NOUSIAINEN et al. 2004, KIRCHGESSNER et al. 2008). In den erst vor Kurzem von der GFE (2023) publizierten neuen Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen wird dagegen angegeben, dass die höchste Stickstoff-Nutzungseffizienz bei Milchharnstoffgehalten unter 20 mg/100 ml erreicht wird. Zudem stellten RAJALA-SCHULTZ et al. (2001) fest, dass der Milchharnstoffgehalt mit der Fruchtbarkeit der Kühe negativ korreliert ist. Bereits ein Anstieg des Milchharnstoffgehalts von 21,5 auf 27 mg/100 ml reduzierte die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Trächtigkeit deutlich.

Aufgrund der oben beschriebenen wissenschaftlichen Erkenntnisse und in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Publikation von GLATZ-HOPPE et al. (2020) soll die Obergrenze für den optimalen Milchharnstoffgehalt von 30 auf 25 mg/100 ml gesenkt werden. Eine optimale Eiweißversorgung der Milchkuh wird somit erreicht, wenn der Milchharnstoffgehalt zwischen 15 und 25 mg/100 ml liegt. Diese Maßnahme kann zu

Tabelle 9: Übersicht über Literaturangaben zum optimalen Milchharnstoffgehalt

Studie	Optimaler Milch-harnstoffgehalt, mg/100 ml	Begründung
SCHEPERS und MEIJER (1998)	19	Optimale Versorgung mit pansen-abbaubarem und dünndarmverdaulichem Protein und optimale Energieversorgung
NOUSIAINEN et al. (2004)	25	Balancierte Nährstoffversorgung im Pansen
COLMENERO und BRODE-RICK (2006)	24	Höchste Milchleistung
KIRCHGESSNER et al. (2008)	23	Ausgeglichene Energie- und Proteinversorgung
GFE (2023)	<20	Hohe Stickstoff-Nutzungseffizienz

einer Erhöhung der Fütterungseffizienz und zu einer Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Milchviehfütterung beitragen. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass die obere Grenze von 25 mg/100 ml bei hohen Weideanteilen in der Sommerration nicht eingehalten werden kann. Bei Vollweidehaltung im Sommer kann der durchschnittliche Milchharnstoffgehalt einer Herde auf über 40 mg/100 ml ansteigen (TERLER et al. 2020). Solch hohe Milchharnstoffgehalte könnten nur durch Zufütterung von stärkereichem Kraftfutter ausgeglichen werden, wass jedoch vor allem bei Kurzrasenweide das Risiko von Pansenazidose wesentlich erhöht. Daher können hohe Milchharnstoffgehalte bei weidelastigen Rationen toleriert werden. Hohe Milchharnstoffgehalte bei Weidehaltung sind zudem im Hinblick auf Ammoniakbildung wesentlich weniger problematisch. Die Voraussetzung für die Entstehung von Ammoniak ist, dass Kot und Harn an der frischen Luft in Berührung kommen. Dies kann bei Weidehaltung weitgehend unterbunden werden, da Kot und Harn auf der Weide meist an unterschiedlichen Stellen abgesetzt werden und Harn auf der Weide rasch in den Boden infiltrieren kann (TERLER et al. 2020).

4.3 Neue Methodik zur Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung im LKV-Tagesbericht

In Beratungen mit den Projektpartnern (ÖAG-Fachgruppe Fütterung, LKV Austria) wurde beschlossen, dass die erste aus den österreichischen LKV-Daten abgeleitete Methode zur Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts Umsetzung finden soll. Obwohl die zweite, neu abgeleitete Methode geringfügig bessere Evaluierungsergebnisse hervorbrachte, wurde von dieser Methode Abstand genommen, da sie in der Umsetzung deutlich komplexer und schwerer verständlich ist. Weiters wurde vereinbart, dass die Obergrenze für den Milchharnstoffgehalt auf 25 mg/100 ml abgesenkt werden soll.

In weiteren Diskussionen mit den Projektpartnern wurden vor allem zwei Fragen intensiv diskutiert:

- Kann die Herabsetzung der Untergrenze des Eiweißgehalts zu einer Erhöhung des Ketoserisikos führen und sollte daher die Untergrenze noch angepasst werden?
- Wie soll in Zukunft die grafische Darstellung der Probemelkergebnisse im LKV-Tagesbericht aussehen? Kann es das 9-Felder-Diagramm auch zukünftig geben, wenn der optimale Milcheiweißgehalt leistungsabhängig ist?

Zur ersten Frage brachten die Fütterungsberater ein, dass Landwirte geringfüge Unterschreitungen der Untergrenze für den optimalen Eiweißgehalt häufig noch tolerieren. Dies kann dazu beitragen, dass an subklinischer Ketose leidende Kühe nicht erkannt werden und somit keine Behandlung eingeleitet wird. Deshalb haben sich die Fütterungsberater darauf geeinigt, für die Untergrenze des optimalen Eiweißgehalts einen Sicherheits-

zuschlag einzuführen. Dieser Sicherheitszuschlag steigt mit steigender Leistung der Kühe an, da vor allem hochleistende Kühe häufig an subklinischer Ketose leiden. Um den selben absoluten Betrag, um den die Untergrenze angepasst wird, wird auch die Obergrenze angepasst, sodass der Abstand zwischen den Grenzen im Vergleich zur ursprünglichen Methode unverändert bleibt. Für die Ermittlung der unteren und oberen Grenze für den optimalen Eiweißgehalt ergeben sich somit folgende Gleichungen:

$$E_{min} = 3{,}52 - 0{,}0120 \times \text{Milch-kg/Tag}$$
$$E_{max} = 4{,}28 - 0{,}0154 \times \text{Milch-kg/Tag}$$

Abbildung 3 zeigt eine grafische Darstellung der neu ermittelten Unter- und Obergrenzen für den Milcheiweißgehalt sowie den milchleistungsabhängigen Durchschnitt des Milcheiweißgehalts.

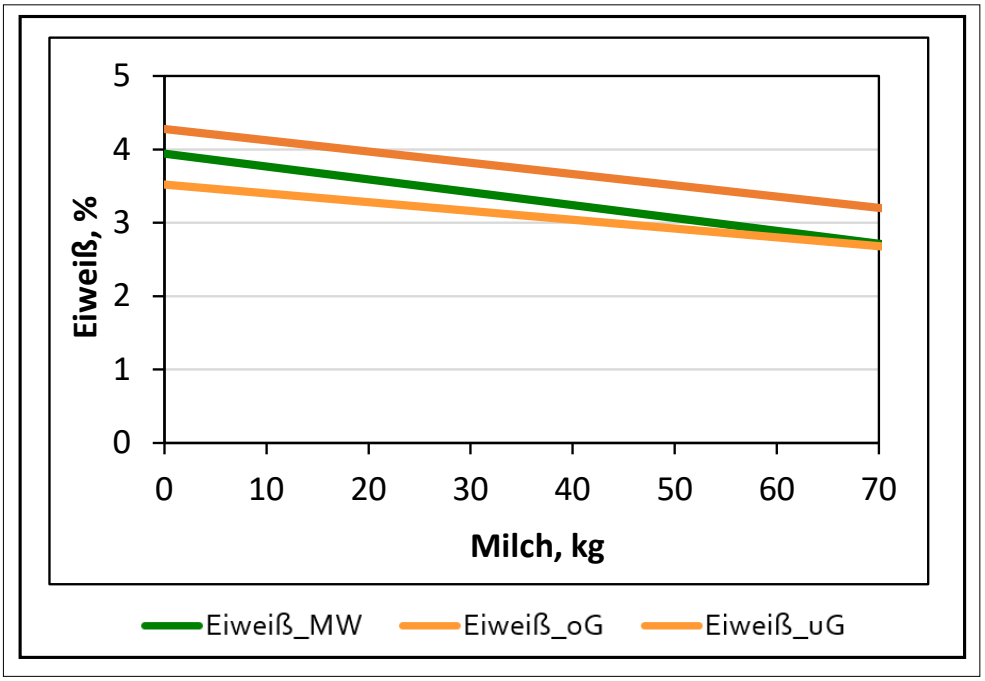


Abbildung 3: Milchleistungsabhängiger Mittelwert (MW) des Eiweißgehalts österreichischer Milchkühe (grüne Linie) sowie Unter- (uG) und Obergrenze (oG) des optimalen Milcheiweißgehalts bei Anwendung der neuen Methode zur Bewertung der Energieversorgung von Milchkühen

Zur zweiten offenen Frage wurde beschlossen, dass Herden- bzw. Gruppenmittelwerte in der grafischen Darstellung mehr Gewicht bekommen sollen. Herden- bzw. Gruppenmittelwerte besitzen eine größere Sicherheit und sind daher zur Beurteilung der grundlegenden Rationgestaltung besser geeignet als Werte von Einzeltieren. Werte zu Einzeltieren liefern dagegen vor allem für die tierindividuelle Kraftfutterzuteilung wertvolle Informationen.

Unabhängig davon stellte sich jedoch die Frage, wie die grafische Darstellung mit milchleistungsabhängigen Grenzwerten aussehen kann. Bislang wurde das 9-Felder-Diagramm in der Fütterungskontrolle sehr gern genutzt. In diesem Diagramm kann die Energieversorgung (anhand des Milcheiweißgehalts) und die Eiweißversorgung (anhand des Milchharnstoffgehalts) der Kühe auf einen Blick beurteilt werden. Dieses Diagramm setzt jedoch voraus, dass es konstante Unter- und Obergrenzen für den Milcheiweiß- und Milchharnstoffgehalt gibt. Für den Milchharnstoffgehalt wird das auch in Zukunft der Fall sein (siehe Kapitel 4.2), beim Milcheiweißgehalt jedoch nicht. Deshalb braucht es für die Darstellung des Milcheiweißgehalts im 9-Felder-Diagramm eine alternative Lösung, wenn dieses erhalten werden soll. Vorgeschlagen wird daher ein Eiweiß-Index. Ein Index von 0 würde dabei bedeuten, dass der Eiweißgehalt genau im milchleistungsabhängigen Durchschnitt liegt. Bei einem Wert von -1 bzw +1 liegt der Milcheiweißgehalt genau auf der Unter- oder Obergrenze des optimalen Milcheiweißgehalts. Liegt der

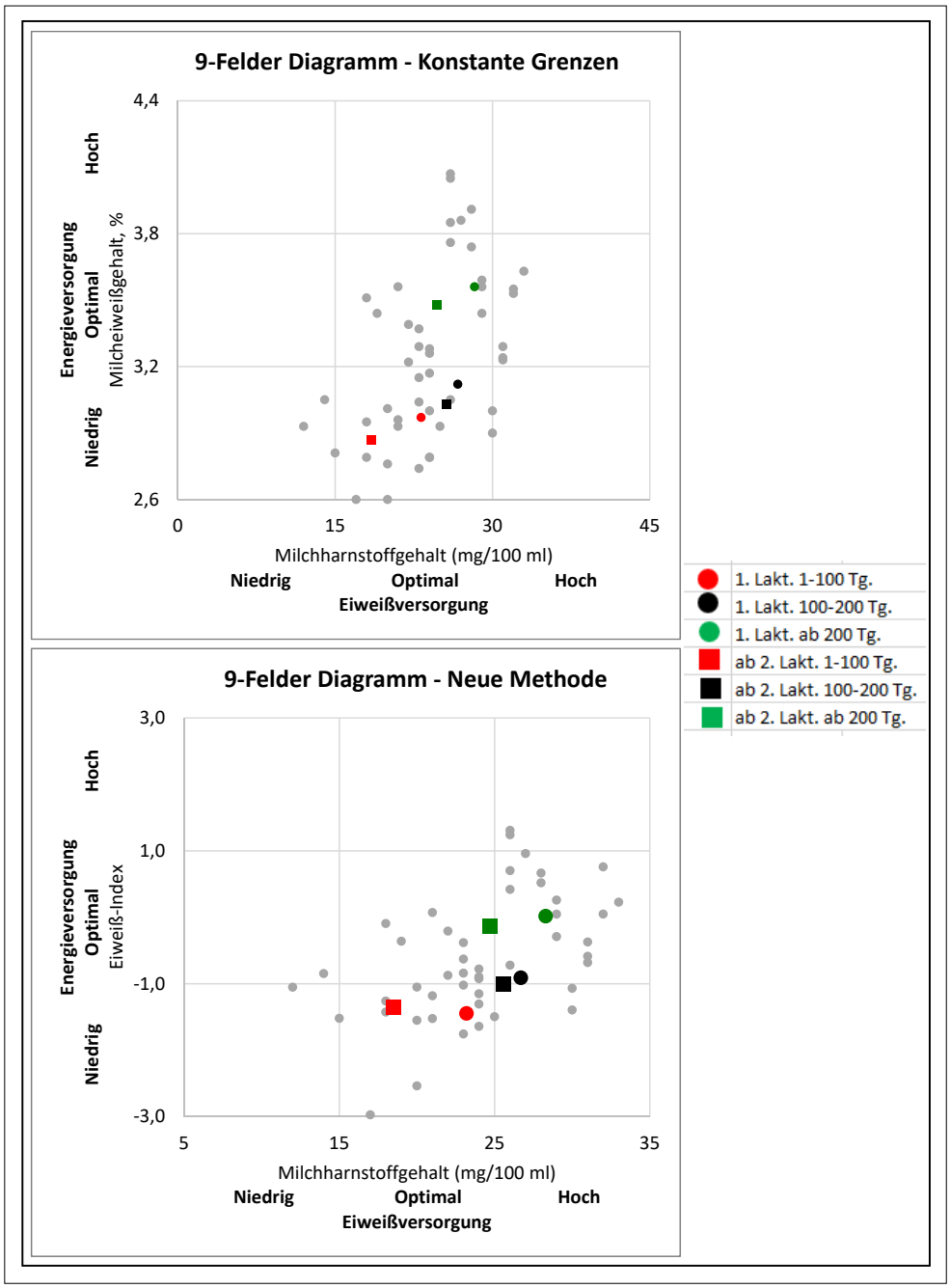


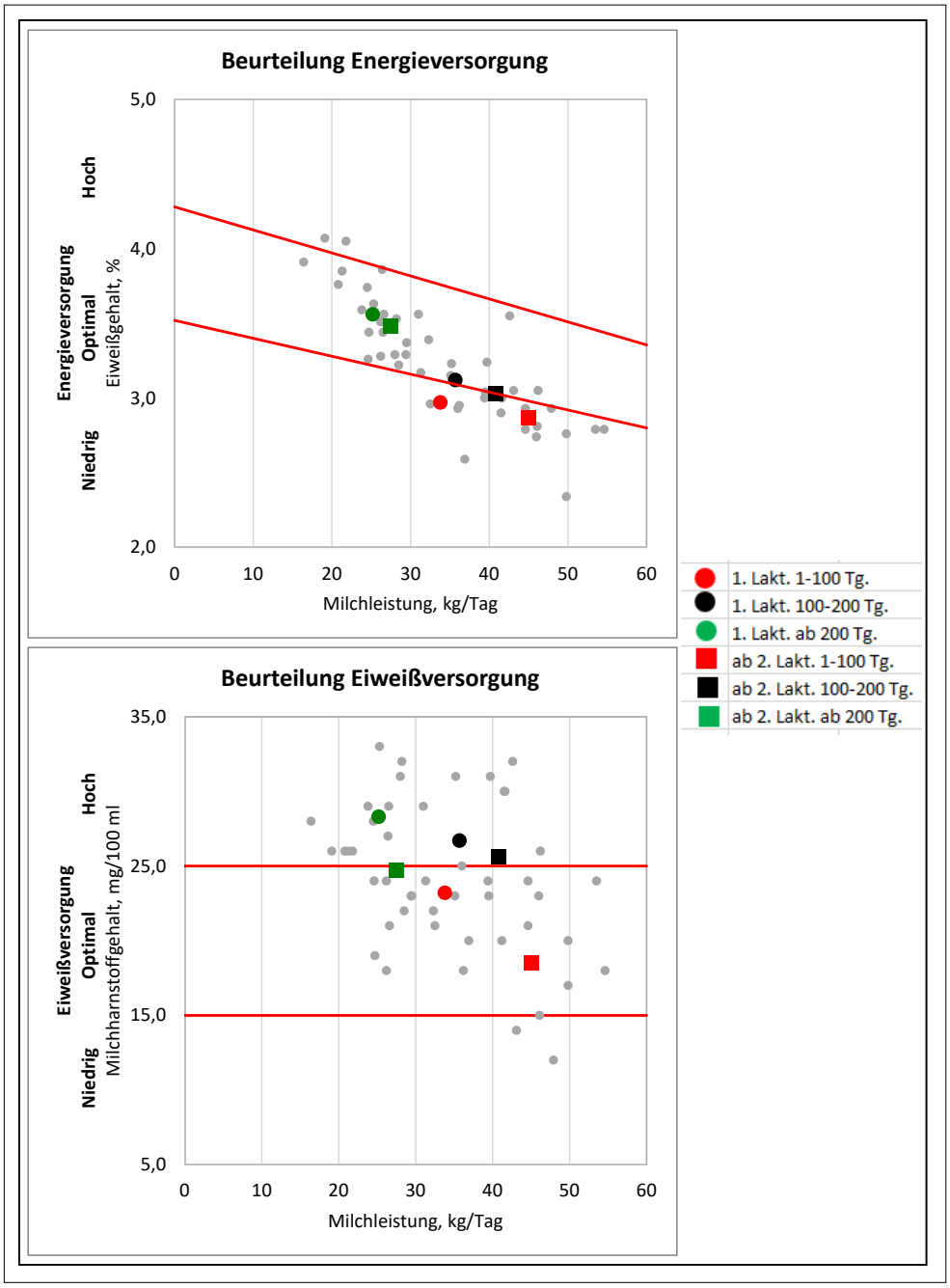
Abbildung 4: 9-Felder-Diagramm nach der alten Methode mit konstanten Grenzen für den Eiweißgehalt (oben) und nach der neuen Methode mit flexiblen Grenzen für den Milcheiweißgehalt (dargestellt als Eiweiß-Index, unten)

Milcheiweißgehalt doppelt so weit vom Mittelwert weg, wie die Unter- oder Obergrenze, so wird der Index -2 bzw. +2 vergeben. In *Abbildung 4* (unten) ist zu sehen, wie so eine Darstellung für einen Beispielbetrieb aussehen würde. Ein wesentlicher Nachteil dieser Methode der grafischen Darstellung ist die Komplexität und Verständlichkeit in der Praxis. In dieser Abbildung ist jedoch auch der Effekt der neuen Methodik für die Beurteilung der Energieversorgung der Kühe ersichtlich. Während nach der alten Methodik bei diesem Beispielbetrieb viele Kühe massiv unterversorgt sind, stellt sich das Probelm nach der neuen Methodik weniger schwerwiegend dar. Nach der neuen Methodik zeigt sich auch, dass die frühlaktierenden Kühe mit Energie unterversorgt sind, während bei den mittel- und spätlaktierenden Kühen die Energieversorgung im Optimum liegt. Eine deutliche Energieunterversorgung (Eiweiß-Index unter -2,0) liegt jedoch nur mehr bei zwei Kühen vor.

Eine zweite Möglichkeit der zukünftigen, grafischen Darstellung der Probemelkergebnisse wäre, auf zwei, nebeneinander angeordnete Grafiken zur Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung zu setzen. Dann könnte auch der Bezug zur Milchleistung dargestellt werden. Diese Art der Darstellung ist in *Abbildung 5* für einen Beispielbetrieb zu sehen. Der Vorteil dieser Darstellung ist, dass sie besser verständlich ist und ein Bezug zur Milchleistung hergestellt ist. Ein kleiner Nachteil ist jedoch dass die Energie- und Eiweißversorgung, im Gegensatz zum 9-Felder-Diagramm, in zwei getrennten Grafiken dargestellt sind.

Die abschließende Entscheidung, wie die grafische Umsetzung der neuen Methodik im LKV-Tagesbericht aussehen soll, obliegt vorrangig der LKV Austria und den Fütterungsberatern. Im Zuge dieser wissenschaftlichen Tätigkeit wurden jedenfalls die Grundlagen gelegt, um eine zeitnahe Umsetzung zu ermöglichen.

Abbildung 5: Vorschlag zur Darstellung der Energie- und Eiweißversorgung im LKV-Tagesbericht bei Anwendung der neuen Methodik



5. Schlussfolgerungen

Die Auswertungen im Zuge dieser wissenschaftlichen Tätigkeit zeigen, dass die bisherige Methodik zur Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung anhand des LKV-Tagesberichts nicht mehr zeitgemäß ist. Die hohen Leistungen heutiger Milchkühe führen zu einer Verdünnung des Eiweißgehalts in der Milch, welche jedoch nicht die Folge eines Energiemangels sein muss. Aufgrunddessen ist es zeitgemäß den optimalen Eiweißgehalt in der Milch an die Milchleistung anzupassen. Im Hinblick auf eine effiziente Stickstoffverwertung und die Reduktion von Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft ist zudem eine Herabsetzung der Obergrenze des optimalen Harnstoffgehalts in der Milch anzustreben.

Die Evaluierung verschiedener Methoden zur Beurteilung der Energieversorgung hat gezeigt, dass flexible Grenzwerte für den Eiweißgehalt wesentlich bessere Beurteilungen der Versorgungssituation der Milchkühe ermöglichen. Zwischen den von deutschen Kollegen abgeleiteten Grenzen und den in dieser wissenschaftlichen Tätigkeit anhand österreichischer LKV-Daten abgeleiteten Grenzen für den Milcheiweißgehalt, ergaben sich in der Evaluierung kaum Unterschiede. In der Diskussion mit Fütterungsberatern wurden trotzdem die anhand österreichischen Daten abgeleiteten Grenzen bevorzugt, da sie im Detail zieltreffender sind als die deutsche Variante. Auch die Verwendung eines Sicherheitszuschlages für die Untergrenze des optimalen Eiweißgehalts wurde beschlossen, da aus der Praxis bekannt ist, dass Landwirte geringfügige Unterschreitungen der Untergrenze der optimalen Energieversorgung noch tolerieren. Aufgrund der Ergebnisse und Erkenntnisse dieser wissenschaftlichen Tätigkeit wird daher empfohlen, in Zukunft die in Kapitel 4.3 beschriebene Methodik zur Beurteilung der optimalen Energieversorgung von Milchkühen anzuwenden. Im Hinblick auf die optimale Eiweißversorgung der Milchkühe wird empfohlen, die Obergrenze des Milchharnstoffgehalts auf 25 mg/100 ml herabzusetzen. Dies erfolgt im Gleichklang mit den deutschen Kollegen und auf Basis zahlreicher internationaler, wissenschaftlicher Arbeiten und soll helfen, die Ammoniakemissionen aus der Milchviehhaltung zu reduzieren.

Abschließend soll noch einmal festgehalten werden, dass das oberste Ziel der beschriebenen Anpassungen eine Effizienzsteigerung in der österreichischen Milchviehhaltung ist. Damit soll die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit und die Resilienz der österreichischen Milchviehhaltung weiter verbessert werden.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Evaluierung der Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts mit Hilfe von KetoMIR-Test bzw. dem Blut-Ketosetest 9

Tabelle 2: Evaluierung der Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts mit Hilfe der BCS-Veränderung 10

Tabelle 3: Evaluierung der Beurteilung der Energieversorgung anhand des Milcheiweißgehalts mit Hilfe von Energiebilanzen aus dem Milcheffizienz-Projekt 10

Tabelle 4: Frequenzen von mit Energie unter-, optimal- und überversorgten Milchkühen bei Anwendung unterschiedlicher Methoden zur Ableitung der Unter- und Obergrenzen des Milcheiweißgehalts 14

Tabelle 5: Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen anhand des Milcheiweißgehalts im Vergleich zu KetoMIR als Referenzmethode 14

Tabelle 6: Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen anhand des Milcheiweißgehalts im Vergleich zu Blut-Ketosetests als Referenzmethode 15

Tabelle 7: Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen anhand des Milcheiweißgehalts im Vergleich zur BCS-Veränderung als Referenz 15

Tabelle 8: Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen anhand des Milcheiweißgehalts im Vergleich zur Energiebilanz als Referenz 16

Tabelle 9: Übersicht über Literaturangaben zum optimalen Milchharnstoffgehalt 17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stufenweiser Prozess zur Ableitung der neuen Unter- und Obergrenzen für den optimalen Milcheiweißgehalt und deren Implemetierung in den LKV-Tagesbericht..... 8

Abbildung 2: Milchleistungsabhängiger Mittelwert (MW) des Eiweißgehalts österreichischer Milchkühe (grüne Linie) sowie Unter- (uG) und Obergrenze (oG) des optimalen Milcheiweißgehalts bei Anwendung verschiedener Methoden zur Bewertung der Energieversorgung von Milchkühen 13

Abbildung 3: Milchleistungsabhängiger Mittelwert (MW) des Eiweißgehalts österreichischer Milchkühe (grüne Linie) sowie Unter- (uG) und Obergrenze (oG) des optimalen Milcheiweißgehalts bei Anwendung der neuen Methode zur Bewertung der Energieversorgung von Milchkühen 18

Abbildung 4: 9-Felder-Diagramm nach der alten Methode mit konstanten Grenzen für den Eiweißgehalt (oben) und nach der neuen Methode mit flexiblen Grenzen für den Milcheiweißgehalt (dargestellt als Eiweiß-Index, unten)..... 19

Abbildung 5: Vorschlag zur Darstellung der Energie- und Eiweißversorgung im LKV-Tagesbericht bei Anwendung der neuen Methodik.....20

Literaturverzeichnis

BURGOS, S.A., N.M. EMBERTSON, Y. ZHAO, F.M. MITLOEHNER, E.J. DEPETERS und J.G. FADEL, 2010: Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: Relation of milk urea nitrogen to ammonia emissions. J. Dairy Sci. 93, 2377-2386.

CABRERA, V.E. und A.S. KALANTARI, 2016: Economics of production efficiency: Nutritional grouping of the lactating cow. J. Dairy Sci. 99, 825-841.

COLMENERO, J.J.O. und G.A. BRODERICK, 2006: Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 89, 1704-1712.

GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie - Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, No. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder., DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 135 S.

GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie - Ausschuss für Bedarfsnormen), 2023: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 287 S.

GLATZ-HOPPE, J., B. LOSAND, D. KAMPF, F. ONKEN und H. SPIEKERS 2020: Nutzung von Milchkontrolldaten zur Fütterungs- und Gesundheitskontrolle bei Milchkühen - Die neue Dummerstorfer Fütterungsbewertung. DLG-Merkblatt 451, DLG, Frankfurt am Main, 15 S.

KIRCHGESSNER, M., F.X. ROTH, F.J. SCHWARZ und G.I. STANGL 2008: Tierernährung. 12., neu überarbeitete Auflage, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, 635 S.

NOUSIAINEN, J., K.J. SHINGFIELD und P. HUHTANEN, 2004: Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. J. Dairy Sci. 87, 386-398.

POWELL, J.M., M.A. WATTIAUX und G.A. BRODERICK, 2011: Short communication: Evaluation of milk urea nitrogen as a management tool to reduce ammonia emissions from dairy farms. J. Dairy Sci. 94, 4690-4694.

RAJALA-SCHULTZ, P.J., W.J.A. SAVILLE, G.S. FRAZER und T.E. WITTUM, 2001: Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. J. Dairy Sci. 84, 482-489.

SCHEPERS, A.J. und R.G.M. MEIJER, 1998: Evaluation of the utilization of dietary nitrogen by dairy cows based on urea concentration in milk. J. Dairy Sci. 81, 579-584.

SPEK, J.W., J. DIJKSTRA, G. VAN DUINKERKEN und A. BANNINK, 2012: A review of factors influencing milk urea concentration and its relationship with urinary urea excretion in lactating dairy cattle. J. Agr. Sci. 151, 407-423.

TERLER, G., G. STÖGMÜLLER, R. RESCH, G. und K. WURM 2020: Rinder effizient mit Eiweiß versorgen. ÖAG-Info 4/2020, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft, Irdning-Donnersbachtal, 16 S.

VAN DUINKERKEN, G., M.C.J. SMITS, G. ANDRÉ, L.B.J. ŠEBEK und J. DIJKSTRA, 2011: Milk urea concentration as an indicator of ammonia emission from dairy cow barn under restricted grazing. J. Dairy Sci. 94, 321-335.

VAN DUINKERKEN, G., M.C.J. SMITS, G. ANDRÉ, L.B.J. ŠEBEK und J. DIJKSTRA, 2011: Milk urea concentration as an indicator of ammonia emission from dairy cow barn under restricted grazing. J. Dairy Sci. 94, 321-335.

Abschlussbericht

LKV_Fütterung_neu

Herausgeber:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein
A-8952 Irdning-Donnersbachtal

Druck, Verlag und © 2024