



Was wollen unsere Kühe wirklich?

Prof. Dr. Katrin Mahlkow-Nerge
FH Kiel/Hochschule für Angewandte Wissenschaften,
Fachbereich Agrarwirtschaft, Osterrönfeld

Ausgangssituation

Zahlreiche Milchkühe zeichnen sich heutzutage durch Jahresleistungen von mehr als 10.000 kg aus. In Schleswig-Holstein entsprach dieser Leistung im Jahr 2013 jede vierte „Schwarzbunt“-Kuh. Der Anteil ist im Jahr 2015 und 2016 nochmals gestiegen und beträgt nunmehr 29%. Eine Jahresleistung von sogar 11.000 kg und mehr wiesen 15% aller in der Milchleistungsprüfung befindlichen Kühe der Rasse Deutsch Holstein auf.

Trotz einer Ausbremsung der jährlichen Leistungssteigerungen, wird diese weiterhin anhalten. Dadurch ergibt sich die Frage: Was bedeuten derart hohe Umsatzleistungen auf physiologischer Ebene für unsere Milchkühe?

Physiologische Situation von Milchkühen in der Frühlaktation

Hochgezüchtete Milchkühe, allen voran die der Rasse Deutsch Holstein, erbringen täglich mit der Produktion von Protein, Fett und Laktose eine sehr hohe Syntheseleistung. Diese beträgt z. B. bei einer Milchkuh mit einer Tagesleistung von 45 kg Milch 1,19 MJ Nettoenergie je Kilogramm metabolischer Körpermasse. Eine Milchkuh mit einer Tagesleistung von 50 kg Milch hat sogar einen geschätzten täglichen Glukosebedarf von 3,6 kg.

Mit der Geburt des Kalbes und dem Beginn der Milchbildung verändert sich die physiologische Situation im Körper der Kuh dramatisch. Bei Kühen mit geringen Milchleistungen, wie die Natur es ursprünglich mal, ausschließlich für die Ernährung des Kalbes, vorgesehen hatte, beträgt der Unterschied im Energie- und Nährstoffbedarf zwischen der Zeit ohne Milchbildung und der Frühlaktation ca. 50 %. Bei Milchkühen mit dem heutigen Leistungsniveau ist diese Differenz vier- bis sechsmal höher. Problematisch daran ist für die Kuh, dass die Milchbildung dabei nicht der Futteraufnahme folgt, sondern der genetischen Veranlagung.

Daraus ergeben sich 2 Problemkreise:

1. schnell ansteigende Milchbildung → zunehmende Beanspruchung des Stoffwechsels
2. mehrere Wochen andauerndes Versorgungsdefizit (negative Energiebilanz, NEB) → kataboler Zustand: Abbau von Körpersubstanz (*Fett aus Fettgewebe, Protein aus Skelettmuskulatur*) → Stoffwechselbeanspruchung

Diese NEB gilt im Allgemeinen als die zentrale Ursache für daraus entstehende gesundheitliche Probleme nach der Kalbung (z. B. Ketose, Fettmobilisationssyndrom). Allerdings zeigten neuere Untersuchungen von *GROSS et al. (2011, 2013)*, dass es vordergründig nicht an der NEB liegen muss, welche zu vermehrten nachgeburtlichen Problemen in den ersten Laktationswochen führen kann. So haben die Wissenschaftler bei Kühen in der Laktationsmitte (17. Laktationswoche) durch eine Futterrestriktion gezielt eine NEB provoziert, fanden dabei aber nicht, wie es bei Kühen in den ersten Wochen nach der Kalbung oftmals üblich ist, einen Anstieg der nicht veresterten Fettsäuren (NEFA's) und des Ketonkörpers β -Hydroxybuttersäure im Blut sowie einen erhöhten Leberfettgehalt. Es würde demnach bedeuten, dass Kühe durchaus in der Lage sind, eine NEB metabolisch zu kompensieren, jedoch NICHT in der Früh-laktation.

Was ist also das Besondere an der Früh-laktation?

Bedingt durch die zahlreichen Stressfaktoren ist die Leber nicht in der Lage, die anflutenden Fettsäuren aus dem Fettabbau aufzunehmen und zu oxidieren (*BRADFORD et al., 2015*). Gleiches gilt übrigens auch für laktierende Sauen (*GESSNER et al., 2015*).

Der Stress entsteht durch die spezifische metabolische Situation und die hohe Syntheseleistung, v.a. durch die homöorhetische Anpassung des Stoffwechsels nach der Kalbung (erfolgter Nährstoffstrom aus den Speichern zur Milchdrüse). Weiterhin findet zur Kalbung hin eine Schwächung des Immunsystems statt, woraus sich eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Infektionen ergibt. Auch bedeuten u.a. die immunologischen Reaktionen (Gebärmutterrückbildung) Stress für das Tier. Letztlich erwachsen daraus häufig subklinische Entzündungen, die jedoch nicht messbar (anhand erhöhter Leukozytenzahl) sind, sondern auf molekularbiologischer Ebene (Stress des endoplasmatischen Retikulums; ER-Stress) ablaufen.

Dieser ER-Stress in der Leber v.a. bei hochleistenden Kühen spielt eine bedeutende Rolle bei der Entstehung von Fettleber, Ketose und Insulinresistenz (*RINGSEIS et al., 2016*).

Demnach würde die Hemmung dieser Entzündungen bewirken, dass ein geringerer Energieaufwand für die Bekämpfung dieser notwendig wäre und folglich mehr Energie für die Leistung verfügbar ist.

Entzündungen und ER-Stress – Prävention

Es kristallisiert sich immer wieder heraus, dass die Fütterung in der Trockenstehphase eine ganz entscheidende Rolle für das Stoffwechselgeschehen in der Früh-laktation spielt. So geht es zum einen v.a. um die Vermeidung einer zu energiereichen Fütterung und zum anderen um die Vermeidung einer Überkonditionierung. Besonders bei verfetteten Kühen sind nach *KHAN et al. (2015)* und *ZHOU et al. (2015)* pro-inflammatorische Gene in der Leber hochreguliert, wodurch der Entzündungsprozess in der Leber stimuliert wird.

Neuere Untersuchungen, z.B. von Wissenschaftlern der Universität Gießen, zeigen, dass u.a. die Supplementierung von Polyphenolen (Traubentrester) während der Transitphase womöglich helfen kann, den ER-Stress, Entzündungen in der Frühlaktation und den Leberfettgehalt zu reduzieren (*GESSNER et al., 2015*).

Davon abgesehen geht es also um die Bekämpfung von stressauslösenden Faktoren und um die Etablierung von entlastenden und unterstützenden Maßnahmen für den Stoffwechsel und die Futteraufnahme sowie für die Genesung vom Kalbestress.

Kühe stellen heute höhere Ansprüche an:

- Haltung, Fütterung, soziales Umfeld,
- das Verständnis der komplexen Zusammenhänge,
- ein diszipliniert praktiziertes Tiercontrolling und
- eine kluge Anpassung der einzelbetrieblichen Möglichkeiten.

Allen voran, wie bereits oben erwähnt, bildet hierbei das Trockensteher- bzw. Transitkuhmanagement eine zentrale Rolle.

Trockensteherfütterung

Für die Trockensteherzeit gilt die gleiche Regel wie für die Fütterung laktierender Kühe: Grundsätzlich muss dem tatsächlichen Bedarf der Tiere entsprechend gefüttert werden!

Da dieser für gerade trockengestellte Kühe deutlich niedriger ist als für Tiere in den letzten 2 bis 3 Wochen vor der Kalbung, empfiehlt die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (*GfE, 2001, DLG, 2012*) grundsätzlich eine zweigeteilte Trockensteherfütterung. Diese zweiphasige Trockensteherfütterung über ~6 - 8 Wochen ist auch am weitesten verbreitet.

Sie bedeutet aber einen i.d.R. drastischen Futterwechsel am Laktationsende auf ein sehr niedriges Ernährungsniveau in der 1. Phase des Trockenstehens.

Zur Vorbereitung der Kuh auf die Fütterung der Laktationsration wird eine Vorbereitungsfütterung während den letzten 2-3 Wochen vor dem Kalben („close-up dry period“) durchgeführt (Pansenzottenwachstum wird angeregt). Zudem soll dem höheren Energiebedarf der hochtragenden Kühe bei abnehmender Futteraufnahme in den letzten Tagen vor der Kalbung Rechnung getragen werden.

Wie bereits oben beschrieben, führen hohe Energie- und Eiweißüberschüsse im Futter für Früh trockensteher zu einer größeren Gefahr von gesundheitlichen Problemen, allen voran Festliegen, verzögerte Rückbildung der Gebärmutter, Gebärmutterentzündung. Auch steht im Zusammenhang mit einer zu energiereichen Früh trockensteherversorgung ein höheres Risiko einer verminderten Futteraufnahme nach der Kalbung. Damit gehen vermehrte Stoffwechselstörungen (erhöhtes Ketoserisiko, auch dann, wenn die Tiere nicht verfettet sind) einher.

In diesem Zusammenhang kommt dem Futtermittel Stroh – für eine energetische Verdünnung der Ration - eine ganz zentrale Bedeutung zu. Dieses muss aber auch entsprechend in voller

Höhe aufgenommen werden. Insbesondere sehr trockene Futtermittel, mit einer längeren Häcksellänge, werden gerne von Kühen ausselektiert, wodurch die regelmäßige Überwachung der Futteraufnahme der trockenstehenden Kühe sehr wichtig ist. Leider existieren in den meisten der Milchkuhbetriebe keine Aufzeichnungen über die Futteraufnahme dieser Tiere und folglich keine Informationen über die tatsächliche Nährstoff- und Energieversorgung dieser.

Arbeitswirtschaftliche Möglichkeiten der Trockensteherfütterung

Auch wenn, wie oben beschrieben, die bedarfsgerechteste Fütterung der trockenstehenden Kühe in zwei Phasen – in der Phase I energie- und eiweißarm, in der Phase II während der letzten 14 Tage vor der Kalbung deutlich energie- und auch stärkereicher - erfolgen soll, sind zahlreiche Landwirte oftmals zu Kompromissen gezwungen. Die Gründe hierfür liegen zumeist in der Arbeitswirtschaft, weshalb trockenstehende Kühe nicht in zwei Fütterungsgruppen eingeteilt und entsprechend mit verschiedenen Rationen gefüttert werden (können).

Folgende Möglichkeiten könnten sich aber dennoch, je nach betrieblicher Ausstattung, anbieten:

1. alle Trockensteher (Phase I und II) in einer Gruppe mit einer gemeinsamen Ration

- 2 Möglichkeiten:

1. Energiegehalt dieser Ration ca. 6 MJ NEL/kg TM und K-arm (Güllemanagement!, eventuell speziell K-arme Silage in Ballen bereiten), incl. Milchfieberprophylaxe

→ dann p.p. langsame(re) Anfütterung (Krafftuttersteigerung)

2. energie- und K-arm für alle Trockensteher (Energiegehalt 5,5-5,7 MJ NEL/kg TM) + 2-3 kg Krafftutter (*integrierte Milchfieberprophylaxe: Ca-arm, Mg-reicher, ggf. incl. Ca-Binder*) gezielt für Transitzühe in der Phase II (dafür 2x/Tag am Fressgitter fixieren oder das Krafftutter am Automaten verabreichen; Letzteres setzt eine Krafftutterstation in diesem Bereich voraus)

2. Früh trockensteher in einer separaten Gruppe mit einer energie- und K-armen Ration füttern (entweder grassilagebetont und/oder auf Heubasis),

Transitzühe 2 (-3) Wochen a.p. zur laktierenden Herde (*Voraussetzung: genügend Platz in der Herde*)

- aber: Milchfieberprophylaxe ist notwendig (Vorsicht: Mischration bzw. das Grobfutter sind oft zu Ca-reich → daher ist es wichtig, dass diese Ration K-arm ist, d.h. dieses Vorgehen funktioniert deutlich besser mit *maissilagebetonten bzw. K-armen Rationen*)

3. **Transitkühe in separater Gruppe: identische Ration** (i.d.R. Teilmischration oder TMR) **der laktierenden Herde**
 - Vorsicht: Milchfiebergefahr beachten; daher muss entweder die Ration K-arm sein (niedrige DCAB) oder Kalziumbinder (bzw. saure Salze) kommen zum Einsatz

4. **Frühtrockensteher und große Jungrinder** (ab ~ 8./9. Lebensmonat) **erhalten eine identische, energiearme Ration** (~ 5,7 MJ NEL/kg TM) mit einem Ca-freien Trockenstehermineral
 - die Jungrinder erhalten zu dieser Ration noch zusätzlich Futterkalk und ggf. Viehsalz

5. **Transitkühe, kleine Kälber und Jungrinder** (bis ~ 8./9. Lebensmonat, je nach Gewichtszunahme, mit Gewichtsmaßband kontrollieren!) **erhalten eine identische, energiereiche Ration** ($\geq 6,5$ MJ NEL/kg TM) mit einem Ca-freien Trockenstehermineral; das kann die Teilmischration der laktierenden Kühe sein
 - die laktierenden Kühe, Kälber und Jungrinder erhalten noch zusätzlich Futterkalk und ggf. Viehsalz

Es wird also möglichst versucht, mehrere Tiergruppen mit einer gleichen „Ursprungs-Ration“ zu füttern, denn je weniger Mischungen täglich erstellt werden müssen, umso vorteilhafter ist dieses arbeitsorganisatorisch und umso geringer ist auch die Gefahr von Mischfehlern. Dazu sind immer die speziellen Anforderungen jeder Tiergruppe zu beachten (z.B. Milchfiebergefahr). Das bedeutet eine bewusste Auseinandersetzung mit dem unterschiedlichen Bedarf und der Versorgung der einzelnen Tiergruppen.

Milchfieber – die wahrscheinlich häufigste Stoffwechselerkrankung in Hochleistungsherden

Milchfieber, auch Gebärpause genannt, entsteht aufgrund einer Störung der Regulierung des Kalzium- und Phosphatstoffwechsels nach der Kalbung. Dabei kommt es zu einem Absinken des Blutkalziumgehaltes. Große Kalziummengen werden nach der Kalbung für die Milchleistung gebraucht. Dieser Kalziumbedarf kann noch nicht vollständig über die mit dem Futter aufgenommene Kalziummenge gedeckt werden, da die Futterraufnahme gerade in den ersten Tagen nach der Kalbung noch sehr gering ist. Demnach sinkt bei nahezu allen Kühen nach der Kalbung zunächst der Kalziumspiegel im Blut ab. Da der Organismus der Kuh aber bestrebt ist, die sogenannte Kalzium-Homöostase (Gleichgewicht) wieder herzustellen, muss „gegenreguliert“ werden. Daher kommt es bei einem Absinken des Kalziumspiegels zur Freisetzung von Parathormon. Dieses reduziert zum einen die Ausscheidung von Kalzium über

den Harn. Zum anderen bewirkt es eine höhere Absorptionsrate des mit der Nahrung aufgenommenen Kalziums. Darüber hinaus bewirkt es eine verstärkte Mobilisation von Kalzium aus den Knochen.

Über diese Regulationsmechanismen sind Kühe in der Lage, die benötigten Kalziummengen selbst zur Verfügung zu stellen. Für eine volle Wirksamkeit dieser Regelprozesse ist jedoch Zeit notwendig, was bedeutet, dass die Kühe mehrere Tage vor der Kalbung dafür trainiert werden müssen. Genau an dieser Stelle setzt die Fütterung an.

Die Milchfiebergefahr hängt maßgeblich vom alkalotischen bzw. azidotischen Zustand des Tieres, also vom Säure-Basen-Haushalt, ab. Dieser wird maßgeblich auch von der DCAB (dietary cation anion balance, Kationen-Anionen-Bilanz) der Futtermittelration beeinflusst.

Eine alkalotische Stoffwechsellage (*metabolische Alkalose*) vermindert die Fähigkeit von Knochen- und Nierengewebe zur Reaktion auf das Parathormon (dieses *reguliert die Ca-Resorption aus den Knochen und die renale D₃-Produktion*). Diese reduzierte Fähigkeit führt dann dazu, dass die so wichtige Ca-Homöostase nicht mehr möglich ist.

Tritt das Gegenteil, demnach ein Anionenüberschuss im Futter und in Folge dessen eine leichte metabolische Azidose ein, findet eine gesteigerte Reaktion der Geweberezeptoren auf das Parathormon statt. Damit werden ebenso die Vitamin D₃-Synthese sowie durch den sauren pH-Wert im Dünndarm die Ca-Resorption gefördert.

Jedes Futtermittel enthält natürlicherweise verschiedene Salze, die den Säure-Basen-Haushalt des Tieres beeinflussen. Als Orientierung für den zu erwartenden Effekt dient die DCAB. Dabei werden allgemein nur die für den Säure-Basen-Haushalt relevanten starken Kationen Kalium und Natrium sowie die hierbei bedeutungsvollsten Anionen Chlor und Schwefel berücksichtigt.

Die Kationen wirken in Richtung einer metabolischen Alkalose, die Anionen in Richtung einer metabolischen Azidose. Somit geht das größte Milchfieberisiko von einem Überschuss an Kationen (v.a. Kalium!) im Futter aus.

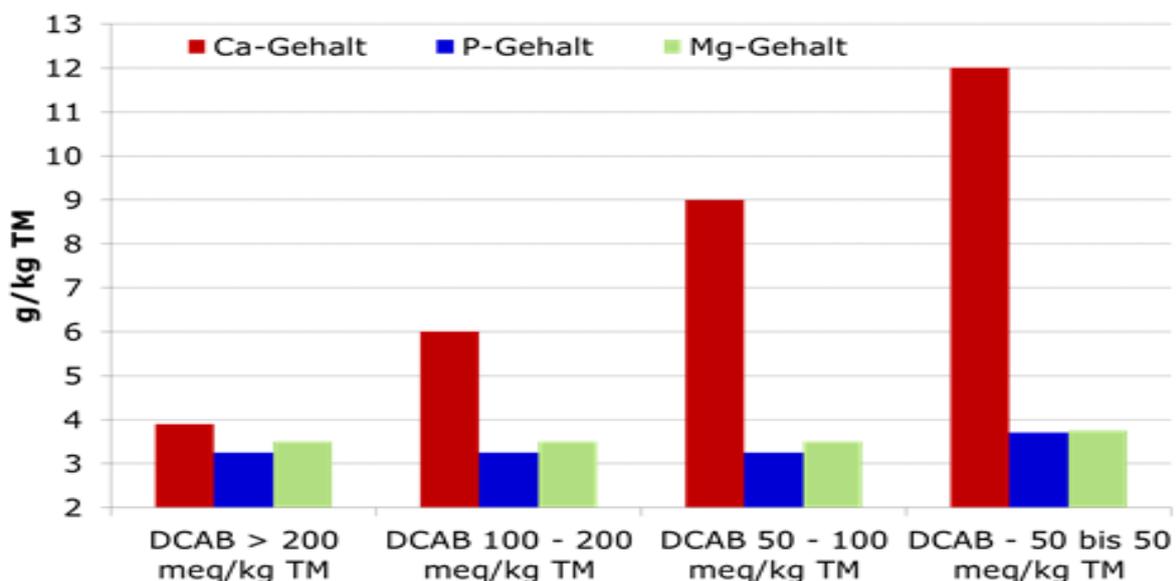
Übersicht 1 zeigt eine grobe Einteilung der Futtermittel hinsichtlich ihrer DCAB und folglich ihrer milchfieberauslösenden Gefahr, wobei diese im Einzelfall immer auch davon abweichen kann, je nach konkretem Gehalt an Kalium, Natrium, Chlor und Schwefel.

Grafik 1: Einteilung der Futtermittel nach ihrer DCAB



Die Kenntnisse dieser Zusammenhänge, besonders aber die der tatsächlichen DCAB der gefütterten Ration bei den Trockenstehern, v.a. in den letzten 14 Tagen vor der Kalbung, bilden die Voraussetzung, um zum einen die Milchfiebergefährdung durch die Fütterung richtig einzuschätzen und zum anderen entsprechend geeignete Prophylaxemaßnahmen zu integrieren. So richtet sich z.B. der einzustellende Kalziumgehalt der Ration sehr stark nach der DCAB (Übersicht 2).

Übersicht 2: Einstellen der richtigen Ca-, P-, Mg-Versorgung in der Transition a.p. (DLG, 2010)



Der Verlass auf Tabellenwerte für die Elemente Kalium, Natrium, Chlor und Schwefel in den Silagen, aber auch im Krafffutter, kann zu großen Ungenauigkeiten führen. Folglich sind entsprechende Analysen zwingend notwendig.

Fazit

Die Fütterung der Trockensteher hat einen immens großen Einfluss auf die Futteraufnahme und Stoffwechselgesundheit der Kühe im unmittelbaren Kalbezeitraum und in den nachfolgenden Wochen. Neben einer durchdachten Rationsgestaltung, zu der eine konkrete Milchfieberprophylaxe zwingend in jedem Betrieb dazugehört, sind die Haltungsbedingungen gerade in diesen Wochen, in denen die Tiere sehr leibesfüllig und dementsprechend schwerfälliger werden, von sehr großer Bedeutung für das Wohlbefinden der Kühe.

Darüber hinaus gilt es, gerade diese Tiere täglich zu beobachten und zu kontrollieren.

Letztlich stellt das Trockenstehermanagement einen ganz zentralen Baustein für die Gesundheit, Leistungsbereitschaft, das Durchhaltevermögen der Kühe und damit für den betriebswirtschaftlichen Erfolg dar.

Fragen und Antworten aus der anschließenden Diskussion

Frage 1: Trockensteher auf der Weide – Ihre Einschätzung?!

Antwort: Nachteil: Die Tiere fressen auf der Weide selektiv. Schmackhafte und energie- und proteinreiche Gräser werden bevorzugt. Die trockenstehenden Kühe nehmen mehr Nährstoffe auf, als sie sollten.

Vorteile: Auf der Weide herrscht ein geringerer Erregerdruck. Der Kuhkomfort ist höher. Die Abwägung der Vor- und Nachteile ist aber immer betriebsabhängig.

Fest steht, dass die Tiere 3 Wochen vor der Abkalbung wieder aufgestallt werden sollten, um eine optimale Anfütterung der Kühe gewährleisten zu können. Bei Zwillingssträchtigkeiten sollte die Aufstallung bereits 4 Wochen vor der Abkalbung durchgeführt werden.

Frage 2: Wie sollte die Phosphorversorgung mittels Mineralfutter bei einer stroh- und maisreichen Ration aussehen?

Antwort: Bezüglich der Milchfieberprophylaxe sollte der Phosphorgehalt des Mineralfutters leicht angehoben werden. Werte von 4 – 4,5 % P sind optimal.

Frage 3: Wohin geht die Zucht in den nächsten Jahren?

Antwort: In den letzten Jahrzehnten wurde vor allem auf hohe Milchleistung gezüchtet. Mithilfe der recht hohen Heritabilität des Merkmals Milchleistung konnten die gesteckten Zucht-

ziele relativ schnell erreicht werden. Aufgrund von negativen Korrelationen zwischen Gesundheitsmerkmalen und dem Merkmal Milchleistung brachte die einseitige Selektion auf Milchleistung nicht nur positive Veränderungen.

Tipps für den Landwirt: Man sollte die unscheinbaren Tiere, welche immer fressen, wenn man in den Stall kommt, für die Nachzucht von Jungrindern (mit gesextem Sperma) nutzen. Mit diesen Tieren hat man am wenigsten Probleme.

Frage 4: Sie haben Kontrollmaßnahmen in der Fütterung angesprochen. Viele Landwirte haben doch gar nicht den Hintergrund bzw. die Möglichkeiten ein solches Controlling durchzuführen.

Antwort: Selbst ein einfaches Dokumentieren von täglicher Futteraufnahme oder anderen Parametern sensibilisiert den Landwirt für den gesamten Bereich der Fütterung, so dass Probleme oder Schwankungen schneller erkannt werden können.

Frage 5: Welches Fütterungssystem empfehlen Sie unter den hiesigen Bedingungen für die Trockensteher?

Antwort: Ich gebe eine klare Empfehlung für die zweiphasige Trockensteherfütterung. In nur sehr wenigen Betrieben kann sinnvoll auf die energiearme Trockensteher I-Ration verzichtet werden. Leistungsstarke Tiere können allerdings direkt in die Transitgruppe gehen, so dass die Gruppe der früh trocken stehenden Kühe in diesen Fällen übersprungen wird.

Frage 6: Wie bestimmen Sie in der Milchkuhherde zu Hause die DCAB-Werte? Lassen Sie die Einzelfuttermittel und die Gesamtration im Labor analysieren oder werden sie berechnet? Wie wirkt sich hier die GVO-freie Fütterung aus?

Antwort: Wir müssen bei uns GVO-frei füttern. In unserer maissilagereichen Ration bedeutet der Verzicht auf Soja eine Einsatzmenge von >5,5 kg Raps/Kuh und Tag. Darüber hinaus wird mit Körnermais und Trockenschnitzeln gearbeitet. Meine Einzelfuttermittel und die Gesamtrationen werden untersucht. Der Unterschied zwischen der Berechnung und Analyse fällt bei uns eher gering aus. Der DCAB-Wert in der Ration der Altmelker (die Ration wird auch an die Transitzühe a.p. gefüttert) beträgt plus 120 meq/kg TS, es wird kein Natriumbicarbonat eingesetzt. Die Ca-Versorgung ist etwas angehoben. Zukünftig werden wir ggf. den P-Gehalt in der Ration weiter absenken, indem die große Rapsschroteinsatzmenge etwas durch den Einsatz von geschütztem Rapsschrot.

Frage 7: Sie haben von weiteren Leistungssteigerungen berichtet. Gleichzeitig haben wir ja auch die gesellschaftliche Diskussion. Können sie sich vorstellen, dass irgendwann eine Leistungsobergrenze eingeführt wird?

Antwort: Ich persönlich bin kein Freund von Leistungsobergrenzen. Diese müssten dann ja auch auf den Menschen übertragen werden. Grundsätzlich sage ich immer, dass man mit Milchkühen unbedingt arbeiten wollen muss.

Nur dann hat man auch die Möglichkeit seinen Job tatsächlich gut zu machen und kommt mit den gesellschaftlichen Diskussionen auch zurecht. Wir müssen den Verbraucher mehr darüber informieren, was wir tun; dann treffen wir auch auf mehr Akzeptanz.

Literatur:

Bradford, B.J., Yuan, K., Farney, J.K., Mamedova, L.K., Carpenter, A.J. (2015): Invited review: Inflammation during the transition to lactation: New adventures with an old flame. *J. Dairy Sci.* 98: 6631-6650.

DLG (2010): Erfolgreiche Milchfieberprophylaxe. DLG Arbeitskreis Futter und Fütterung

DLG (2012): Fütterungsempfehlungen für Milchkühe im geburtsnahen Zeitraum. DLG Arbeitskreis Futter und Fütterung.

Gessner, D.K., Koch, C., Romberg, F.J., Winkler, A., Dusel, G., Herzog, E., Most, E., Eder, E. (2015): The effect of grape seed and grape marc meal extract on milk performance and the expression of genes of endoplasmic reticulum stress and inflammation in the liver of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 98: 8856-8868.

Groß, J.J., van Dorland, H.A., Bruckmaier, R.M., Schwarz, F.J. (2011): Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance with subsequent realimentation. *J. Dairy Sci.* 94: 1820-1830.

Groß, J.J., Schwarz, F.J., Eder, K., van Dorland, H.A., Bruckmaier, R.M. (2013): Liver fat content and lipid metabolism of dairy cows during early lactation and during a mid-lactation feed restriction. *J. Dairy Sci.* 96: 5008-5017.

Khan, M.J., Jacometo, C.B., Riboni, M.V., Trevisi, E., Graugnard, D.E., Correa, M.N., Loor, J.J. (2015): Stress and inflammatory gene networks in bovine liver are altered by plane of dietary energy during late pregnancy. *Funct. Integr. Genomics.* 15: 563-676.

LKV (2013, 2015, 2016): Jahresberichte, Landeskontrollverein Schleswig-Holstein

Ringseis, R., Gessner, D.K., Eder, K. (2015): Molecular insights into the mechanism of liver-associated diseases in early-lactation dairy cows: hypothetical role of endoplasmic reticulum stress. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 99: 626-645.

Mahlkow-Nerge, K. (2017): Typisch Rind – Daten, Zahlen, Fakten. Boehringer Ingelheim, 2017

Zhou, Z., Bu, D.P., Vailati Riboni, M., Khan, M.J., Graugnard, D.E., Luo, J., Cardoso, F.C., Loor, J.J. (2015): Pre-partal dietary energy level affects periparturient bovine blood neutrophil metabolic, antioxidant, and inflammatory gene expression. *J. Dairy Sci.* 98: 5492-5505.