

Optimierung des Dauergrünlands, der Weidewirtschaft, des mehrjährigen Ackerfutterbaus und der Futterkonservierung, zur nachhaltigen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, Tiergesundheit, Wertschöpfung und Umweltverträglichkeit der Milchviehhaltung in der Grünlandregion Eifel

Endbericht

> Herausgeber / IBLA | 27, op der Schanz, L-6225 Altrier | www.ibla.lu

> Autor / Dr. Hanna Heidt, Dr. Stéphanie Zimmer, Dr. Sabine Keßler, Prof. Dr. Georg Dusel, Dr. Andrea Fiedler, Sabine Hoße, Stefan Freuen, Rudolf Leifert

Ein Projekt gefördert durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER): Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete, im Rahmen des Entwicklungsprogrammes „Umweltmaßnahmen, Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft, Ernährung“ (EULLE), mitfinanziert durch Bund und Land im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“, Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, Rheinland-Pfalz.



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.



Dieses Angebot wird im Rahmen des Entwicklungsprogramms EULLE unter Beteiligung der Europäischen Union und des Landes Rheinland-Pfalz, vertreten durch das Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz, gefördert.



Abstract

Die Untersuchung der Wertschöpfungskette vom Dauergrünland, der Weidewirtschaft und des mehrjährigen Futterbaus über die Silageproduktion hin zur Tiergesundheit ist die Grundlage für eine nachhaltige Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung. In einem interdisziplinären Ansatz haben Akteure aus der Praxis, der Beratung und der Forschung gemeinsam landwirtschaftliche Praktiken und tiermedizinische Untersuchungen miteinander in Beziehung gesetzt, um die Wertschöpfung und die Umweltverträglichkeit der Milchviehhaltung zu optimieren.

In der Grünlandregion Eifel wurden in den Jahren 2017 und 2018 vier Betriebe (A, B, C und D) hinsichtlich ihrer Zusammensetzung des Grünlands, der Qualität der erzeugten Silagen aus Mais und Grasland, der Fütterung des Milchviehs und der daraus resultierenden Milchproduktion und Tiergesundheit untersucht. Es handelt sich um kleine und mittlere Betriebe, die Milchvieh der Rasse schwarz-bunte Holstein halten und Gras- und Maissilage füttern. Die beiden kleineren Betriebe A und B betreiben Weidehaltung, die mittleren Betriebe C und D eine reine Stallhaltung. Die Ernte und Produktion der Silagen erfolgt bei den beiden mittelgroßen Betrieben teilweise auch durch einen Lohnunternehmer. Die beiden Jahre 2017 und 2018 waren tendenziell trockene Jahre, wobei im Jahr 2017 vier Schnitte möglich waren, im Jahr 2018 aber teils nur drei Schnitte. Bei den durchgeführten Analysen der Silagen standen vor allem die bisher nur wenig berücksichtigten biogenen Amine sowie die Gamma-Amino-Buttersäure (GABA) im Fokus. Verschiedene Untersuchungen des Milchviehs wie Blut- und Leberwerte, Klauengesundheit, Lahmheitsdiagnosen (LCS) und Body Condition Score (BCS) geben Aufschluss über die Gesundheit der Tierherden. In dieser Studie wurden die Zusammensetzung des Grünlands, ausgesuchte Parameter im Presssaft zu den Schnittzeitpunkten, umfassende Laboruntersuchungen der erzeugten Silagen erhoben und gefütterte Rationen wurden zu den zeitlichen Verläufen der Milchleistungspüfung (MLP) und der Tiergesundheit in Beziehung gesetzt und statistisch untersucht.

Die Grünlanduntersuchung zeigte einen niedrigen Leguminosenanteil und eine starke Graslastigkeit der Pflanzenbestände. Anhand der Presssaftanalysen, die für alle Dauergrünlandflächen durchgeführt wurden, konnten alle Flächen und Schnitte als geeignet für die Silierung bewertet werden. Die Maissilagen waren auf allen Betrieben von guter und sehr homogener Qualität, sodass diese für die weiteren Betrachtungen außen vor blieben. Bei der Futterkonservierung zeigte sich deutlich, dass neben dem optimalen Schnittzeitpunkt der Verschmutzungsgrad und der Trockenmassegehalt für die Qualität der erzeugten Grassilagen maßgeblich ist. Hinsichtlich ihrer Inhaltsstoffe zeigen die Grassilagen signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben und zwischen den Schnitten. Die BA-Gehalte lagen mit 8-13 g / kg TM für die Betriebe C und D deutlich über dem Grenzwert von 5 g / kg TM für die Summe aller BA. Die Grassilagen von Betrieb A und B weisen laut der Laborbefunde eine gute Qualität auf und auch jene der Betriebe C und D sind, auch bei geringerer Qualität, ohne Einschränkungen für die Fütterung empfohlen.

Die Fütterung beeinflusste die Parameter der MLP nicht, lediglich die Zellzahlen unterlagen einer Veränderung bei Umstellung der Silagen in den Rationen. Die höheren Anteile nicht optimal konditionierter Tiere lassen sich auf die Fütterungsumstellung zurückführen, einhergehend mit einer schlechteren Klauengesundheit und höheren Lahmheitsgraden gemäß LCS. Die Betriebe A und B mit den geringsten BA-Gehalten in den Grassilagen hoben sich sowohl hinsichtlich der

Abstract

Klauengesundheit, der Entwicklung des LCS als auch der Häufung infektiöser und stoffwechselbedingter Klauenkrankheiten deutlich positiv von den anderen beiden Betrieben ab. Diese Betriebe zeigten maximal 30 g/Kuh/d BA in der Ration. Betriebe mit Problemen in der Tiergesundheit hingegen zeigten eine BA-Aufnahme von bis zu 100 g/Kuh/d. Auch für die Leberwerte zeigte sich ein signifikant größerer Anteil an auffälligen bzw. klinisch auffälligen Tieren bei Betrieben mit minderer Silagequalität und hohen BA-Gehalten in der Ration. Ein Zusammenhang zwischen den Rationen und der MLP sowie der Eutergesundheit ließ sich nur für Betrieb A mit einer höheren zeitlichen Auflösung der Daten und zusätzlich erhobenen Parameter herstellen.

Für die Aufnahme von GABA existieren bisher keine Kennzahlen für die maximale Tagesaufnahme, da u.a. die Wirkungsweise beim Wiederkäuer noch ungeklärt ist. Zudem zeichnet sich auch in dieser Studie kein klarer Zusammenhang zwischen GABA in den Fütterungsrationen und der Milchleistung bzw. der Tiergesundheit ab.

Die Studie unterstreicht, dass ganzheitliche Betrachtung vom Grünland über die Futterproduktion, der Rationsgestaltung bis hin zur Tiergesundheit und der Milchproduktion Aufschluss über die Wirkungszusammenhänge gibt. Auch wenn für die Bestimmung präziser Grenzwerte für BA und GABA Fütterungsversuche unter standardisierten Bedingungen notwendig sind, so können doch Handlungsempfehlungen entlang der Wirkungskette gegeben werden, die gemeinsam zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der Milchviehhaltung führen. Dies beinhaltet, dass (a) das vermehrt auf organische Düngung gesetzt wird. Zudem kann der Futterwert der Silagen durch Erhöhung des Leguminosenanteils in den Beständen gesteigert werden und gleichzeitig wird auch die Biodiversität der Flächen gesteigert. (b) Die Erzeugung von Silagen aus vielfältigen Grünlandbeständen mit hochwertigen Futterpflanzen führt zu einer guten Futterqualität geringen BA- und GABA-Gehalten. (c) Presssaftanalysen können zur Bestimmung des optimalen Schnittzeitpunktes eingesetzt werden, jedoch ist die Abstimmung der betrieblichen Abläufe des Schnitts und der Silierung ad hoc schwierig. (d) Die Sicherstellung der Futterhygiene durch sauberes Erntegut. Dies kann vor allem durch einfache Maßnahmen wie Einstellung der Schnitthöhe, fachgemäße Beseitigung von Wildschäden und Ernte bei trockenen Böden erreicht werden. (e) Die Minimierung der BA- und GABA-Gehalte in den Futterrationen, um die Gesamtaufnahme pro Tier und Tag zu minimieren und die Tiergesundheit dauerhaft zu erhalten. (f) Die Vermeidung der Aufnahme von BA und GABA durch Weidegang, da bei Frischgrasfütterung keine Aufnahme der Substanzen gegeben ist. Eine Alternative zur Silierung stellt die Produktion von Heu dar.

Diese Studie hat über den Untersuchungszeitraum von zwei Jahren gezeigt, dass eine ganzheitliche Studie mit einem interdisziplinären Ansatz helfen kann, komplexe Problemstellungen wie die Faktorenkrankheiten anzugehen und Lösungsansätze aufzuzeigen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Abstract	.....	2
1. Einleitung	.....	12
2. Stand der Forschung	.....	14
3. Material und Methoden	.....	20
3.1 Projektregion und Betriebe	.....	20
3.2 Digitalisierung	.....	22
3.3 Datenerfassung und Analysen	.....	22
3.3.1 Grünland	.....	22
3.3.2 Konservierung	.....	25
3.3.3 Tiergesundheit, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung	.....	26
3.4 Statistische Auswertung	.....	29
3.4.1 Überbetriebliche Auswertung	.....	29
3.4.2 Einzelbetriebliche Analysen	.....	30
4. Ergebnisse	.....	31
4.1 Überbetriebliche Auswertung	.....	31
4.1.1 Grünlandanalyse	.....	31
4.1.2 Presssaftanalyse	.....	31
4.2 Einzelbetriebliche Auswertung	.....	52
4.2.1 Betrieb A	.....	52
4.2.2 Betrieb B	.....	63
4.2.3 Betrieb C	.....	74
4.2.4 Betrieb D	.....	85
4.3 Zusammenfassung der einzelbetrieblichen Auswertung	.....	96
5. Diskussion	.....	100
6. Fazit	.....	108
7. Literatur	.....	109
8. Anhang	.....	115

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Body Condition Score (Ivemeyer et al., 2006).....	27
Abbildung 2: Locomotion Score zur Bewertung des Laufverhaltens nach Sprecher et al. (1997) (Pelzer and Kaufmann, 2016).....	28
Abbildung 3: Kanonische Diskriminanzfunktion der einzelnen Schnitte.....	49
Abbildung 4: Kanonische Diskriminanzfunktion der einzelnen Betriebe.....	50
Abbildung 5: Tägliche Aufnahme der Qualitätsparameter der Grassilage je Futterumstellung von Betrieb A.....	53
Abbildung 6: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb D unterteilt nach Milch (kg) (blau), Zellzahl (orange) und Harnstoff (grau) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	56
Abbildung 7: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb A unterteilt nach Eiweiß (blau), Fett/Eiweiß Quotient (orange), Fett (grau) und Laktose(gelb) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration. ...	57
Abbildung 8: Ergebnisse des Zellzahluntersuchung von Betrieb A unterteilt in Zellzahlen ≤ 100.000 (orange), $100.000 - < 200.000$ (gelb), $200.000 - < 500.000$ (grün), $500.000 - < 1 \text{ Mio.}$ (dunkelbraun), $> 1 \text{ Mio.}$ (hellbraun) sowie der Außentemperatur (rote Linie) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.....	58
Abbildung 9: Ergebnisse des Body Condition Scores aller Tiere des Betriebes A mit BCS < 2 (blau), BCS $2 - < 2,75$ (orange), BCS $2,75 - < 3,75$ (grau), BCS > 3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.....	59
Abbildung 10: Ergebnisse der Lokomotion Bewertung auf Betrieb D mit LCS1 (grün), LCS2 (blau), LCS3 (gelb), LCS4 (dunkelgrün) und LCS5 (orange) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.....	60
Abbildung 11: Ergebnisse der Klauenuntersuchung auf Betrieb A unterteilt nach infektiösen (blau), DD (gelb), Trauma/Stoffwechselbedingten (grau) und nicht infektiös, nicht Traumabedingte Klauenkrankheiten, sowie Gesamtzahl Klauenerkrankungen (Schwarz) und Neuinfektionen(rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	61
Abbildung 12: Ergebnisse der Blutuntersuchung auf Betrieb A unterteilt nach AST (blau), γ -GT (orange), Bilirubin (gelb), GLDH (grau) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.....	62
Abbildung 13: Tägliche Aufnahme der Qualitätsparameter der Grassilage je Futterumstellung von Betrieb B.....	64
Abbildung 14: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb B unterteilt nach Milch (kg) (blau), Zellzahl (orange) und Harnstoff (grau) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.....	67

Inhaltsverzeichnis

Abbildung 15: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb B unterteilt nach Eiweiß (blau), Fett/Eiweiß Quotient (orange), Fett (grau) und Laktose(gelb) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration	68
Abbildung 16: Ergebnisse der Zellzahluntersuchung von Betrieb B unterteilt in Zellzahlen ≤ 100.000 (orange), $100.000 < 200.000$ (gelb), $200.000 < 500.000$ (grün), $500.000 < 1$ Mio. (dunkelbraun), > 1 Mio. (hellbraun) sowie der Außentemperatur (rote Linie) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration	69
Abbildung 17: Ergebnisse des Body Condition Scores aller Tiere des Betriebes B mit BCS < 2 (blau), BCS $2 < 2,75$ (orange), BCS $2,75 < 3,75$ (grau), BCS > 3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.....	70
Abbildung 18: Ergebnisse der Lokomotion Bewertung auf Betrieb D mit LCS1 (grün), LCS2 (blau), LCS3 (gelb), LCS4 (dunkelgrün) und LCS5 (orange) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.....	71
Abbildung 19: Ergebnisse der Klauenuntersuchung auf Betrieb B unterteilt nach infektiösen (blau), DD (gelb), Trauma/Stoffwechselbedingten (grau) und nicht infektiös, nicht Traumabedingte Klauenkrankheiten, sowie Gesamtzahl Klauenerkrankungen (Schwarz) und Neuinfektionen(rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	72
Abbildung 20: Ergebnisse der Blutuntersuchung auf Betrieb B unterteilt nach AST (blau), γ -GT (orange), Bilirubin (gelb), GLDH (grau) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	73
Abbildung 21: Tägliche Aufnahme der Qualitätsparameter der Grassilage je Futterumstellung von Betrieb C	75
Abbildung 22: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb C unterteilt nach Milch (kg) (blau), Zellzahl (orange) und Harnstoff (grau) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	78
Abbildung 23: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb C unterteilt nach Eiweiß (blau), Fett/Eiweiß Quotient (orange), Fett (grau) und Laktose(gelb) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration. ...	79
Abbildung 24: Ergebnisse der Zellzahluntersuchung von Betrieb C unterteilt in Zellzahlen ≤ 100.000 (orange), $100.000 < 200.000$ (gelb), $200.000 < 500.000$ (grün), $500.000 < 1$ Mio. (dunkelbraun), > 1 Mio. (hellbraun) sowie der Außentemperatur (rote Linie) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	80
Abbildung 25: Ergebnisse des Body Condition Scores aller Tiere des Betriebes C mit BCS < 2 (blau), BCS $2 < 2,75$ (orange), BCS $2,75 < 3,75$ (grau), BCS > 3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.....	81
Abbildung 26: Ergebnisse der Lokomotion Bewertung auf Betrieb D mit LCS1 (grün), LCS2 (blau), LCS3 (gelb), LCS4 (dunkelgrün) und LCS5 (orange) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.....	82
Abbildung 27: Ergebnisse der Klauenuntersuchung auf Betrieb C unterteilt nach infektiösen (blau), DD (gelb), Trauma/Stoffwechselbedingten (grau) und nicht infektiös, nicht	

Inhaltsverzeichnis

Traumabedingte Klauenkrankheiten, sowie Gesamtzahl Klauenerkrankungen (Schwarz) und Neuinfektionen(rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	83
Abbildung 28: Ergebnisse der Blutuntersuchung auf Betrieb C unterteilt nach AST (blau), γ -GT (orange), Bilirubin (gelb), GLDH (grau) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	84
Abbildung 29: Tägliche Aufnahme der Qualitätsparameter der Grassilage je Futterumstellung von Betrieb D.....	86
Abbildung 30: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb D unterteilt nach Milch (kg) (blau), Zellzahl (orange) und Harnstoff (grau) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	89
Abbildung 31: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb D unterteilt nach Eiweiß (blau), Fett/Eiweiß Quotient (orange), Fett (grau) und Laktose(gelb) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration. ...	90
Abbildung 32: Ergebnisse des Zellzahluntersuchung von Betrieb D unterteilt in Zellzahlen ≤ 100.000 (orange), $100.000 < 200.000$ (gelb), $200.000 < 500.000$ (grün), $500.000 < 1$ Mio. (dunkelbraun), > 1 Mio. (hellbraun) sowie der Außentemperatur (rote Linie) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	91
Abbildung 33: Ergebnisse des Body Condition Scores aller Tiere des Betriebes D mit BCS < 2 (blau), BCS $2 < 2,75$ (orange), BCS $2,75 < 3,75$ (grau), BCS > 3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	92
Abbildung 34: Ergebnisse der Lokomotion Bewertung auf Betrieb D mit LCS1 (grün), LCS2 (blau), LCS3 (gelb), LCS4 (dunkelgrün) und LCS5 (orange) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	93
Abbildung 35: Ergebnisse der Klauenuntersuchung auf Betrieb D unterteilt nach infektiösen (blau), DD (gelb), Trauma/Stoffwechselbedingten (grau) und nicht infektiös, nicht Traumabedingte Klauenkrankheiten, sowie Gesamtzahl Klauenerkrankungen (Schwarz) und Neuinfektionen(rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	94
Abbildung 36: Ergebnisse der Blutuntersuchung auf Betrieb C unterteilt nach AST (blau), γ -GT (orange), Bilirubin (gelb), GLDH (grau) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	95
Abbildung 37: Mittelwerte für Milch (kg), Zellzahl und Harnstoffgehalt (mg/l) der einzelnen Betriebe.....	96
Abbildung 38: Mittelwerte für Eiweiß- (%), Fett- (%) und Laktosegehalt (%) sowie den Fett/Eiweiß Quotient der einzelnen Betriebe	97
Abbildung 39: Anteil der Tiere mit BCS < 2 , BCS $2 - 2,75$, BCS $> 2,75 - 3,75$ und BCS $> 3,75$ der einzelnen Betriebe.....	97
Abbildung 40: Anteil der Tiere mit LCS1, LCS2, LCS3, LCS4 und LCS5 der einzelnen Betriebe.....	98

Inhaltsverzeichnis

Abbildung 41: Mittelwerte für AST (U/l), γ GT (U/l), GLDH (U/l) und Bilirubin (μ mol/l) der einzelnen Betriebe.....	99
Abbildung 42: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA ₁ (a) sowie LKA ₂ (b) des Betriebes A mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	116
Abbildung 43: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA ₃ (a) sowie LKA ₄ (b) des Betriebes A mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	117
Abbildung 44: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA ₁ (a) sowie LKA ₂ (b) des Betriebes B mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	118
Abbildung 45: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA ₃ (a) sowie LKA ₄ (b) des Betriebes B mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	119
Abbildung 46: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA ₁ (a) sowie LKA ₂ (b) des Betriebes C mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	120
Abbildung 47: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA ₃ (a) sowie LKA ₄ (b) des Betriebes mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	121
Abbildung 48: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA ₁ (a) sowie LKA ₂ (b) des Betriebes D mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	122
Abbildung 49: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA ₃ (a) sowie LKA ₄ (b) des Betriebes D mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.	123

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Höhenlage, Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagssumme der 4 Projektbetriebe basierend auf dem dreißigjährigen Mittel (1982 – 2012) (CLIMATE-DATA 2017), sowie Anzahl und Weidegang Milchkühe.	20
Tabelle 2: Übersicht der Nutzungsform der Beprobungsflächen aller Projektbetriebe.....	20
Tabelle 3: Übersicht der Silagetermine mit Ertragsbestimmung (e) und Termine der Presssaftanalysen (p) der Beprobungsflächen aller Projektbetriebe.....	24
Tabelle 4: Unterteilung der Klauenerkrankungen inklusive der einzelnen Befunde	29
Tabelle 5: Bewertung der Pflanzenbestände mit den Gütezahlen nach Stählin	31
Tabelle 6: Bewertung der Pflanzenbestände mit den Wertzahlen nach Klapp.....	31
Tabelle 7: Mittelwert und Standardabweichung, Strukturgleichungsmodellierung und p-Werte für die beiden Versuchsjahre 2017 und 2018 für die Maissilage.....	34
Tabelle 8: Statistische Kennzahlen für den pH-Wert und den Anteil an Roh Nährstofffraktionen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.....	37
Tabelle 9: Statistische Kennzahlen für die Energiegehalte und sowie den Anteilen an Stickstofffraktionen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.	38
Tabelle 10: Statistische Kennzahlen für die Proteinlöslichkeit/-fraktionen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.	39
Tabelle 11: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an Strukturkohlenhydraten (Gerüstsubstanzen) in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.	40
Tabelle 12: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an Spurenelementen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.	42
Tabelle 13: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an Mengenelementen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.	43
Tabelle 14: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an Alkoholen und organischen Säuren, sowie den DCAB-Wert ¹ in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.	45
Tabelle 15: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an biogenen Aminen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.	47
Tabelle 16: Statistische Kennzahlen für die Keimzahl von Bakterien und Pilzen in der Grassilage (lg10 transformiert) in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.	48
Tabelle 17: Dargestellt ist das Ergebnis der PCA der Grassilagen, wobei für jede Komponente der Anteil der erklärten Gesamtvarianz dargestellt wird.....	50
Tabelle 18: Aufteilung der einzelnen Qualitätsparameter der Grassilage auf die Komponenten der PCA.....	51

Inhaltsverzeichnis

Abkürzung	Definition
ADF	Säure-Detergenzien-Faser
ADL	Säure-Detergenzien-Lignin
aNDF	NDF nach Behandlung mit Amylase
ANOVA	einfaktorielle Varianzanalyse
AST	Aspartat-Aminotransferase
B1	pufferlösliches Reinprotein
B2	puffer-unlösliches Reinprotein
B3	zellwandgebundenes Reinprotein
BA	Biogene Amine
BAB	Buttersäurebakterien (butyric acid bacteria)
BAoSS	Summe der biogenen Amine ohne Spermin und Spermidin
BCS	Body Condition Score
C	zellwandgebundenes unlösliches Reinprotein
Ca	Kalzium
Cl	Chlorid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
Cu	Kupfer
DCAB	Dietary-Cation-Anion Balance
DD	Dermatitis Digitalis
DON	Deoxyvalenol
ELOS	enzymlösliche organische Substanz
Fe	Eisen
FKAD	Futter-Kationen-Anionen-Differenz
GABA	Gamma-Amino-Buttersäure (gamma butyric acid)
GLDH	Glutamatdehydrogenase
GLM	Generalized Linear Model
GPS	Ganzpflanzensilage
ICAR	International Committee for Animal Recording
K	Kalium
KBE	Keimbildenden Einheiten
LAB-Fermentation	Milchsäurefermentierung
LCS	Locomotion Score
LKA	Laktationsabschnitt
LSD-Test	Fisher's Least Significant Difference Test
ME	umsetzbare Energie
Mg	Magnesium
MJ	Mega-Joule
MLP	Milchleistungsprüfung
Mn	Mangan
Na	Natrium
NEL	Netto-Energie-Laktation
NFC	nicht-Faser Kohlenhydrate
NH ₃	Ammoniak
NH ₄ ⁺	Ammonium
NIRS	Nahinfrarotspektroskopie

Inhaltsverzeichnis

NO ₃ -	Nitrat
NPN	nicht-Protein Stickstoff
nXP	nutzbares Rohprotein am Duodenum
P	Phosphor
PCA	Principle Component Analysis
peNDF	Neutrale-Detergenz-Faser
pH	Potential des Wasserstoffs
RNB	ruminale Stickstoffbilanz
Se	Schwefel
Se	Selen
TS	Trockensubstanz
TS	Trockensubstanz
UDP	pansenbeständiger Proteingehalt
VCOS	Verdaulichkeitskoeffizient der organischen Substanz
VDLUFA	Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e. V.
WLA	weißer Linie Abszesse
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XZ	Rohzucker
γ-GT	γ-Glutamyltransferase
ZEA	Zearalenon
Zn	Zink

1. Einleitung

1. Einleitung

Seit Mitte der 1990er Jahre haben sich auf den Milchviehbetrieben vermehrt Krankheiten entwickelt, die nicht mehr den klassischen Krankheitsbildern zugeordnet werden können. Labmagenverlagerungen, subklinische Acidosen, subklinische Ketosen, Formen der Mortellaroschen Krankheit, Klauenreihen und ähnliche, oft chronisch verlaufende Erkrankungen waren bis dahin in diesen Formen unbekannt. Es wurde vermutet, dass diese Krankheitsbilder auf verschiedene, parallel auftretende Ursachen zurückzuführen sind, die in der Folge klinisch nicht mehr eindeutig analysiert und benannt werden können. Diese Krankheitsbilder wurden daher unter dem Begriff „Faktorenkrankheiten“ zusammengefasst und beschrieben. Diese Faktorenkrankheiten führen zu erheblichen Problemen in der Tiergesundheit und in der Folge bei vielen Betrieben letztlich auch zu massiven wirtschaftlichen Problemen (Mayr, 1986).

Im Jahr 2013 hatten sich in der Eifel eine Gruppe von zwölf Landwirten mit dem selbstständigen Berater Rudolf Leifert, einigen praktischen Tierärzten wie Dr. Peter Zieger und Herrn Dr. Höltershinken (TIHO Hannover) zusammengeschlossen. Denn Untersuchungen und Beobachtungen auf den beteiligten Betrieben der Gruppe hatten bis dato gezeigt, dass Lösungsansätze zur Behandlung der oben beschriebenen Faktorenkrankheiten durch eine interdisziplinäre Herangehensweise erarbeitet werden können. Als das Landwirtschaftsministerium Rheinland-Pfalz im Sommer 2015 die EIP Agri Projektförderung ausschrieb, hat sich dieser Kreis daher als „Operationelle Gruppe“ (OG) zusammengeschlossen und sich mit einem Aktionsplan nach Artikel 52 Abs. 1 der ELER – VO, der „OG Grünland und Tiergesundheit Eifel“ mit dem Titel: *„Die Optimierung des Dauergrünlands, der Weidewirtschaft, des mehrjährigen Ackerfutterbaus und der Futterkonservierung, um so die Wirtschaftlichkeit, Tiergesundheit, Wertschöpfung und Umweltverträglichkeit der Milchviehhaltung in der Grünlandregion Eifel nachhaltig zu verbessern“*, um die Förderung des Projektes beworben.

Ziel der interdisziplinären Zusammenarbeit in der „OG Grünland und Tiergesundheit“ war die Entwicklung von Lösungsansätzen zur Vermeidung von „Faktorenkrankheiten“ unter Berücksichtigung der gesamten Wirkungskette der Milchviehhaltung, ausgehend vom Boden über die Grünlandbestände, die Futtergewinnung und Konservierung, der Rationsgestaltung, der Fütterung, bis hin zur Tiergesundheit und Leistungsfähigkeit der Herden. Ziel war es außerdem, ganzheitliche Lösungsansätze in Zusammenarbeit der einzelnen Akteure der OG aus Milchviehhaltern, Tierärzten, Beratern und Vertretern der landwirtschaftlichen und tiermedizinischen Wissenschaft zu erarbeiten. Gemeinsam wurden die folgenden Fragestellungen für das Projekt aufgeworfen:

- Dauergrünlandbestände mit hoher Biodiversität und vielfältige, mehrjährige Ackerfutterbestände erbringen konstant höhere Erträge als einseitige Grasbestände und verbessern die Vitalität der Kühe.
- Die Presssaftuntersuchungen ermöglichen eine optimale Düngeplanung sowie Bestimmung des optimalen Schnittzeitpunktes.
- Entwicklung einer methodischen Verbesserung des Silierverfahrens, um den Reineiweißabbau im Silierprozess zu verhindern.
- In Silagen mit höheren TS-Gehalten verringert sich das Risiko des mikrobiellen Reineiweißabbaus mit allen negativen Auswirkungen auf die Futteraufnahme und Tiergesundheit.

1. Einleitung

- Heubereitung in modernen Unterdachtrocknungsanlagen mit Solarerwärmung über die Außenluft und Luftentfeuchtung sind eine wirtschaftliche Alternative zur Silagebereitung.
- Durch die beschriebenen Maßnahmen im Grünland und Ackerfutterbau sowie der anschließenden Konservierung der Grundfuttermittel lässt sich die Tiergesundheit und Grundfutteraufnahme erheblich verbessern.
- Die verbesserte Tiergesundheit in Verbindung mit der Verbesserung der Grundfutteraufnahme führt zu einer Steigerung der Grundfutterleistung sowie der Nachhaltigkeit der Milch.

2. Stand der Forschung

2. Stand der Forschung

Der Zugang zu einer permanenten Futtergrundlage für Wiederkäuer ist ein wichtiger Faktor der Milch- und Fleischproduktion (Weiß, 2001). Die Futterproduktion ist in vielen Teilen der Welt saisonabhängig, wobei während der Vegetation ein Überschuss verfügbar ist und im Winter oder in Trockenzeiten ein Mangel herrscht. Silagen und Heu spielen in der Wiederkäuerfütterung eine wichtige Rolle, insbesondere in feuchten und gemäßigten Gebieten. Die Silierung und die Heugewinnung stellen Methoden dar, um die Pflanzen über einen längeren Zeitraum haltbar zu machen und sie als Futtermittel mit hohem Nährwert für Wiederkäuer zu nutzen (Gollop et al., 2005). Silage und Heu haben jedoch geringere Futterwerte als frisches Futter (McDonald et al., 1991), wobei die Silage im Vergleich zu Heu verdaulicher ist und eine geringere Hemizellulose Konzentration in der Trockensubstanz (TS) aufweist (Thomas et al., 1969). Zudem können große Verluste in der Menge und der Qualität bei der Heuproduktion durch unbeständiges Wetter zwischen dem Mähen und der Ernte auftreten (Pahlow et al., 1992).

Voraussetzung einer an den Nährstoffansprüchen der Nutztiere orientierten Fütterung sind beste Silagen. Entscheidend ist hierbei, dass die Qualität bis zur Futteraufnahme am Trog gewährleistet ist. Futterwert und Futteraufnahme sind maßgebend für die Leistungsfähigkeit der Ration. Die wichtigsten Kenngrößen der Silagequalität sind unter anderem der Energie- und der Proteingehalt, daneben sind die Aspekte der Strukturwirkung, der Kohlenhydratversorgung, der Mineralstoffversorgung, die Gärqualität, der hygienische Zustand und die Stabilität der Silage von Belang (Spiekers, 2004; Wyss, 2005).

Die wichtigsten Kulturen zur Silierung sind Mais, Luzerne und verschiedene Gräser, denn Gras-, Luzerne- und Maissilagen gehören aufgrund ihrer hohen Nährstoffkonzentration und ihrem hohen Ballaststoffgehalt zu den am häufigsten verwendeten Futtermitteln der Milchkuhrationen (Dunière et al., 2013; Weinberg and Ashbell, 2003). Der Silierprozess umfasst viele Schritte, die sorgfältig geplant und kontrolliert werden sollten, um eine gute Silage mit minimalen Verlusten und geringen Gesundheitsrisiken zu gewährleisten. Das Ziel der Silierung ist es, den Abbau der organischen Substanz zu minimieren und den Futterwert soweit wie möglich zu erhalten. Dabei spielt die Verringerung der Proteolyse eine wichtige Rolle, da die Konservierung von Protein für ein qualitativ hochwertiges Futtermittel, also auch Silagen, von großer Bedeutung ist (Hoedtke et al., 2010). Allerdings ist das Ausmaß der enzymatischen Proteolyse der Pflanzen und deren Einfluss auf den Silierungsprozess noch kaum untersucht (Gresner et al., 2014; Hoedtke et al., 2010).

Die wichtigste Rolle bei der Silagekonservierung spielt die Milchsäurebildung, welche vom Sauerstoffabschluss, der Pufferkapazität und dem TS - Gehalt des Erntegutes abhängt. Zudem ist die Milchsäurefermentation abhängig von der Verfügbarkeit von unterschiedlichen Zuckern des Ausgangsmaterials. Ein hoher Zuckergehalt des Ausgangsmaterials hat deshalb einen Vorteil bei der Silierung (Hünting et al., 2009; Mackenzie and Wylam, 1957). In einigen Studien wurde gezeigt, dass der Nitratgehalt des Ausgangsproduktes ebenfalls die Fermentation beeinflusst (Spoelstra, 1983; Wieringa, 1966). Während des Prozesses wird Nitrat zu Nitrit abgebaut. Nitrit wird in der ersten Phase der Fermentation erzeugt und hemmt die Bildung von Clostridien Sporen (Spoelstra, 1983). Der Silierprozess ist empfindlich und anfällig für Störungen u.a. durch minderwertiges, unreifes Pflanzenmaterial oder der Verschmutzung des Pflanzenmaterials.

Minderwertiges oder unreifes Pflanzenmaterial stellt im Silierprozess ein großes Problem dar. Mangelnde Pflanzeninhaltsstoffe z.B. Zucker oder Nitrat führen zu einer schwachen Versauerung

2. Stand der Forschung

der Silage und zum Wachstum von Pathogenen. Zudem werden die für den Verderb verantwortlichen Mikroorganismen gefördert. Durch Verschmutzung in der Silage wird die Pufferkapazität erhöht (Weinberg and Ashbell, 2003), wodurch aerobe Mikroorganismen einen längeren Zeitraum aktiv bleiben und die Hexosen und Pentosen, die für die Milchsäure-Fermentation zur Verfügung stehen sollten, reduzieren. Eine Verschmutzung des Erntegutes führt somit zu einer langen aeroben Phase und zu einer verlangsamten pH-Wert Absenkung. Dabei spielen vor allem Buttersäurebakterien (butyric acid bacteria, BAB), die aus dem Boden stammen und während des Befüllens des Silos versehentlich mit dem Pflanzenmaterial eingeschlossen werden, eine wichtige Rolle. Sie sind in der Lage, bei einem relativ niedrigen pH-Wert Milchsäure in Buttersäure, Wasserstoff und CO₂ umzuwandeln. Ein starkes Wachstum von BAB führt zu einer Erhöhung des pH-Wertes und somit zum Wachstum von weniger säuretoleranten Fäulniskeimen. Gras- und Maissilagen sind die wichtigsten Vektoren für die BAB Übertragung auf die Tiere (Vissers et al., 2007a). Die wichtigsten BAB sind endosporenbildende Bakterien der Gattungen *Clostridium*, insbesondere *C. tyrobutyricum* und *C. butyricum* (Driehuis and Elferink, 2000) und *Bacillus* (Vissers et al., 2007b). Clostridien sind Keime, die unter anaeroben Bedingungen organisches Material abbauen. Sie kommen im Boden und im Darm von Menschen und Tieren vor. Durch Tierkadaver, Staub- und Erdpartikel gelangen sie in die Silierkette. Von den über 200 Clostridien-Arten sind 35 krankheitserregend, 15 dieser pathogenen Arten bilden toxische biogene Amine (BA). Die Sporen der Clostridien überstehen auch ungünstige Lebensbedingungen in aeroben Umgebungen. Unter anaeroben Bedingungen und bei ausreichender Feuchte keimen die Sporen wieder aus. Daher finden sie während des Silierprozesses optimale Bedingungen. Bakterielle Sporen können die Passage durch den Magen - Darm - Trakt bei Milchkühen überleben und führen zu Krankheiten beim Menschen (te Giffel et al., 2002). Bei der Produktion von Rohmilchkäse können *Clostridien* in der Milch zu Fehlgeschmack und übermäßiger Gasbildung führen, was zum Verderb führen kann. Aus diesem Grund ist bei der Milchproduktion für Rohmilchkäse die Fütterung von Silagen verboten (Dunière et al., 2013; Geisler and Ginzinger, 2010).

Qualitativ minderwertige Silagen führen zu einer reduzierten Futteraufnahme und gehen mit physiologischen Störungen einher, zudem vermindern sie die Leistungsfähigkeit der Milchkühe. Zusätzlich zur Leistungsminderung kommen steigende Futterkosten. Qualitativ minderwertige Silagen oder Teile der Silagen sollten entsorgt und durch andere Silagen bzw. andere Futtermittel ersetzt werden. Verdorbene Silagen können nicht verbessert werden und dienen als Vektoren für Krankheitserreger, die auf Mensch und Tier übertragbar sind (Dunière et al., 2013). Die Keime, welche Krankheiten sowohl beim Rind als auch beim Menschen auslösen können, werden als pathogene Mikroorganismen bezeichnet. Zu den wichtigsten Mikroorganismen zählen, wie Hefen, Schimmelpilze sowie pathogenen Mikroorganismen wie *Listerien sp*, deren Metabolite BA sind (Driehuis and Elferink, 2000; Dunière et al., 2013).

BA sind N-haltige Verbindungen mit niedrigem Molekulargewicht (Krížek, 1993a). Sie sind weit verbreitet und haben sehr unterschiedlichen Funktionen, wie zum Beispiel als Neurotransmitter oder als Gewebshormon. Jedoch haben einige der biogenen Amine Eigenschaften, die für Säugetiere schädlich sind und unter anderem die TS-Aufnahme von Silagen bei Schafen stören (Buchanan-Smith and Phillip, 1986). Zu den biogenen Aminen zählt ebenfalls die Gamma-Amino-Buttersäure (GABA), welche ein wichtiger Neurotransmitter im Zentralnervensystem ist. BA werden durch die Aminosäure - Decarboxylierung der Enzyme verschiedener LAB - Arten wie *Lactobacillus Leuconostoc*, *Enterococcus* und *Pediococcus* erzeugt (Krížek, 1993b). Ebenfalls sind

2. Stand der Forschung

Mikroorganismen wie *Clostridia*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Escherichia* und *Pseudomonas* in der Lage BA zu produzieren (Santos, 1996). Daneben wurde in der Studie von Saarinen (2002) und van Os et al. (1996) gezeigt, dass große Mengen BA als Abbauprodukte der Proteolyse in Silagen entstehen, die TS-Aufnahme stören und somit die Tiergesundheit beeinträchtigen. Dennoch gelten in instabilen Silagen die *Clostridien* als Hauptquelle für BA (Pahlow et al., 2015).

In der Studie von McDonald et al. (1991) wurde gezeigt, dass in Silagen derselben Pflanzenart unterschiedliche Aminkonzentrationen auftreten können. Der Ursprung hierfür können unter anderem die Witterungsbedingungen vor der Ernte, das Reifestadium der Pflanzen, die TS Gehalte und die Hygiene während der Ernte sein. Allerdings sind einige der Einflussfaktoren, die auf die Proteolyse und die Desmolyse einwirken noch nicht geklärt, worunter die Kulturpflanzenart und -sorte, die Gewebeart, die Wachstumsbedingungen, das Entwicklungsstadium, die Verarbeitungs- und die Lagerbedingungen zählen (Glória et al., 2005). Durch die Vielzahl der Einflussfaktoren lassen sich die Aminkonzentrationen in Silagen selbst bei bekannter TS nur schwer vorhersagen (Scherer et al., 2015). Zu den Aminen, die während der Silierung und der anschließenden Lagerung entstehen, gehören hauptsächlich Histamin, Tyramin, Putrescin und Cadaverin mit Konzentrationen von bis zu 2 g/kg TS (Ohshima et al., 1979).

Auch die Wirkungsweise von GABA auf die TS-Aufnahme bei Wiederkäuern ist noch nicht ausreichend untersucht, dies hängt unter anderem mit den verschiedenen Wirkungswegen von GABA im Hypothalamus, der Verabreichung von ungeschützter und pansengeschützter GABA oder aus Interaktionen zwischen diesen Faktoren zusammen (Scherer et al., 2015). Zudem könnten die beobachteten Auswirkungen auf die Futtermittelaufnahme auch mit oropharyngealen (Geruch, Geschmack) oder metabolischen (Sättigung) Prozessen zusammenhängen (Baile and Della-Fera, 1988). Greenhalgh und Reid (1967) zeigten, dass die Kombination von Verdaulichkeit und Schmackhaftigkeit die Futtermittelaufnahme beeinflussen, da die Schmackhaftigkeit auf der chemischen Zusammensetzung und der physikalischen Struktur des Futters basiert.

Bei Maissilagen spielen im Gegensatz zu Grassilagen die biogenen Amine keine Rolle, dagegen treten hauptsächlich Mykotoxine auf. Dabei begünstigt eine feuchte Witterung in Kombination mit einem hohen Infektionsdruck das gehäufte Auftreten von Mykotoxinen in Maissilagen. DON ist das weltweit am häufigsten nachgewiesene Mykotoxin in Nahrungs- und Futtermitteln. Milchkühe reagieren sensibel auf DON aufgrund des hohen Stresslevels während der Laktation, was zu einer Beeinträchtigung des Immunsystems führt. Zusätzlich führen hohe DON-Gehalte zu Entzündungen und Nekrosen der äußeren Häute und Schleimhäute, zur Schädigung der Lungenbläschen, zu einer gestörten Bewegungskoordination, zur Degeneration der Nervenzellen und zu einer toxischen Wirkung auf das Knochenmark mit daraus resultierender verminderter Blutzellenbildung (Eggers, 2016). ZEA dagegen weist eine direkte östrogene Wirkung auf, was einzigartig unter den Mykotoxinen ist. Im Gegensatz zu DON wurde die Toxizität von ZEA beim Abbau im Pansen noch verstärkt. ZEA hat eine direkte Wirkung auf die Fruchtbarkeit und kann zu Aborten, Mumifizierungen, reduzierter Futtermittelaufnahme, geringerer Milchproduktion, Euterschwellungen, Vaginalausflüssen, Vaginitis, zystischen Degenerationen der Ovarien und niedrigeren Brunstindizes führen (Eggers, 2016). Seit Juni 2006 gelten in der EU Richtwerte (2006/576/EG) für DON und ZEA, bei deren Unterschreitung keine Gefährdung des Tierwohls vorliegen sollte.

Mikrobielle Kontaminationen können an verschiedenen Stellen der Nahrungskette auftreten, dabei ist auch die Herstellung von Tierfuttermitteln von großer Bedeutung. Aus diesem Grund

2. Stand der Forschung

sollten Silagen von hoher Qualität sein. Allerdings lassen sich die wirtschaftlichen Auswirkungen von schlechten Silagen nur schwer abschätzen bzw. sind nicht untersucht (Dunière et al., 2013). Um die Haltbarkeit von Silagen zu verlängern und die wirtschaftlichen und gesundheitlichen Risiken zu begrenzen, werden innovative Strategien bei der Silierung, die im Einklang mit der guten fachlichen Praxis stehen, benötigt. Ein präventives Eingreifen ist während des gesamten Silierprozesses möglich (Dunière et al., 2013). Einige Anhaltspunkte sind z.B. die Vermeidung des Einschleppens von Pathogenen während der Ernte, die Sicherstellung des Sauerstoffabschlusses und die Sicherstellung der Säurebildung.

Seit Mitte der 1990er Jahren haben sich auf den Milchviehbetrieben vermehrt Krankheiten entwickelt, die nicht mehr den klassischen Krankheitsbildern zugeordnet werden konnten. Labmagenverlagerungen, subklinische Acidosen, subklinische Ketosen, Formen der Mortellaroschen Krankheit, Klauenreihen und ähnliche, oft chronisch verlaufende Erkrankungen hatte man bis dahin in diesen Formen nicht gekannt. Es wird vermutet, dass diese Krankheitsbilder auf verschiedene, parallel auftretende Ursachen zurückzuführen sind, die klinisch dann nicht mehr eindeutig analysiert und benannt werden können. Diese Krankheitsbilder werden daher unter dem Begriff „Faktorenkrankheiten“ zusammengefasst. Erstmals wurden Faktorenkrankheiten von Mayr (1986) beschrieben. Unter multikausalen Infektionskrankheiten versteht man Infektionskrankheiten, die durch das synergistische Zusammenwirken verschiedener Faktoren, die für sich allein nicht krankmachende Vorgänge kombinieren und auf die Henle-Kochschen Postulate bezüglich der Ursache-Wirkung-Relation zwischen einem Parasiten und einem Wirt, nicht zutreffen. Bei infektiösen Faktorenkrankheiten sind ubiquitäre, opportunistische Keime für die Infektion verantwortlich. Zusätzlich sind nicht mikrobielle Faktoren (z. B. Stress, Immunsuppression, Transport, Milieu-/Stallwechsel) für das Auftreten der Krankheit verantwortlich (Mayr, 1986). Die häufigsten infektiösen Faktorenkrankheiten beim Milchvieh sind unter anderem Mastitiden, Klauenkrankheiten und Stoffwechselerkrankungen.

Die Mastitis ist eine infektiöse, traumatisch oder toxisch bedingte Entzündungsreaktion des Euters und wird häufig durch Bakterien ausgelöst. Die Entzündung wird als Faktorenkrankheit bezeichnet, da die Bakterien allein nicht ausreichen, um eine Krankheit hervorzurufen. Weitere Faktoren wie Stall-, Fütterungs- und Herdenmanagement spielen ebenfalls eine große Rolle (Zoetis Deutschland, 2020).

Neben den Eutererkrankungen gehören Klauenerkrankungen zu den häufigsten Abgangsursachen in Deutschland. Trotz der Schaffung komfortabler Haltungsbedingungen hat sich die Klauengesundheit der Kühe generell in den letzten Jahren nicht verbessert. Probleme mit der Klauengesundheit treten häufig in Zusammenhang mit Lahmheiten auf. Unter Lahmheit versteht man eine Schmerz- oder eine mechanisch bedingte Störung des Gangbildes. Es kann ein Gliedmaß oder auch mehrere Gliedmaßen gleichzeitig betroffen sein. Ist ein Gliedmaßenpaar betroffen, spricht man von einer „beidseitigen Lahmheit“ bzw. von einem „spießigen oder klammen Gang“. Im Stand der Ruhe und im Schritt versucht das Tier durch Entlastungsstellungen bzw. Entlastungsbewegungen die Belastung schmerzhafter Klauenabschnitte zu vermeiden und zeigt dem Beobachter so die lahme Gliedmaße an (Kofler, 2009). In der Praxis hat sich die Lahmheitsbeurteilungsmethode mittels des Locomotion Scores (LCS) nach Sprecher et al. (1997) bewährt. Der LCS wird in 5 Bewegungsnoten unterteilt, wobei bereits ab einer Bewegungsnote 2 von einem leicht abnormalen Bewegungsablauf gesprochen wurde. Somit erlaubt die Einteilung in Lahmheitsgrade eine Aussage über den Herdenstatus, worüber sich Angaben über mögliche

2. Stand der Forschung

wirtschaftliche Verluste machen lassen. Eine Aussage über die Ursache der Lahmheit kann nur über die Einzeltieruntersuchung erfolgen (Fiedler, 2004).

Die Lahmheiten treten häufig aufgrund von Klauenerkrankungen auf (Kofler, 2009), wobei die Klauenerkrankungen häufig zu den Faktorenkrankheiten zählen, die nicht allein durch Erreger, sondern auch durch Umwelteffekte beeinflusst werden (Römer, 2010). Die wichtigsten Faktorbedingten Klauenerkrankungen sind unter anderem Ballenfäule, *Dermatitis digitalis* („Mortellaro“) und Zwischenklauennekrose. Diese Krankheiten gehören zu den multifaktoriellen Krankheiten mit infektiösem Charakter (Nuss and Steiner, 2004; Read and Walker, 1998). Einen großen Einfluss haben hier Umweltbedingungen hinsichtlich Feuchtigkeit und Hygienemangel im Sinne der Hautschädigung und der Keimverbreitung. Auch das Fütterungsmanagement sowie eine Immunsuppression durch BA und Mykotoxine können bei der Empfänglichkeit gegenüber derartigen Infektionskrankheiten an den Klauen eine Rolle spielen (Bergsten and Hultgren, 1998; Nuss and Steiner, 2004). Zunehmend treten auch genetische Aspekte der Klauengesundheit in den Vordergrund (Römer, 2010). Hierzu zählen Erkrankungen wie die Limax (Tyloom, Zwischenklauenwulst), welche zu den nicht traumabedingten und nicht stoffwechselbedingten Klauenbefunden gehören. In der Studie von Sánchez-Molano et al. (2019) wurde gezeigt, dass die Limax auch vererbt werden kann. Zudem ist die Limax häufig mit *Dermatitis digitalis* vergesellschaftet (Fiedler et al., 2004).

Gleichzeitig ist aber auch die Tiergesundheit untrennbar mit der Stoffwechselgesundheit verbunden. Die meisten Stoffwechselstörungen treten nicht als eigenständige Krankheit auf, sondern verlaufen meist subklinisch oder chronisch und sind somit kaum oder gar nicht erkennbar. Die Auswirkungen solcher Verlaufsformen können jedoch gravierend sein zum Beispiel, wenn die Kühe nicht oder nur schwer tragend werden oder Leistungspotentiale nicht ausgeschöpft werden können. Früher traten fütterungsbedingte Krankheiten häufig auf Grund von Mangelversorgung auf. Heute spielen meist falsche Rationszusammensetzungen (nicht bedarfs- und wiederkäuergerecht), abrupte Futterumstellungen oder ein fehlerhaftes Herdemanagement eine große Rolle. Zu den wichtigsten Stoffwechselstörungen bei Milchkühen zählen unter anderem die Ketose und die Pansenazidose (Mahlkow-Nerge, 2008).

Stoffwechselstörungen machen sich bei der Körperkondition „Body Condition“ bemerkbar, dieser wurde erstmals von Murray (1919) im Jahr 1919 beschrieben und wird als das Verhältnis zwischen Körperfett und den Nichtfett- Anteilen des Körpers eines lebenden Rindes beschrieben. Allerdings war die Bestimmung vom Körperfett schwierig und teuer. Deshalb wurden zwischen 1970 und 1990 Systeme entwickelt, um das Körperfett von Rindern einfacher zu bestimmen, diese Systeme wurden „Body Condition Score“ (BCS) genannt. In Europa wird hauptsächlich der 5 Punkte Score verwendet, die zuerst von Wildermann et al. (1982) beschrieben wurde. In diesem System werden die Tiere in 5 Gruppen unterteilt. Diese Skala wurde von Otto et al. (1991) verfeinert, indem Abstufungen zwischen den einzelnen Punkten (0,25 Punkte zwischen Score 2 und 4; 0,5 Punkte zwischen Score 1 und 2 sowie 4 und 5) eingeführt wurden. Zudem konnte in der Studie nachgewiesen werden, dass eine starke Korrelation zwischen dem Körperfett und dem BCS besteht (Otto et al., 1991). Somit schien der BCS eine gute Methode zu sein, um das Körperfett von Rindern zu bestimmen (Roche et al., 2009). Denn der BCS wird unabhängig vom Körpergewicht ermittelt, da das Körpergewicht nicht den Wechsel zwischen Fettgewebe und Muskelgewebe widerspiegeln kann.

2. Stand der Forschung

Faktorenkrankheiten wie Mastitiden, Klauenerkrankungen und Stoffwechselerkrankungen haben einen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Betriebe, da sie neben Leistungseinbußen auch einen erhöhten Aufwand an Behandlungskosten bedeuten und mit einer erhöhten Remontierungsrate einhergehen (Zoetis Deutschland, 2020).

Schon 1996 vermutete der praktische Tierarzt Dr. Eiken Zusammenhänge zwischen dem Auftreten der Faktorenkrankheiten und den Eiweißabbauprozessen in Grassilagen. Er gab 2005 als bedenklichen Grenzwert einen Reineiweißanteil in Grassilagen unter 50% an (Eiken, 2005). Auch wurden in den Studien von Fohler et al. (2016) und Jensen et al. (2019) die Zusammenhänge von Botulismus (*Clostridium botulinum*) und den Faktorenkrankheiten diskutiert, einen Nachweis hierfür konnte letztendlich nicht erbracht werden.

Dennoch scheint ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Faktorenkrankheiten und der Fütterung der Wiederkäuer bzw. der Futterproduktion zu bestehen. Somit werden in dieser Studie die Zusammenhänge zwischen den Entwicklungen der Grasbestände, der Silagebereitung und der Analyse dieser Silagen auch auf die Stoffwechseltoxine der Clostridien, die biogenen Amine, untersucht. Anschließend werden die Veränderungen an den Tieren beobachtet und dokumentiert. Letztlich können uns nur die Kühe selber Auskunft über die Relevanz der unterschiedlichen Belastungen geben.

3. Material und Methoden

3. Material und Methoden

3.1 Projektregion und Betriebe

Projektregion ist die Eifel mit den Landkreisen Vulkaneifelkreis und Bitburg – Prüm. Zunächst wurden fünf Milchviehbetriebe ausgewählt, auf welchen die Datenerhebung auf jeweils vier bis fünf Flächen stattfinden sollte (Tabelle 1). Jedoch wurde die Datenerhebung nur auf vier Betrieben durchgeführt, da ein Betrieb die Milchviehhaltung zu Beginn des Projektes aufgab. Alle Milchviehbetriebe nutzen Kühe der Rasse schwarz-bunte Holstein für ihre Milchproduktion und produzieren sowohl ihre Gras- als auch Maissilagen selbst. Der überwiegende Teil der Betriebsflächen liegt in der Vulkaneifelregion. Hierbei handelt es sich meist um die Verwitterungsböden des Rheinischen Schiefergebirges, die teilweise auch mit den typischen Vulkanascheböden überlagert sind. Die Flächen der Betriebe A und D in Birgel verfügen darüber hinaus über Flächen in der Prümer Kalkebene und Verwitterungsböden aus Bundsandstein.

Tabelle 1: Höhenlage, Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagssumme der 4 Projektbetriebe basierend auf dem dreißigjährigen Mittel (1982 - 2012) (CLIMATE-DATA 2017), sowie Anzahl und Weidegang Milchkühe.

Betrieb	Lage	m ü. NN	Temperatur [°C]	Niederschlag [mm]	Anzahl Milchkühe	Weidegang Milchkühe
A	Brühlborn (Prüm)	555	7,1	970	220	ja
B	Meisburg	511	7,4	851	65	ja
C	Steinsfeld	433	7,9	788	230	nein
D	Birgel	410	7,9	965	600	nein

Tabelle 2: Übersicht der Nutzungsform der Beprobungsflächen aller Projektbetriebe.

Betriebe	Feld Nr.				
	1	2	3	4	5
A	Dauergrünland	temporäres Grünland	Dauergrünland	Dauergrünland	-
B	Dauergrünland	Dauergrünland	Dauergrünland	Dauergrünland	Dauergrünland
	gemäht / beweidet	gemäht / beweidet	gemäht / beweidet	ausschließlich gemäht	ausschließlich gemäht
C	Dauergrünland	Dauergrünland	Weidelgras	Dauergrünland	Dauergrünland
D	Dauergrünland	Dauergrünland	temporäres Grünland	Dauergrünland	Dauergrünland

Betrieb A in Brühlborn in der Nähe von Prüm wirtschaftet auf 555 m ü. NN. Die Jahresniederschlagssumme lag bei 970 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur bei 7,1°C (Tabelle 1). Bei den vier Beprobungsflächen handelt es sich um drei Dauergrünlandflächen mit hohem Kleeanteil und einer Fläche mit mehrjährigem Ackerfutter (Tabelle 2). Keine der Beprobungsflächen wird beweidet. Betrieb A bewirtschaftet anteilig 25 % Grünland und 75 % Ackerflächen. Es werden 217 Kühe gemolken, wobei hier hauptsächlich auf eine Triple A Genetik gesetzt wird, die im Vergleich zu der normalen Genetik deutlich robuster ist. Den Tieren wird im Sommer auch Weidegang angeboten. Im Stall sind sowohl 200 Liege- als auch Fressplätze

3. Material und Methoden

vorhanden. Bei den Liegeplätzen handelt es sich um Tiefboxen. Das Liegeplatz/Tier Verhältnis bzw. das Fressplatz/Tier Verhältnis lagen bei 0,92.

Betrieb B liegt bei Meisburg auf 511 m ü. NN, mit einer Jahresniederschlagssumme von 851 mm und Jahresdurchschnittstemperatur von 7,4°C (Tabelle 1). Bei den fünf Beprobungsflächen handelt es sich um Dauergrünlandflächen, wobei drei der Flächen zeitweise beweidet wurden und zwei lediglich gemäht wurden (Tabelle 2). Betrieb B bewirtschaftet anteilig 66 % Grünland und 33 % Ackerland. Der Betrieb hat 63 Kühe plus weibliche Nachzucht, wobei hier mittels genomischer Selektion auf großrahmige Tiere gesetzt wird. Den Tieren wird im Sommer ebenfalls Weidegang angeboten. Ihnen stehen 65 Liegeboxen in Form von Tiefboxen zur Verfügung und 50 Fressplätze, so dass hier ein Liegeplatz/Tier Verhältnis von 1,03 und ein Fressplatz/Tier Verhältnis von 0,79 entsteht.

Betrieb C befindet sich zwischen Seinsfeld und Steinborn. Die Betriebsflächen liegen auf 500 m ü. NN. Bei einer Jahresdurchschnittstemperatur von 7,9°C lag die Jahresniederschlagssumme bei 788mm (Tabelle 1). Bei den Flächen 1, 2, 4 und 5 handelt es sich um Dauergrünland, die Fläche 3 ist eine in 2015 mit dt. Weidelgras angesäte Fläche mit mehrjährigem Futterbau (Tabelle 2). Betrieb C bewirtschaftet anteilig 60 % Grünland und 40 % Ackerland. Zudem hat Betrieb C 221 Kühe plus weibliche Nachzucht, wobei hier ebenfalls der robuste Typ des schwarz-bunten Holsteins eingesetzt wird. Der Betrieb arbeitet seit 2012 mit drei Lely Melkrobotern in Ganzjahresstallhaltung. Den Tieren stehen sowohl 220 Fressplätze wie auch 220 Liegeplätze zur Verfügung, so dass hier ein ziemlich ausgewogenes Verhältnis von 0,99 entsteht. Die Kühe sind in zwei Gruppen unterteilt, in Hoch- und Niederleistung. Den Hochleistungskühen stehen Tiefboxen zur Verfügung den Niederleistungskühen Hochboxen

Betrieb D liegt bei Birgel auf 410 m ü. NN, mit einer Jahresniederschlagssumme von 956 mm und Jahresdurchschnittstemperatur von 7,9°C (Tabelle 1). Bei vier der fünf Beprobungsflächen handelt es sich um Dauergrünland (Tabelle 2). Bei zwei dieser Flächen handelt es sich um Auewiesen im Flussbereich der Kyll, in diesen Flächen liegen Bereiche mit hohem Grundwasserspiegel. Bei Fläche 3 handelt es sich um einen mehrjährigen Ackerfutterbau, die Ansaat erfolgte im Frühjahr 216. Der Betrieb bewirtschaftet anteilig 40 % Grünland und 60 % Ackerland. Betrieb D ist mit 571 Kühen (robuster Typ schwarz-bunte Holsteins), welche ganzjährig im Stall gehalten werden, einer der größten Betriebe in der Region. Der Betrieb hat 538 Liegeplätze, davon sind 115 Hochboxen und 423 Tiefboxen. Zudem stehen den Tieren 310 Fressplätze zur Verfügung. Somit entsteht ein Liegeplatz/Tier Verhältnis von 0,94 und ein Fressplatz/Tier Verhältnis von lediglich 0,54.

Die Klauenpflege wird je nach Betrieb unterschiedlich gehandhabt. Je nach Betrieb gibt es Hauptherdenschnitte eines professionellen Klauenpflegers (Betrieb B, C, D) mit einzelnen Zwischenbehandlungen (durch Landwirt/Mitarbeiter). Diese Hauptherdenschnitte werden abhängig vom Pflegezeitpunkt ausgewertet. Zusätzlich wird, je nach Futterumstellung, betrachtet, ob Zwischenbehandlungen nötig sind. Dabei muss beachtet werden, dass es sich bei Behandlungen ein bis vier Wochen nach einem Hauptherdenschnitt um Nachbehandlungen handelt. Bei Betrieb A werden die Tiere je nach Lahmheit und geplantem Schnitt in Kleingruppen geschnitten. Hier werden die Behandlungen abhängig von der jeweiligen Futterumstellung in der Auswertung jeweils in einem Zeitabschnitt zusammengefasst.

3. Material und Methoden

3.2 Digitalisierung

Die Digitalisierung der Projektbetriebe durch Einführung und Installation des HERDE Managementprogrammes von dsp-Agrosoft GmbH, eines Softwaresystems für das Management von Rinderbeständen, bildete die Grundlage für die Datenerhebung. Die auf dem deutschen Markt verfügbaren Melktechnikanbieter sowie die vielfältigen Brunst- und Aktivitätsmesssysteme sind angebunden, so dass auch mehrere unterschiedliche Systeme sich damit bedienen lassen.

Im März 2016 wurden die Betriebe B und D mit dem Programm HERDEplus ausgerüstet. HERDEplus unterstützt die operative Arbeit mit dem Tierbestand zur Bestandsführung, Besamung, Zuchthygiene, Reproduktion, Milchleistungsprüfung (MLP), Tiergesundheit, Erfüllung der Dokumentations- und Meldepflicht und Techniksteuerung. Betrieb A arbeitet schon seit mehreren Jahren mit diesem Programm. Seit dieser Zeit wurden entsprechende Betriebsdaten in den Betrieben einheitlich erfasst. 2017 wurde auch Betrieb C mit dem Programm ausgerüstet.

Die ebenfalls auf den Betrieben etablierte ITB-Bestandsführung besteht aus einem speziell auf die Anforderungen des Tierarztes ausgerichteten einfachen Herdenmanagementsystem mit integrierter Tiergesundheitsüberwachung. Dieses gewährleistet eine komplette Bestandsführung in einem komplexen Datenverbund mit allen verfügbaren Datenquellen. Als spezielles Werkzeug für die analytische Arbeit im Rahmen der tierärztlichen Bestandsbetreuung entwickelt, unterstützt ITB Controlling schwerpunktmäßig die prophylaktische Arbeit des Tierarztes bei der Reproduktions- und Gesundheitsanalyse sowie das Fütterungscontrolling.

Die Klauenpfleger sind zudem mit dem der Softwarelösung KLAUE der Firma dsp-Agrosoft GmbH ausgestattet, was die Effizienz bei der Erfassung und Auswertung der Klauengesundheit steigert. Dokumentiert werden Pflegedaten, Diagnosen, Wiedervorstellung einzelner Tiere und Vorstellung für den Tierarzt, wobei ein Austausch zwischen HERDE plus und KLAUE unterstützt wird.

3.3 Datenerfassung und Analysen

3.3.1 Grünland

Grünlandbestandsaufnahmen

Die Pflanzenbestandsaufnahmen im Grünland wurden am 4. Mai 2018 (Betriebe A, B und D) bzw. am 12. Juli 2018 (Betrieb C) erhoben (Anhang A2, Klöcker, 2018). Folgende Parameter wurden bestimmt:

- Ertragsteilschätzung nach Klapp (Klapp, 1930; zit. in Voigtländer and Voss, 1979)
- Gütezahlen nach Stählin (Stählin, 1971)
- Wertezahlen nach Klapp (Klapp et al., 1953)

Unter dem Ertragsanteil nach Klapp versteht man den erntebaren, prozentualen Gewichtsanteil einer Art oder Artengruppe in Bezug auf den gesamten TS-Ertrag. Diese Methode ist für agronomische Studien, bei denen die Futterqualität bewertet werden soll, gut geeignet (Voigtländer and Voss, 1979).

Mit den Gütezahlen nach Stählin (1971) werden nicht nur Grünlandpflanzen, sondern auch Feldfutterarten und die in Feldfutter vorkommenden Beikräuter bewertet. Die Arten werden in einem 10-Punkte-System bewertet, wobei 100 die höchste zu erreichende Punktzahl darstellt. Anders als bei Klapp (1930) berücksichtigt Stählin neben den Anteilen der unterschiedlichen Arten im Bestand, auch deren Entwicklungsstand (vor und in der Blüte) und deren Nutzung

3. Material und Methoden

(Grünfütter, Silage und Heu). Zudem werden negative Werte bei giftigen Arten vergeben, welche je nach Giftigkeit bis minus unendlich gehen können. Somit zeigt sich eine Verschlechterung des Futters durch das geringe Auftreten von giftigen Einzelpflanzen deutlich. Zu hohe Anteile einer Art können sich negativ auf die Futteraufnahme auswirken. Die Berechnung der Güte eines Pflanzenbestandes erfolgt ähnlich wie bei Klapp (1930), durch Multiplikation der Gütezahlen mit dem Ertragsanteil der einzelnen Arten und die anschließende Division durch 100 (Summe der Ertragsanteile). Lücken werden zwar erfasst aber nicht berücksichtigt. Neben den Gütezahlen hat Stählin (1976) Güteklassen vergeben, die von der Bewertung „Höchstwertig“ (Gütezahlen >90) bis zu „stark gesundheitsschädlich bis tödlich“ (Gütezahlen <-300) reichen.

Um Schnittgrünland besser bewerten zu können, haben Klapp et al. (1953) die wichtigsten Grünlandpflanzen mit einer Wertzahl belegt. Der Bewertung der Arten liegen folgende Merkmale zugrunde: Futterwert nach Analyse, Beliebtheit beim Vieh, Anteil wertvoller Organe (Blätter), Dauer bis zur Blüte, Schädlichkeit (z.B. Giftigkeit). Die hochwertigen Arten erhalten die Wertzahl 8, wertlose Arten, die z.B. nicht gefressen werden, werden mit 0 bewertet und Giftpflanzen mit -1 (Klapp et al., 1953; Opitz von Boberfeld, 1994a). Lücken werden mit einem Prozentsatz erfasst und mit der Wertzahl 0 berücksichtigt.

Ertragsanteile < 1 % finden i.d.R. keine Berücksichtigung. Um recht artenarme Pflanzenbestände mit zu berücksichtigen, wurden in der vorliegenden Studie Ertragsanteile bis zur Untergrenze von 0,5 % bewertet. Der geschätzte Ertragsanteil der einzelnen Arten (%) wird mit der entsprechenden Wertzahl multipliziert, die Summe der Produkte geteilt durch die Summe der bewerteten Ertragsanteile, das ergibt die Wertzahl des Pflanzenbestandes.

Bodenanalysen

Auf den Betrieben B und D wurden am 5. August 2016 bzw. 6. September 2016 auf allen Beprobungsflächen Bodenproben gezogen.

Folgende Parameter wurden von AGROLAB Labor GmbH analysiert:

- Kalk-Versorgung: pH-Wert nach VDLUFA I, A5.1.1
- Phosphor: P₂O₅ (mg/100g) nach VDLUFA I, A6.2.1.1
- Kalium: K₂O (mg/100g) VDLUFA I, A6.2.1.1
- Magnesium: Mg (mg/100g) VDLUFA I, A6.2.1.1

In den Betrieben A und C lagen aktuelle Bodenanalysen vor, so dass keine Bodenproben mehr gezogen und analysiert werden mussten. Auf Betrieb A wurden die Proben am 11.03.2015 gezogen und auf alle Parameter zusätzlich der Bodenart hin analysiert. Für Betrieb B erfolgte die Probenahme am 05.08.2016 und für Betrieb B am 06.09.2016, auch hier konnten alle erwähnten Parameter inklusive der Bodenart analysiert werden. Lediglich für den Betrieb C, für den die Probenahme am 15.02.2017 erfolgte, liegen keine Daten für den Mg-Gehalt vor.

Ertrag

Die Ertragsabschätzung erfolgte jeweils direkt nach der Mahd der Flächen zur Silagegewinnung (Tabelle 3). Hierzu wurde die gemähte Biomasse auf Teilflächen von 15 m² gewogen. Diese Teilflächen befanden sich jeweils im Schwad des Frontmähwerks, welches eine Arbeitsbreite von 3 m hat und 5 m lang war. Die Biomasse dieser Teilfläche wurde zusammengerechnet und in einem Netz gesammelt. Die Ertragsfeststellung erfolgte mit einer digitalen Hängewaage. Die Ertragsabschätzung wurde zu jedem Schnitttermin auf vier Teilflächen je Beprobungsfläche

3. Material und Methoden

durchgeführt (Luhmer, 2018). Außerdem wurde die TS bestimmt. Dazu wurde eine Teilprobe von jeder der Teilflächenproben im Trockenschrank bei 104°C über 24 h getrocknet (Luhmer, 2018) und ausgewogen.

Presssaftanalyse: Einfluss auf die Silagequalität

Bei den Presssaftanalysen wurden die Parameter NO_3^- , NH_4^+ und Glucose analysiert, da diese einen direkten Einfluss auf das Gär säuremuster und den Proteinabbau in der Grassilage haben (Haigh, 1990; Weiß, 2001). Die Beprobung der Frischmasse erfolgte unmittelbar nach dem Schnitt, die Presssaftanalyse wurde am gleichen Tag durchgeführt. In den Fällen, in denen die Analyse am gleichen Tag nicht möglich war, z.B. weil der Schnitt abends stattfand, wurden die Proben im Kühlschrank bei 4°C über Nacht zwischengelagert und am folgenden Morgen analysiert. Die Beprobung der Frischmasse erfolgte über der Schnitthöhe von 8 cm und wurde an vier verschiedenen randomisierten Teilflächen je Beprobungsfläche vorgenommen. Diese vier Teilproben wurden zu einer Mischprobe je Beprobungsfläche zusammengefasst. Vor der Presssaftanalyse mussten die Frischmasse-Mischproben aufbereitet werden. Zwei Handvoll aus jeder Probe wurden mit einem Fleischwolf geschreddert, um die Zellwände aufzuschließen. Die Gewinnung des Presssaftes der Frischmasse erfolgte anschließend mit einer Küchenpresse (Luhmer, 2018).

Die Analyse der Parameter NO_3^- , NH_4^+ sowie Glukose und Fruktose erfolgte mit einem Reflektometer (RQflex® 20Reflectoquant®, Merck KGaA), welcher Flüssigkeit photospektrometrisch analysieren kann. Die Beprobung der Frischmasse erfolgte in 2016 von April bis September, im Jahr 2017 von Mai bis September und im Jahr 2018 von April bis Juni (Tabelle 4).

Tabelle 3: Übersicht der Silagetermine mit Ertragsbestimmung (e) und Termine der Presssaftanalysen (p) der Beprobungsflächen aller Projektbetriebe.

Betrieb	Datum der Probenahme	Schnitt	Feld Nr.				
			1	2	3	4	5
A	23.05.2016		p	p	p	p	
	11.06.2016		p	p	p	p	
	28.06.2016		p	p	p	p	
	23.07.2016		p	p	p	p	
	11.08.2016		p	p	p	p	
	15.05.2017	-	p	p	p	p	
	21.05.2017	1	pe	pe	pe	pe	
	25.05.2017	-	pe				
	14.06.2017	-	p	p	p	p	
	19.06.2017	2	pe	pe	pe	pe	
	30.07.2017	3	pe	pe	pe	pe	
	03.09.2017	4	pe	pe	pe	pe	
	29.04.2018		p	p	p	p	
	15.05.2018	1	pe	pe	pe	pe	
	09.06.2018		p	p	p	p	
16.06.2018	2	pe	pe	pe			
B	23.05.2016		p	p	p	p	p
	11.06.2016		p	p	p	p	p
	28.06.2016		p	p	p	p	p
	06.07.2016		p	p	p	p	p
	25.07.2016		p	p	p	p	p
	11.08.2016		p	p	p	p	p
	10.05.2017	-	p	p	p	p	p

3. Material und Methoden

	17.05.2017	-	p	p	p	p	p
	22.05.2017	1	pe	pe	pe	pe	pe
	14.06.2017	-	p	p	p	p	p
	22.06.2017	2		pe			
	06.07.2017	2	pe		pe	pe	pe
	22.08.2017	3	pe		pe	pe	p
	01.05.2018		p	p	p	p	p
	07.05.2018	1	pe			pe	pe
	14.05.2018	1			pe		
	16.05.2018	1		pe			
	10.06.2018		p	p	p	p	p
	16.06.2018	2	pe	Weide	pe	pe	pe
C	10.05.2017	-	p	p	p	p	p
	16.05.2017	1	pe	pe	pe	pe	pe
	15.06.2017	2	pe	pe	pe	pe	pe
	04.08.2017	3	pe	pe	pe	pe	pe
	29.04.2018		p	p	p	p	p
	08.05.2018	1	pe	pe	pe	pe	pe
	09.06.2018		p	p	p	p	p
	14.06.2018	2	pe	pe	pe	pe	pe
D	13.05.2016		p	p	p	p	p
	26.06.2016		p	p	p	p	p
	30.07.2016		p	p	p	p	p
	22.08.2016		p	p	p	p	p
	15.05.2017	-	p	p	p	p	p
	21.05.2017	1	pe	pe	pe	pe	pe
	14.06.2017	-	p	p	p	p	p
	28.08.2017	3	pe	pe	pe	pe	p
	30.04.2018		p	p	p		p
	16.05.2018	1	pe	pe	pe		pe
	09.06.2018		p	p	p		p
	19.06.2018	2	pe	pe	pe		pe

3.3.2 Konservierung

Alle 2016 und 2017 erzeugten Grassilagen wurden an mehreren Stellen mit dem Silostecher beprobt und zur Analyse an BLGG Deutschland GmbH, Parchim weitergegeben. Die Silagetermine sind in Tabelle 3 aufgelistet. Um eine qualitative mikrobiologische Untersuchung zu ermöglichen, erfolgte der Versand gekühlt und per Express. Ein Teil der 2018 erzeugten Grassilage wurde ebenfalls bereits beprobt. Analysiert wurden die Proben durch die EUROFINS Agraranalytik Deutschland GmbH (Übernahme der BLGG Deutschland GmbH). Mindestens 6 Wochen Liegezeit war Voraussetzung für die Silostechproben.

Die Grassilagen wurden auf folgende Parameter analysiert:

- Futterwert Wender Analyse (VDLUFA-Methodenbuch Band III)
- Mineralstoffe (VDLUFA-Methodenbuch Band III)
- Gärsäuren (VDLUFA-Methodenbuch Band III / Handbuch Futtermittelprüfung)
- Alkohole (VDLUFA-Methodenbuch Band III)
- Mikrobiologie (SAA 7-4, BU/ SAA 7-15, MU)
- Biogene Amine (BA; Czech J. Food Sci. Vol.21 / LC-FLD)
- Chemische Fraktionierung des Rohproteins

3. Material und Methoden

Gärsäuren, Alkohole, Mikrobiologie, BA und die chemische Fraktionierung des Rohproteins wurden 2016 nicht analysiert.

Maissilagen und Ganzpflanzsilagen

Zur genauen Rationsberechnung und zur Abschätzung der Mykotoxin-Belastung wurden 2016, 2017 und 2018 die auf den Betrieben erzeugten Maissilagen ebenfalls beprobt. Pro Jahr wurde eine Maissilage pro Betrieb genutzt. Die Beprobung erfolgte an der frischen Anschnittfläche oder als Silostechprobe.

Folgende Parameter wurden ermittelt:

- Futterwert (Nahinfrarotspektroskopie NIRS)
- Gärsäuren (NIRS)
- Mykotoxine
 - Deoxynivalenol (DON) (ELISA nach Food-PA 721)
 - Zearalenon (ZEA) (ELISA nach Food-PA 721)
 - Aflatoxine (DIN EN ISO 17375)

3.3.3 Tiergesundheit, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung

Milchleistungsprüfung

Die Milchleistungsprüfung (MLP) wird routinemäßig monatlich auf jedem Betrieb durch die Vorgaben des Landeskontrollverbands Rheinland-Pfalz E.V. durchgeführt (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V., 2001; ICAR (International Committee for Animal Recording), 2017). Die aufgenommenen und bewerteten Parameter sind durch den Landeskontrollverband Rheinland-Pfalz beschrieben und fließen direkt in das Programm HERDEplus ein.

Diese durch die Milchkontrolle ermittelten Daten beinhalten neben den Leistungszahlen wie Milchmenge, Fett und Eiweißgehalt auch Zellzahlgehalt und Harnstoffgehalte der Milch der einzelnen Tiere. Diese Daten, einzeln als Parameter oder in ihrer Relation zueinander, lassen Rückschlüsse auf die Tiergesundheit und Fehler in der Fütterung und Rationsgestaltung zu.

So kann z.B. eine Veränderung im Fett: Eiweißverhältnis einen Hinweis auf die Stoffwechselfvorgänge geben, der Zellgehalt gibt Hinweise auf die Eutergesundheit und der Harnstoffgehalt weist auf die Versorgung mit Rohprotein (XP) hin.

Blutuntersuchung

Zur Beurteilung der Stoffwechselbelastung der Milchkühe in der sensiblen Phase der Frischlaktation wurden in einem zweimonatigen Intervall im Rahmen der normalen tierärztlichen Kontrolle von allen frischmelkenden Kühen Blutproben gezogen. Es wurden die Tiere ausgewählt, die sich zu diesem Zeitpunkt zwischen dem 14. und 42. Laktationstag befanden. Start dieser Untersuchungen war Ende Oktober/Anfang November 2017.

Folgende Parameter wurden analysiert:

- Aspartat-Aminotransferase (AST)
- γ -Glutamyltransferase (γ -GT)
- Glutamatdehydrogenase (GLDH)
- Bilirubin (Hinweise Energiemangel)

3. Material und Methoden

Body Condition Score

Zur Beurteilung der Körperfettreserven von Milchkühen, dem sog. Body Condition Score (BCS), werden die Tiere in 5 Gruppen unterteilt: 1 = stark unterkonditioniert; 2 = unterkonditioniert; 2,75 = durchschnittlich; 3,75 = überkonditioniert und schließlich 4,5 = stark überkonditioniert. Diese Skala wurde von Otto et al. (1991) verfeinert, indem Abstufungen zwischen den einzelnen Punkten (0,25 Punkte zwischen Score 2 und 4; 0,5 Punkte zwischen Score 1 und 2 sowie 4 und 5) eingeführt wurden (Abbildung 1).p

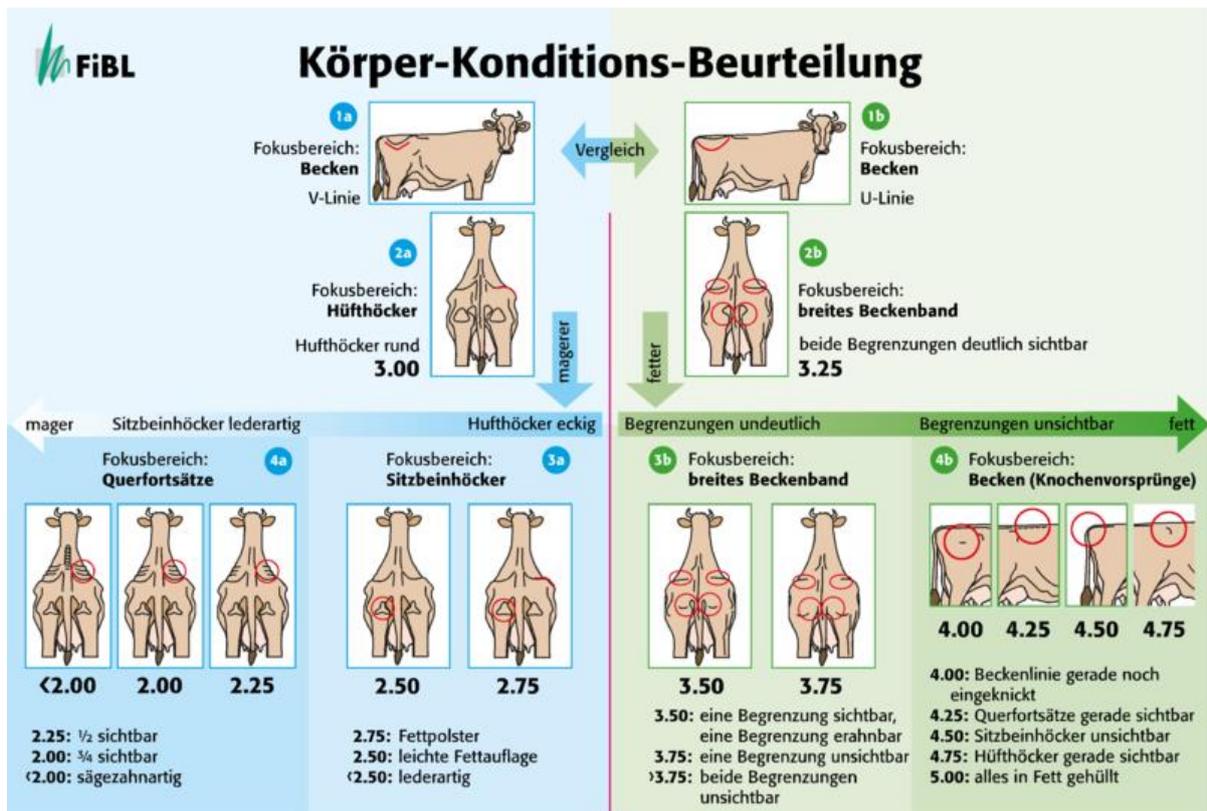


Abbildung 1: Body Condition Score (Ivemeyer et al., 2006)

Es ist bei der Benotung wichtig, möglichst alle genannten Regionen zu berücksichtigen, da die Kühe das Fett nicht überall gleichmäßig abschmelzen. Da im Projekt alle Betriebe mit schwarzbunten Holstein-Tieren arbeiten, müssen rassespezifische Unterschiede nicht berücksichtigt werden. Die BCS Beurteilung der Einzeltiere in den Projektbetrieben wird gemeinsam mit dem LCS monatlich erhoben.

Locomotion Score (LCS)

In der Praxis hat sich die Lahmheitsbeurteilungsmethode mittels des LCS nach Sprecher et al. (1997) bewährt, welches besonders bei Rindern in Laufställen oder Weidehaltung gut anwendbar ist. Dabei wird die Rückenlinie am stehenden Rind, sowie in der Entlastungsbewegung im Schritt bewertet. Kühe mit Schmerzen am Fundament weisen eine Krümmung des Rückens auf (Fiedler, 2004; Abbildung 2). Der LCS wird in 5 Bewertungsnoten unterteilt: LCS1 = lahmheitsfrei, LCS2 = leicht abnormaler Bewegungsablauf, LCS3 = geringgradig lahm, LCS4 = mittelgradig lahm und LCS5 = hochgradig lahm (Fiedler, 2004; Sprecher et al., 1997; Abbildung 2).

3. Material und Methoden

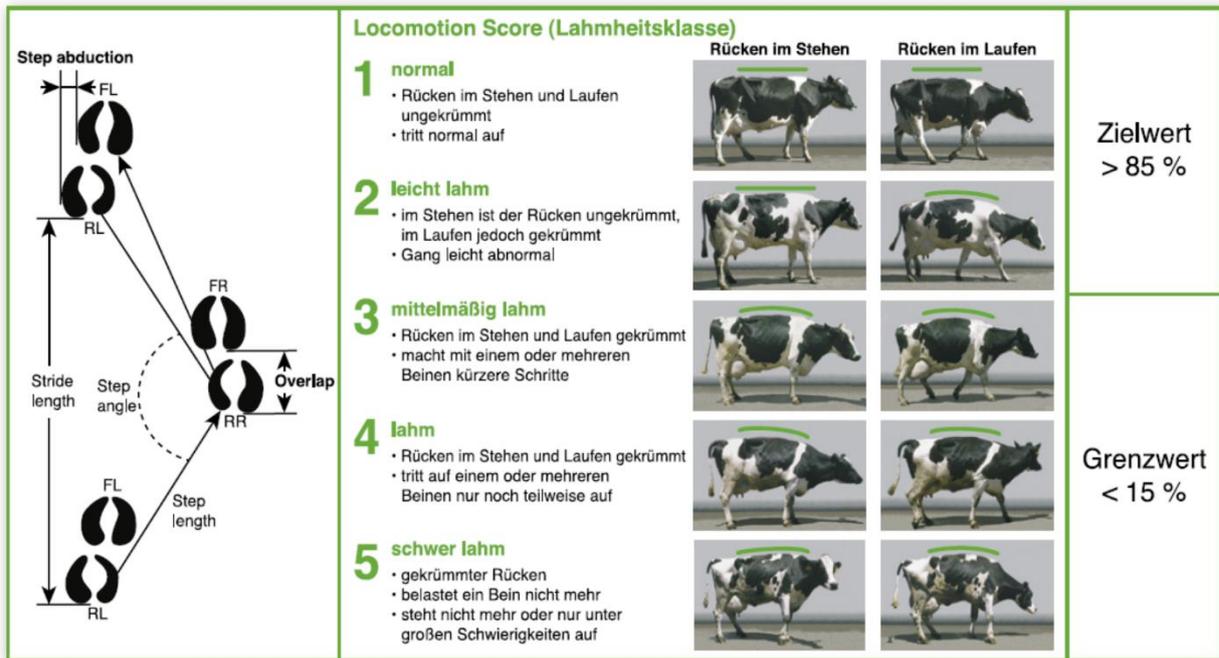


Abbildung 2: Locomotion Score zur Bewertung des Laufverhaltens nach Sprecher et al. (1997) (Pelzer and Kaufmann, 2016)

Klauenbehandlung und -gesundheit

Im Rahmen der regelmäßigen Klauenpflegemaßnahmen auf den Betrieben wurden die Befunde, die an den Klauen erfasst wurden, digital mit der Software KLAUE erfasst. Die Erfassung erfolgt direkt am Klauenstand und erlaubt die Auswertung von Daten aus der Klauenpflege. Die Befunde werden auf Grundlage des ICAR Atlas der Klauengesundheit erfasst (Egger-Danner et al., 2015). Im Rahmen der Befunderhebung sind zahlreiche Einzeldiagnosen möglich.

Die Klauenpflegedaten wurden hinsichtlich infektiöser und nicht-infektiöser Klauenkrankheiten ausgewertet. Infektiöse Klauenkrankheiten umfassen in der Auswertung die Ballenhornfäule, Phlegmonen sowie akute und chronische Läsionen im Sinne der klassischen Mortellaroschen Krankheit. Diese drei Krankheiten wurden für dieses Projekt ausgewählt, da sie einerseits stark abhängig sind von Faktoren, die den Körperstoffwechsel betreffen und somit auch abhängig sind von der Qualität der Futterkomponenten. Andererseits hat die Beschaffenheit der Gülle (Kot und Harn) auf den Betrieben auch einen direkten Zusammenhang mit der Fütterung und die Einwirkung dieser Gülle kann z.B. über pH-Wert, Konsistenz, beteiligte Bakterien etc.) das Auftreten der genannten Krankheiten beeinflussen.

Nicht infektiöse Klauenkrankheiten werden hinsichtlich Sohlenblutungen (diffus und umschrieben), Rusterholzschem Sohlengeschwür und der Vorstufe, der sog. Steingalle ausgewertet (Tabelle 4). Zudem werden Weiße Linie Abszesse berücksichtigt. Diese Horndefekte sind Ausdruck von Hornbildungsstörungen, die direkt durch den Körperstoffwechsel beeinflusst werden. Schwankungen und Veränderungen der Futterqualität und -quantität schlagen sich häufig in den typischen Erscheinungsbildern einer sogenannten "Klauenrehe" nieder. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Veränderungen am Klauenhorn frühestens 6 - 8 Wochen nach der auslösenden Ursache auf der Hornoberfläche einer fachgerecht geschnittenen Klaue erscheinen.

3. Material und Methoden

Tabelle 4: Unterteilung der Klauenerkrankungen inklusive der einzelnen Befunde

NEUERKRANKUNGEN	BEFUNDE
infektiöse Neuerkrankungen	Phlegmone / Zwischenzehenphlegmone, Dermatitis digitalis, Dermatitis interdigitalis
Dermatitis-Digitalis Neuerkrankungen	Dermatitis digitalis (DD, Mortellarosche Krankheit), Geschwüre assoziiert mit DD
Trauma- bzw. stoffwechselbedingte Neuerkrankungen	diffuse Sohlenblutungen, umschriebene Sohlenblutungen, konkave Vorderwand, doppelte Sohle, Hornkluft, Sohlengeschwüre
nicht infektiöse und "nicht Trauma- bzw. stoffwechselbedingte" Neuerkrankungen	Limax/Tylom, axialer Hornspalt

3.4 Statistische Auswertung

3.4.1 Überbetriebliche Auswertung

Neben der deskriptiven Statistik der erhobenen Daten zum Grünland, den Silagen und der Tiergesundheit wurden die Ergebnisse der Presssaftanalysen mit dem Paket "agricolae" (de Mendiburu, 2019) in R analysiert. Die Daten wurden mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalität geprüft. Anschließend wurde mittels des Generalized Linear Model (GLM) Untersuchung in R geprüft ob signifikante Einflüsse zwischen dem TS-Ertrag und den Faktoren Schnitttermin, Betrieb, Nitrat, Ammonium und Zucker bestehen. Zudem wurden Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Presssaft- und der Silageuntersuchungen nach Pearson berechnet.

Für die Maissilage wurde zunächst auf Normalverteilung mittels Shapiro-Test geprüft. Anschließend wurde eine einfaktorische Varianzanalyse (ANOVA) in SPSS verwendet. Bei signifikanten Ergebnissen für die Parameter wurden paarweise Einzelvergleiche der Betriebe mit dem Fisher's Least Significant Difference Test (LSD-Test, kleinster Signifikanzunterschied) durchgeführt. Ein p - Wert $< 0,1$ wurde als signifikant angenommen.

Die Daten der Grassilage wurden ebenfalls auf ihre Normalverteilung mittels Shapiro-Wilk-Test überprüft. Anschließend wurde mittels UNIANOVA in SPSS (einfaktorische Varianzanalyse für eine unabhängige Variable von mehreren abhängigen Faktoren) der Einfluss von Schnitt, Jahr und Betrieb auf die Erträge bestimmt und die p -Werte wurden post-hoc mit der Tukey-Kramer-Korrektur angepasst ($p < 0,05$).

Für die Grassilagen wurde eine Diskriminanzanalyse mittels SPSS durchgeführt, um die Bedeutung der abhängigen Variablen, hier der Untersuchungsparameter der Silagen, für die Unterscheidung der verglichenen Stichproben, in diesem Fall der verschiedenen Betriebe bzw. Schnitte (Bortz and Schuster, 2010) zu untersuchen. Die ermittelten Diskriminanzfunktionen führen zu einer bestmöglichen Trennung der Stichproben anhand der gegebenen abhängigen Variablen.

Darüber hinaus wurde für die Grassilagen eine Hauptkomponentenanalyse (Principle Component Analysis, PCA) mittels SPSS durchgeführt, um die wichtigsten, unabhängigen Faktoren zu extrahieren. Das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium war 0.867 und der Bartlett-Test hochsignifikant ($p < 0,001$), was eine ausreichend hohe Korrelation zwischen gegebenen Variablen darstellt, um eine Hauptkomponentenanalyse durchzuführen. Nur Faktoren mit Eigenwerten ≥ 1 wurden in Betracht gezogen (Guttman, 1954; Kaiser, 1960). Eine Überprüfung des Kaiser-Kriteriums und Screen-Plots rechtfertigte die Extraktion von 8 Faktoren, jeweils mit Eigenwerten > 1 .

3. Material und Methoden

3.4.2 Einzelbetriebliche Analysen

Für die einzelbetriebliche Auswertung wurden die Daten für Milchleistung, Blutanalysen, BCS, LCS und Klauenkrankheiten zunächst auf Einzeltierbasis erfasst und diese Daten anschließend betriebspezifisch ausgewertet. Dafür wurden die Daten der MLP, Blutanalysen, LCS und die Klauenkrankheiten mittels deskriptiver Statistik ausgewertet. Für den BCS wurden die einzelnen Laktationsphasen bei der Auswertung berücksichtigt. Hier wurde für die einzelnen Laktationsabschnitte eine deskriptive Statistik der Daten durchgeführt.

Zusätzlich zur deskriptiven Statistik wurden auf Betrieb A beispielhaft Pearson-Korrelationen zwischen den einzelnen BA inklusive GABA, der Milchleistung sowie den Milchinhaltsstoffen gerechnet.

4. Ergebnisse

4. Ergebnisse

4.1 Überbetriebliche Auswertung

4.1.1 Grünlandanalyse

Alle Bestände sind mit einem Gräseranteil >50 % als „graslastig“ einzustufen. Viele Flächen sind mit einem hohen Anteil an *Lolium perenne* (dt. Weidelgras) sehr artenarm und eher als Feldfutter zu bezeichnen, zumal die Flächen im 5-jährigen Turnus umgebrochen und wieder neu angesät werden. Die Flächen von Betrieb A werden regelmäßig gegen Löwenzahn und andere Kräuter mit einem nicht-selektiven Herbizid behandelt. Lediglich eine Neuansaat weist noch einen hohen Weißkleeanteil auf. Die Pflanzenbestände von Betrieb B sind größtenteils dicht, da hier Milchkühe weiden. Der Betrieb ist gut strukturiert, allerdings werden regelmäßig Pflanzenschutzbehandlungen gegen Ampfer durchgeführt, durch die auch andere Kräuter in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Pflanzenbestände von Betrieb C sind lückig und stark überdüngt. Der hohe Besatz mit Ampfer und gemeiner Rispe deuten auf eine hohe organische Düngung zu teilweise ungünstigen Zeitpunkten hin. Die Böden sind nahezu alle verdichtet. Die Flächen von Betrieb D sind teilweise ungepflegt, die Pflanzenbestände sind mosaikhafte und inhomogen. Insgesamt lässt dies darauf schließen, dass die Stickstoffdüngung zu hoch ist. Tabelle 5 zeigt die Bewertung der Pflanzenbestände nach der Methode der Gütezahlen nach Strählin. Der Flächendurchschnitt schwankt nach dieser Bewertungsmethode zwischen 45 und 70.

Tabelle 5: Bewertung der Pflanzenbestände mit den Gütezahlen nach Strählin

Fläche Betrieb	1	2	3	4	5	Gütezahlg pro Betrieb
A	63,9	68,7	75,5	71,7	70,0	70,0
B	69,4	68,1	63,3	65,0	62,1	64,2
C	65,4	71,8	64,8	31,5	63,8	59,5
D	29,0	20,5	62,5	69,5		45,4

Tabelle 6 zeigt die Wertzahlen nach Klapp der erhobenen Flächen je Standort. Die Wertzahlen variieren nur mäßig und liegen im Bereich von Pflanzenbeständen die gute bis mittlere Futterqualität erbringen können.

Tabelle 6: Bewertung der Pflanzenbestände mit den Wertzahlen nach Klapp

Fläche Betrieb	1	2	3	4	5	Wertezahlg pro Betrieb
A	6,0	7,1	7,6	7,5	7,1	7,1
B	7,2	6,9	6,3	5,3	5,9	6,0
C	5,5	5,4	5,9	5,5	6,2	6,3
D	6,2	5,8	4,8	7,1		5,7

4.1.2 Presssaftanalyse

Die Ergebnisse sowie die Diskussion der Presssaftanalysen für das Jahr 2017 sind in der Masterarbeit von Luhmer (2018) mit dem Titel „Rapid laboratory evaluation as a tool for improved forage production and utilization from grassland“ im Anhang A1 detailliert beschrieben, wohingegen jene für das Jahr 2018 in der Bachelorarbeit von Hostert (2019) mit dem Titel „Gras-

4. Ergebnisse

Presssaftanalysen als Entscheidungshilfe für einen Siliermitteleinsatz“ im Anhang A3 detailliert beschrieben sind.

Die im Jahr 2017 für die Presssaftanalyse entnommenen Proben zeigen zu Beginn der Vegetationsperiode eine geringe Schwankung der Nitratkonzentrationen zwischen 10 und 700 mg/l, mit einer durchschnittlichen Konzentration im Mai von 264 mg/l. Die Schwankungsbreite der Werte wurde zum Ende der Vegetationsperiode hin größer, mit Nitratkonzentrationen zwischen 200 und 4500 mg/l. Auf allen Betrieben stiegen die Nitratgehalte mit fortschreitender Vegetationsperiode an und zeigten die größten Konzentrationsschwankungen spät im Jahr. Die Ammoniumkonzentrationen zeigen im Allgemeinen ein ähnliches Muster wie die Nitratkonzentrationen, da sie in den Sommermonaten tendenziell anstiegen und zum Herbst hin leicht abfielen. Allerdings waren die Ammoniumgehalte deutlich geringer als die Nitratgehalte und zeigten größere Schwankungen. Die Ergebnisse für die Analysen des Zuckers zeigten, dass bei der ersten Ernte im Mai die Zuckerkonzentrationen am höchsten waren und bis zu 67 g/l erreichten. Mit fortschreitender Vegetationsperiode und nachfolgendem Aufwuchs sanken die Zuckerkonzentrationen tendenziell ab, wobei der Höchstwert im September bei 29,1 g/l lag. Ähnliche Trends zeigten sich auch 2018. Silageanalyse

Maissilage

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Maissilagen in den beiden Versuchsjahren 2017 und 2018 dargestellt. Die Beprobung der Silagen pro Betrieb erfolgte individuell, die Analyseergebnisse wurden jedoch aufgrund der Ähnlichkeit der Werte gemittelt über alle Betriebe jährlich dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Silagen in beiden Versuchsjahren einen stabilen mittleren pH-Wert um 4 mit geringen Standardabweichungen zwischen 0,08 und 0,19 aufwiesen. Auch die mittleren Milchsäuregehalte (zwischen 61,2 g/kg TS und 67,9 g/kg TS) und Essigsäuregehalte (16,2 g/kg TS und 23,6 g/kg TS) zeigten nur geringfügige Änderungen. Bei den Mykotoxingehalten waren dagegen signifikante Unterschiede (p -Wert $<0,1$) festzustellen. Sowohl die mittleren DON-Gehalte für das Versuchsjahr 2017 (2017: 2,71 mg/kg TS und 2018: 1,38 mg/kg TS), als auch die ZEA Gehalte waren für das Jahr 2017 im Vergleich zum Jahr 2018 signifikant erhöht (2017: 125 µg/kg TS und 2018: 23,8 µg/kg TS). Dagegen wurde kein signifikanter Unterschied bei der Summe der Aflatoxine festgestellt (Tabelle 6).

Der Trockensubstanzgehalt der Maissilagen in beiden Versuchsjahren 2017 und 2018 lag zwischen 37,3 g/kg TS und 36,2 g/kg TS und zeigte keinen signifikanten Unterschied. Auch für die enzymlösliche organische Substanz (ELOS) wurden kein signifikanter Unterschied (720 g/kg TS 2017 bzw. 724 g/kg TS 2018) festgestellt. Sowohl die Energie (ME: 2017: 11,4 MJ ME/kg TS und 2018: 11,1 MJ ME/kg TS) als auch die Netto-Energie-Laktation (NEL: 2017: 7,08 MJ NEL/kg TS und 2018: 6,88 MJ NEL/kg TS) lagen für beide Versuchsjahre in ähnlichen Bereichen und unterschieden sich nicht signifikant.

Neben den dargestellten Parametern wurden die Bestandteile der Weender Analyse Rohasche (XA), Rohfaser (XF), Rohfett (XL) und Rohprotein (XP) bestimmt. Hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Versuchsjahren. Lediglich der XA-Gehalt war 2017 signifikant niedriger als 2018 (2017: 35 g/kg TS; 2018: 40,8 g/kg TS).

Zusätzlich wurden zu XP, das nutzbare Rohprotein am Duodenum (nXP), der pansenbeständige Proteingehalt (UDP), die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) und die beiden essentiellen Aminosäuren Lysin und Methionin untersucht. Dabei zeigte sich, dass der nXP-Gehalt und die

4. Ergebnisse

Gehalte der beiden Aminosäuren, sich in den beiden Versuchsjahren kaum unterschieden. Der UDP-Gehalt hingegen war 2018 (17,3 g/kg TS) signifikant niedriger als im Jahr 2017 (18,5 g/kg TS). Die RNB war 2018 (-9,74 g/kg TS) ebenfalls geringer als im Jahr 2017 (-5,68 g/kg TS), allerdings war der Unterschied nicht signifikant.

Darüber hinaus wurden die Faserbestandteile nach van Soest analysiert. Sie setzen sich zusammen aus den Nicht-Faser-Kohlenhydrate (NFC), bestehend aus Zucker, Stärke, Pektin und organischen Resten, dem Säure-Detergenzien-Lignin (ADL), den Neutrale-Detergenzien-Faser (NDF) und den Säure-Detergenzien-Faser (ADF). Aus NDF, ADF und ADL wird der Anteil an Zellulose, Hemizellulose und Lignin berechnet. ADF und ADL unterschieden sich in den beiden Versuchsjahren nur geringfügig, wohingegen der Anteil an NDF 2017 (360 g/kg TS) signifikant geringer war als 2018 (404 g/kg TS). Ebenfalls wurden signifikante Unterschiede zwischen den beiden Projektjahren bei NFC und der Stärke festgestellt, dagegen war der Zuckerhalt 2017 mit 8,8 g/kg TS höher als im Jahr 2018 (7,8 g/kg TS), allerdings war der Unterschied nicht signifikant (Tabelle 7).

4. Ergebnisse

Tabelle 7: Mittelwert und Standardabweichung, Strukturgleichungsmodellierung und p-Werte für die beiden Versuchsjahre 2017 und 2018 für die Maissilage.

Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für die einzelnen Parameter der Maissilage für die beiden Jahre 2017 und 2018. Zudem wurde für alle Parameter die Strukturgleichungsmodellierung (SEM) dargestellt. Weiterhin sind die p-Werte für alle Parameter (ANOVA, $p < 0,1$) in den beiden Versuchsjahren angegeben.

Anbaujahr		2017		2018		SEM	p-Wert
		MW	SD	MW	SD		
Variable							
pH-Wert		3.92	0.08	4.00	0.19	0.045	0.408
Milchsäure	g/kg TS	67.9	22.2	61.2	20.9	8.586	0.759
Essigsäure	g/kg TS	16.2	5.2	23.6	10.8	3.430	0.361
DON	mg/kg TS	2.71	0.82	1.38	0.84	0.348	0.048
ZEA	µg/kg TS	125.4	104	23.8	53	30.46	0.097
Summe Aflatoxine	mg/kg TS	7.05	6.13	9.40	6.29	2.087	0.624
TS	g/kg TS	37.2	2.4	36.2	4.5	1.076	0.688
ME	MJ/kg TS	11.4	0.32	11.1	0.45	0.133	0.163
ELOS ²	g/kg TS	720	34	724	13	8.357	0.838
NEL ³ ELOS	MJ/kg TS	7.08	0.19	6.88	0.13	0.065	0.129
nXP ⁴	g/kg TS	135.8	3.1	133.0	2.2	0.988	0.172
UDP ⁵	g/kg TS	18.5	0.6	17.3	0.5	0.295	0.017
RNB ⁶	g/kg TS	-5.68	9.17	-9.74	1.13	2.062	0.355
Struktur	g/kg TS	1.53	0.13	1.78	0.17	0.068	0.057
NFC ⁷	g/kg TS	499	25	456	40	12.27	0.081
XA	g/kg TS	35.0	3.9	40.8	5.6	1.735	0.094
VCOS ⁸	% OS	77.3	1.3	77.4	0.8	0.347	0.975
XP	g/kg TS	74.2	3.0	70.6	4.3	1.249	0.160
XL	g/kg TS	32.2	2.3	29.5	1.3	0.764	0.074
XF	g/kg TS	176	26	201	28	9.114	0.176
XZ	g/kg TS	8.80	8.1	7.80	7.2	2.295	0.842
Beständige Stärke	g/kg TS	347	40	295	46	15.52	0.093
NDF _{org} ⁹	g/kg TS	360	24	404	34	11.42	0.048
ADF _{org} ¹⁰	g/kg TS	200	23	230	33	9.874	0.135
ADL _{org} ¹¹	g/kg TS	16.2	4.6	16.6	6.5	1.681	0.913
Lysin	g/kg TS	3.40	0.18	3.48	0.19	0.063	0.589
Methionin	g/kg TS	1.33	0.05	1.33	0.10	0.025	1.000

¹Analyse: ANOVA; ² ELOS: Enzymlösliche organische Substanz; ³ NEL: Netto-Energie-Laktation; ⁴ nXP: nutzbares Rohprotein am Duodenum; ⁵ UDP: un-degradable protein (pansenbeständiges Protein); ⁶ RNB: Ruminale Stickstoff Bilanz; ⁷ NFC: Nicht-Faser-Kohlenhydrate; ⁸ VCOS: Verdaulichkeitskoeffizient der organischen Substanz; ⁹ NDF: Neutral-Detergenzien-Faser; ADF: acid detergent fibre (Säure-Detergenzien-Faser); ¹¹ ADL: acid detergent lignin

4. Ergebnisse

Grassilage

Die Ergebnisse der Grassilagen werden in den Tabellen 8 bis 16 dargestellt, dabei wurden die einzelnen Parameter der Grassilagen nach den Kriterien, Jahr, Betrieb und Schnitt analysiert. Zudem wurden die Korrelationen für die einzelnen Effekte zwischen dem Jahr, dem Betrieb und dem Schnitt, sowie deren Interaktion auf die Parameter dargestellt.

In Tabelle 8 ist der Einfluss des Jahres, des Betriebes und des Schnittes auf den pH-Wert und die Rohnährstofffraktionen aus der Weender Analyse dargestellt. Hier zeigte sich, dass beim pH-Wert keine signifikanten Unterschiede weder zwischen den einzelnen Anbaujahren noch den einzelnen Schnitten bestehen, dagegen zeigte sich ein signifikant höhere pH-Wert (pH-Wert 4,7) bei Betrieb B im Vergleich zu den anderen Betrieben (durchschnittlicher pH-Wert 4,4). Auch die TS-Gehalte zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den einzelnen Jahren und dem einzelnen Schnitt. Betrieb B wies eine signifikant höhere TS (51 %) im Vergleich zu den anderen Betrieben auf. Die Rohnährstofffraktionen bestehen aus XA, XF, XL, XP und XZ (Tabelle 7). Die Gehalte der Rohnährstoffe unterschieden sich in den Jahren nicht signifikant. Bei den Schnitten zeigte sich lediglich, dass bei XF der 2. Schnitt einen signifikant höheren Gehalt (256 g/kg TS) im Vergleich zum 1. und 3. Schnitt (233 g/kg TS und 229 g/kg TS) aufwies. Die anderen Rohnährstofffraktionen zeigten keine signifikanten Unterschiede für die verschiedenen Schnitten. Die Korrelationen der einzelnen Merkmale zu den Faktoren Jahr, Betrieb, Schnitt und deren Interaktionen sind ebenfalls in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 9 zeigt den Einfluss der Jahre, der Betriebe und der Schnitte auf den Energiegehalt sowie den Anteil der Stickstofffraktionen in der Grassilage. Die umsetzbare Energie (ME) und die Netto-Energie-Laktation (NEL) zeigten weder für die beiden Jahre noch für die einzelnen Betrieben signifikante Unterschiede. Lediglich der 1. Schnitt hatte eine sowohl signifikant höhere ME als auch NEL im Vergleich zu den anderen Schnitten. Das nXP unterschied sich dagegen signifikant für die Betriebe, wobei Betrieb A den höchsten nXP-Gehalt (143 g/kg TS) und Betrieb C den geringsten Gehalt (138 g/kg TS) aufwiesen, die Betriebe B und D zeigten mittlere nXP-Gehalte (141 g/kg TS). Zwischen den Jahren und den einzelnen Schnitten waren keine signifikanten Unterschiede im nXP-Gehalt zu erkennen. Bei der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren und den Betrieben gezeigt werden. Auch UDP zeigte keine Unterschiede zwischen den Anbaujahren und den einzelnen Betrieben. Der 1. Schnitt hatte signifikant geringere UDP Gehalte (15,1 %) im Vergleich zum 2. Schnitt (19,9 %), der 3. Schnitt unterschied sich weder signifikant vom 1. noch vom 2. Schnitt (18,5 %). UDP war ebenfalls signifikant mit dem fixen Effekt Schnitt korreliert. Sowohl Nitrat, NH_4^+ und NH_3 zeigten keine signifikanten Unterschiede in den Jahren und den Schnitten. Bei den einzelnen Betrieben waren die Unterschiede deutlicher, aber ebenfalls nicht signifikant. Auch beim Anteil von NH_3 am gesamten Stickstoff wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren und den Schnitten festgestellt. Dagegen war der Anteil von NH_3 am gesamten Stickstoff bei den einzelnen Betrieben signifikant unterschiedlich. Den geringsten Anteil von NH_3 -N am gesamten Stickstoff zeigte der Betrieb B (6,7 %) und den signifikant höchsten Anteil Betrieb C (10,8 %). Betrieb A hatte einen signifikant höheren Anteil an NH_3 (9,3 %) im Vergleich zu Betrieb B, aber der Unterschied zu Betrieb C und D war nicht signifikant. Der Anteil von NH_3 -N am gesamten Stickstoff bei Betrieb D (7,5 %) zeigte keinen signifikanten Unterschied zu Betrieb A und B, war aber signifikant geringer als Betrieb C.

4. Ergebnisse

In Tabelle 10 wird der Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt auf die Proteinlöslichkeit/-fraktion der Grassilage dargestellt. Der Anteil an Pepsin-unlöslichen Rohprotein zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren. Dagegen wurden signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben und den Schnitten festgestellt. Hier zeigte sich, dass Betrieb B den höchsten Anteil an Pepsin-unlöslichem Rohprotein (24,3 %) hatte und sich signifikant von Betrieb D (21,4 %), nicht jedoch von den Betrieben A und C (19,2 % bzw. 20,2 %) unterschied. Den signifikant geringsten Anteil an Pepsin-unlöslichen Rohprotein (16,7 %) zeigte der 1. Schnitt im Vergleich zum 2. und 3. Schnitt (24,3 % und 22,2 %). Auch der proteinlösliche Anteil des Rohproteins zeigte nur signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben und den Schnitten, nicht jedoch zwischen den Jahren. Für Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren und den Schnitten festgestellt. Dagegen waren die Unterschiede bei den NPN-Gehalten zwischen den Betrieben signifikant unterschiedlich, den signifikant geringsten NPN-Gehalt zeigte Betrieb A (55,3 %) im Vergleich zu Betrieb C (62,4 %), die Betriebe B und D unterschieden sich nicht signifikant von den anderen beiden Betrieben. Das pufferlösliche Reinprotein (B1), das puffer-unlösliche Reinprotein (B2) und das zellwandgebundene unlösliche Reinprotein (C) zeigten keine signifikanten Unterschiede, weder zwischen den Anbaujahren noch zwischen den Betrieben oder den Schnitten. Der Anteil von B 1 - 3 am XP zeigte signifikante Unterschiede zwischen Betrieb und Schnitt. Betrieb C wies den signifikant kleinsten Anteil an B 1 - 3 (33,3 %) und Betrieb A den signifikant höchsten Anteil (40,5 %) auf. Die Betriebe B und D (38,7 % und 38,5%) unterschieden sich nicht signifikant von den anderen Betrieben. Der Anteil B 1-3 am Rohprotein war beim 1. Schnitt mit 33,8% signifikant geringer als beim 2. (40,8%) und 3. Schnitt (38,8%). Die gleichen signifikanten Unterschiede zwischen den Betrieben und den Schnitten gelten für den Reineiweißgehalt (Tabelle 10).

Tabelle 11 zeigt den Einfluss der Jahre, der Betriebe und der Schnitte auf den Gehalt an Strukturkohlenhydraten (Gerüstsubstanz, nach van Soest) der Grassilage. Bei der physikalisch-effektiven Neutralen-Detergenz-Faser (peNDF) wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren und den Betrieben festgestellt. Bei den Schnitten wurde der signifikant höchste Gehalt peNDF im 2. Schnitt (527 g/kg TS) festgestellt im Vergleich zum 1. und 3. Schnitt (466 g/kg TS bzw. 470 g/kg TS). Die ADF und die NDF zeigten nach der Behandlung mit Amylase (aNDF) weder signifikante Unterschiede zwischen den Jahren noch in den Betrieben oder den einzelnen Schnitten. Bei den NFC wurden nur signifikante Effekte für den Betrieb sowie die einzelnen Schnitte festgestellt. Dabei zeigte sich der signifikant höchste Gehalt bei Betrieb A (238 g/kg TS) im Vergleich zu den Betrieben B und D (208 g/kg TS bzw. 209 g/kg TS), der Betrieb C unterschied sich nicht signifikant von den anderen Betrieben (219 g/kg TS). Der signifikant geringste Gehalt an NFC (201 g/kg TS) wurde beim 2. Schnitt festgestellt, die höchsten Gehalte wurden beim 1. und 3. Schnitt ermittelt (230g /kg TS bzw. 225 g/kg TS). Beim organischen ADF bestanden nur signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben, wobei Betrieb D die signifikant höchsten Gehalte an organischem ADF (292 g/kg TS) aufwies und Betrieb C die niedrigsten Gehalte (262 g/kg TS). Die Betriebe A und B wiesen keine signifikanten Unterschiede zu den anderen Betrieben auf.

4. Ergebnisse

Tabelle 8: Statistische Kennzahlen für den pH-Wert und den Anteil an Roh Nährstofffraktionen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte. Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für den pH-Wert und den Anteil an Roh Nährstofffraktionen in der Grassilage. Weiterhin sind die p-Werte für den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt sowie deren Interaktionen (GLM/UNIANOVA) auf die einzelnen Parameter angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Effekten auf den pH-Wert und den Anteil an Roh Nährstofffraktionen in der Grassilage sind nach der Post-Hoc-Tukey-Analyse ($p < 0,05$) identifizierten und werden durch unterschiedliche Buchstaben in der Spalte "Mittelwert" gekennzeichnet.

Variable	pH-Wert		TS %		XA g/kg TS		XF g/kg TS		XL g/kg TS		XP g/kg TS		XZ g/kg TS	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Jahr														
2017	4.5	0.2	37.6	9.5	104.7	27.8	228	19	36.5	10.2	178	18	38.3	34.4
2018	4.4	0.2	37.8	6.5	98.3	13.8	254	21	43.5	5.3	168	18	37.5	36.6
Betrieb														
A	4.4 ^a	0.2	36.0 ^a	6.4	97.2	7.9	232	26	34.8	12.0	178	20	25.4 ^a	16.2
B	4.7 ^b	0.2	51.0 ^b	7.2	96.2	22.4	251	30	34.1	5.3	176	29	69.2 ^b	58.0
C	4.4 ^a	0.1	33.9 ^a	6.2	115.8	33.8	233	19	44.0	5.7	170	14	35.8 ^a	39.3
D	4.4 ^a	0.3	37.1 ^a	6.3	94.0	13.8	249	16	43.4	4.3	171	15	40.4 ^a	23.3
Schnitt														
1	4.4	0.2	37.7	7.9	95.8	12.9	233 ^a	19	41.1	6.9	177	15	39.0	42.1
2	4.5	0.1	39.8	8.7	96.4	15.5	256 ^b	25	40.2	5.2	167	18	39.1	18.7
≥3	4.5	0.2	35.7	8.5	113.9	32.4	229 ^a	19	36.9	13.3	176	22	35.8	40.1
p-value														
Jahr	0.383		0.585		0.660		0.007		0.250		0.598		0.166	
Betrieb	0.010		< 0.001		0.254		0.258		0.076		0.545		0.006	
Schnitt	0.020		0.479		0.504		0.018		0.661		0.187		0.613	
Jahr*Betrieb	0.034		0.044		0.940		0.596		0.942		0.004		0.329	
Jahr*Schnitt	0.004		0.056		0.516		0.846		0.981		0.692		< 0.001	
Betrieb*Schnitt	0.023		0.549		0.679		0.628		0.548		0.090		0.001	

4. Ergebnisse

Tabelle 9: Statistische Kennzahlen für die Energiegehalte und sowie den Anteilen an Stickstofffraktionen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.

Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für die Energiegehalte und sowie den Anteilen an Stickstofffraktionen in der Grassilage. Weiterhin sind die p-Werte für den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt sowie deren Interaktionen (GLM/UNIANOVA) auf die einzelnen Parameter angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Effekten auf die Energiegehalte und sowie den Anteilen an Stickstofffraktionen in der Grassilage sind nach der Post-Hoc-Tukey-Analyse ($p < 0,05$) identifizierten und werden durch unterschiedliche Buchstaben in der Spalte "Mittelwert" gekennzeichnet.

Variable	ME_UE MJ/kg TS		NEL MJ/kg TS		nXP g/kg TS		RNB g/kg TS		UDP % des RP		Nitrat g/kg TS		NH ₄ ⁺ g/kg TS		NH ₃ g/kg TS		NH ₃ %, Gesamt-N	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Jahr																		
2017	10.3	0.4	6.2	0.3	143	4.2	5.6	2.7	17.4	4.9	0.43	0.16	3.04	0.87	3.37	1.11	9.2	2.1
2018	10.1	0.4	6.0	0.3	138	3.6	4.8	2.8	18.0	5.5	0.61	0.42	----	----			7.9	1.3
Betrieb																		
A	10.4	0.4	6.2	0.3	143 ^b	5.2	5.6	2.7	17.1	2.8	0.63	0.36	3.35	0.73	3.81	0.84	9.3 ^{bc}	1.6
B	10.3	0.6	6.2	0.4	141 ^{ab}	3.4	5.5	4.6	19.4	7.9	1.10	0.68	1.66	---	1.79	0.07	6.7 ^a	0.6
C	10.1	0.4	6.1	0.3	138 ^a	4.1	5.2	2.4	16.1	5.6	0.41	0.25	3.76	0.09	4.42	0.21	10.8 ^c	1.4
D	10.2	0.3	6.1	0.3	141 ^{ab}	2.0	4.8	2.4	19.4	5.0	0.49	0.28	2.26	0.33	2.56	0.37	7.5 ^{ab}	1.0
Schnitt																		
1	10.5 ^b	0.4	6.3 ^b	0.3	141	5.6	5.7	2.4	15.1 ^a	3.5	0.49	0.27	2.99	1.15	3.37	1.14	8.8	1.9
2	10.0 ^a	0.4	5.9 ^a	0.2	140	4.5	4.4	2.5	19.9 ^b	5.2	0.74	0.52	2.93	0.58	2.99	1.04	8.2	1.6
≥3	10.1 ^a	0.3	6.1 ^a	0.2	141	3.5	5.7	3.3	18.5 ^{ab}	5.6	0.42	0.20	3.17	1.07	3.75	1.31	9.3	2.4
p-value																		
Jahr	0.087		0.045		0.001		0.830		0.993		0.999		n.A.		n.A.		0.675	
Betrieb	0.588		0.843		0.014		0.716		0.543		0.324		0.407		0.226		0.009	
Schnitt	0.001		0.001		0.405		0.341		0.041		0.591		0.988		0.982		0.737	
Jahr*Betrieb	0.260		0.331		0.164		0.010		0.185		0.839		n.A.		n.A.		0.482	
Jahr*Schnitt	0.981		0.942		0.321		0.549		0.227		0.861		n.A.		n.A.		0.703	
Betrieb*Schnitt	0.404		0.497		0.703		0.199		0.284		0.629		0.893		0.963		0.613	

4. Ergebnisse

Tabelle 10: Statistische Kennzahlen für die Proteinlöslichkeit/-fraktionen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.
 Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für die Proteinlöslichkeit/-fraktionen in der Grassilage. Weiterhin sind die p-Werte für den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt sowie deren Interaktionen (GLM/UNIANOVA) auf die einzelnen Parameter angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Effekten auf die Proteinlöslichkeit/-fraktionen in der Grassilage sind nach der Post-Hoc-Tukey-Analyse ($p < 0,05$) identifizierten und werden durch unterschiedliche Buchstaben in der Spalte "Mittelwert" gekennzeichnet.

Variable	Pepsin- unlösl. XP % XP		Protein- löslichkeit % XP		NPN ¹ % XP		B1 ² % XP		B2 ³ % XP		B3 ⁴ % XP		C ⁵ % XP		Anteil B 1-3 % XP		Reineiweiß ⁶ % XP	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Effekt	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Jahr																		
2017	22.5	7.3	58.1	7.0	56.1	7.0	2.3	1.3	23.3	5.5	14.1	6.6	4.1	1.3	39.7	6.4	43.9	7.0
2018	19.8	4.1	63.3	7.2	61.0	7.2	2.7	0.9	19.7	2.9	11.8	4.0	4.8	1.2	34.2	6.4	39.0	7.2
Betrieb																		
A	19.2 ^a	2.2	58.1 ^a	4.9	55.3 ^a	5.0	2.9	1.5	23.6	3.1	14.0	4.5	4.2	1.2	40.5 ^b	5.5	44.7 ^b	4.9
B	24.3 ^b	12.7	59.6 ^{ab}	12.9	56.9 ^{ab}	12.3	2.7	1.2	19.4	4.1	16.6	9.8	4.3	1.7	38.7 ^{ab}	11.1	43.1 ^{ab}	12.4
C	20.2 ^a	3.4	64.7 ^b	7.8	62.4 ^b	7.6	2.3	1.0	20.6	5.2	10.4	4.6	4.2	1.2	33.3 ^a	6.6	37.6 ^a	7.5
D	21.4 ^{ab}	4.1	58.7 ^{ab}	4.5	56.6 ^{ab}	4.3	2.0	0.8	22.8	6.5	13.6	4.9	4.9	1.4	38.5 ^{ab}	3.6	43.4 ^{ab}	4.3
Schnitt																		
1	16.7 ^a	1.9	65.5 ^b	6.6	62.5	7.1	3.0	1.1	19.7	3.6	11.1 ^a	3.6	3.7	1.2	33.8 ^a	6.9	37.5 ^a	7.1
2	24.3 ^b	7.5	56.9 ^a	7.5	54.5	7.7	2.5	1.3	20.9	4.0	17.4 ^b	6.9	4.8	1.0	40.8 ^b	7.4	45.6 ^b	7.8
≥3	22.2 ^b	3.1	57.7 ^a	5.0	56.4	5.4	1.9	1.0	25.0	5.5	11.9 ^a	5.0	4.8	1.3	38.8 ^b	4.7	43.6 ^b	5.4
p-value																		
Jahr	0.005		0.003		0.004		0.493		0.081		0.084		0.179		0.001		0.004	
Betrieb	0.074		0.060		0.040		0.293		0.600		0.233		0.665		0.041		0.039	
Schnitt	0.001		0.001		0.003		0.507		0.367		0.019		0.014		0.008		0.003	
Jahr*Betrieb	0.005		0.020		0.021		0.559		0.443		0.342		0.427		0.018		0.020	
Jahr*Schnitt	0.045		0.488		0.248		0.172		0.316		0.091		0.080		0.488		0.246	
Betrieb*Schnitt	0.014		0.304		0.377		0.705		0.526		0.885		0.392		0.404		0.374	

¹ Nicht-Protein-Stickstoff; ² pufferlösliches Reinprotein; ³ puffer-unlösliches Reinprotein; ⁴ zellwandgebundenes Reinprotein; ⁵ zellwandgebundenes unlösliches Reinprotein; ⁶ berechnetes Reineiweiß

4. Ergebnisse

Tabelle 11: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an Strukturkohlenhydraten (Gerüstsubstanzen) in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte. Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für den Gehalt an Strukturkohlenhydraten (Gerüstsubstanzen) in der Grassilage. Weiterhin sind die p-Werte für den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt sowie deren Interaktionen (GLM/UNIANOVA) auf die einzelnen Parameter angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Effekten auf den Gehalt an Strukturkohlenhydraten (Gerüstsubstanzen) in der Grassilage sind nach der Post-Hoc-Tukey-Analyse ($p < 0,05$) identifiziert und werden durch unterschiedliche Buchstaben in der Spalte "Mittelwert" gekennzeichnet.

Variable	peNDF ¹ g/kg TS		ADF ² g/kg TS		NFC ³ g/kg TS		ADF, organisch g/kg TS		ADL ⁴ g/kg TS		aNDF ⁵ g/kg TS	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Jahr												
2017	490	49	299	24	213	23	266	23	31.7	14.0	439	89
2018	482	33	297	25	223	29	288	24	35.4	13.8	467	32
Betrieb												
A	470	31	293	17	238 ^b	20	272 ^{ab}	25	31.8 ^a	18.3	430	106
B	511	69	292	11	208 ^a	6	285 ^{ab}	30	30.0 ^a	5.4	477	72
C	482	39	300	35	219 ^{ab}	35	262 ^a	22	29.1 ^a	6.6	440	37
D	486	18	301	14	209 ^a	21	292 ^b	19	42.8 ^b	15.0	481	22
Schnitt												
1	466 ^a	14	284	9	230 ^b	25	268	15	29.3 ^a	6.6	441	22
2	527 ^b	43	317	21	201 ^a	22	295	27	40.8 ^b	15.6	463	123
≥3	470 ^a	29	298	29	225 ^b	27	264	24	31.1 ^a	16.4	449	43
p-value												
Jahr	0.030		0.355		0.079		0.015		0.487		0.397	
Betrieb	0.493		0.488		0.012		0.071		0.009		0.578	
Schnitt	0.002		0.184		0.004		0.005		0.140		0.563	
Jahr*Betrieb	0.008		0.173		0.097		0.487		0.016		0.443	
Jahr*Schnitt	0.077		0.096		0.004		0.857		0.028		0.963	
Betrieb*Schnitt	0.019		0.157		0.036		0.347		0.006		0.264	

¹ physikalisch effektive Neutrale-Detergenz-Faser; ² Säure-Detergenz-Faser (ADF, acid detergent fiber) bei Proteinfractionierung; ³ Non-Fiber Carbohydrates (NFC); ⁴ Säure-Detergenz-Lignin (ADL, acid detergent lignin); ⁵ aNDF = NDF nach Behandlung mit Amylase.

4. Ergebnisse

In Tabelle 12 wird der Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt auf die Gehalte an Spurenelementen in den Grassilagen dargestellt. Hier zeigte sich, dass sowohl bei den Gehalten von Zn als auch Se und Cu keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren, den Betrieben und den Schnitten bestanden. Bei Zn und Se wurde lediglich ein signifikanter Einfluss durch den fixen Effekt Jahr bestimmt. Auch bei dem Spurenelement Fe wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren, den Betrieben und den Schnitten erkannt. Allerdings wurden große Unterschiede zwischen den Betrieben festgestellt. Die höchsten Gehalte wurden bei Betrieb C (1052 mg/kg TS) und die geringsten Gehalte bei Betrieb A (377 mg/kg TS) ermittelt. Ebenso war Fe mit dem fixen Effekt Betrieb signifikant korreliert. Beim Spurenelement Mn wurde dagegen lediglich ein signifikanter Unterschied zwischen den Betrieben festgestellt. Die signifikant geringsten Gehalte zeigte der Betrieb A (79 mg/kg TS) und die höchsten Gehalte, wie Betrieb B (139 mg/kg TS) auf, die Betriebe C und D unterschieden sich hingegen nicht signifikant von den anderen Betrieben.

Tabelle 13 stellt den Einfluss der Jahre, der Betriebe und der Schnitte auf den Gehalt der Mengenelemente in der Grassilage dar. Cl zeigte weder für die Jahre noch für die Betriebe oder die einzelnen Schnitten signifikante Unterschiede. Ca, K, Na und P zeigten lediglich für die Betriebe signifikante Unterschiede. Bei Ca zeigte der Betrieb A die signifikant höchsten Gehalte (7,3 g/kg TS) im Vergleich zu den anderen Betrieben (B: 5,5 g/kg TS, C: 4,84 g/kg TS und D: 5,76 g/kg TS). Betrieb A wies ebenfalls die signifikant höchsten Kalium Gehalte (29,7 g/kg TS) in den Grassilagen auf. Betrieb C zeigte die geringsten Gehalte (25,3 g/kg TS) und bei den Betrieben B und D waren keine signifikanten Unterschiede zu den anderen beiden Betrieben zu erkennen. Beim Na wiederum, wurden die signifikant höchsten Gehalte (2,14 g/kg TS) bei Betrieb C festgestellt, die geringsten Gehalte zeigte Betrieb D (0,82 g/kg TS). Der Betrieb A (1,58 g/kg TS) hingegen hatte zwar signifikant höhere Natrium Gehalte als Betrieb D unterschied sich aber nicht von Betrieb C. Der Betrieb B (1,43 g/kg TS) dagegen unterschied sich nicht signifikant von Betrieb A und D, aber von Betrieb C. Der Gehalt an P war bei Betrieb B (3,66 g/kg TS) signifikant höher als bei Betrieb C (3,09 g/kg TS), die Betriebe A und D (3,56 g/kg TS und 3,29 g/kg TS) unterschieden sich nicht von den anderen beiden Betrieben. Für S und Mg wurden signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben und den Schnitten festgestellt, die Unterschiede bei den Anbaujahren hingegen waren nicht signifikant. Bei S zeigte Betrieb D (2,18 g/kg TS) die geringsten Werte, Betrieb A die mittleren (2,61 g/kg TS) und Betrieb B die höchsten Werte (3,09 g/kg TS). Betrieb C zeigte lediglich einen höheren Gehalt (2,81 g/kg TS) als Betrieb D. Der Unterschied zu den anderen beiden Betrieben war nicht signifikant. Zudem wurde beim 1. Schnitt die geringsten S-Gehalte (2,49 g/kg TS) und für den 3. Schnitt die höchsten Gehalte (2,8 g/kg TS) nachgewiesen und der 2. Schnitt (2,64 g/kg TS) unterschied sich nicht signifikant von den anderen beiden Schnitten. Die signifikant geringsten Mg-Gehalte (2,19 g/kg TS) wurden in Betrieb A nachgewiesen im Vergleich zu den anderen drei Betrieben (B: 2,85 g/kg TS, C: 2,93 g/kg TS und D: 2,71 g/kg TS). Bei den Schnitten zeigte der 3. Schnitt den höchsten Gehalt (2,95 g/kg TS) im Vergleich zum 1. und 2. Schnitt (2,36 g/kg TS und 2,58 g/kg TS) (siehe Tabelle 13).

4. Ergebnisse

Tabelle 12: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an Spurenelementen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte. Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für den Gehalt an Spurenelementen in der Grassilage. Weiterhin sind die p-Werte für den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt sowie deren Interaktionen (GLM/UNIANOVA) auf die einzelnen Parameter angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Effekten auf den Gehalt an Spurenelementen in der Grassilage sind nach der Post-Hoc-Tukey-Analyse ($p < 0,05$) identifizierten und werden durch unterschiedliche Buchstaben in der Spalte "Mittelwert" gekennzeichnet.

Variable	Zink g/kg TS		Selen g/kg TS		Kupfer g/kg TS		Mangan g/kg TS		Eisen g/kg TS	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Effekt										
Jahr										
2017	33.8	6.7	0.016	0.031	9.4	3.0	109	53	742	605
2018	41.0	8.7	0.007	0.019	8.8	1.1	91	24	533	481
Betrieb										
A	35.5	7.9	0.009	0.028	9.6	3.5	79 ^a	18	377	252
B	37.7	8.9	0.029	0.050	7.8	1.7	139 ^b	79	667	705
C	38.2	7.3	0.019	0.025	10.0	1.2	96 ^{ab}	28	1052	649
D	36.5	10.9	0.000	0.000	8.1	1.5	117 ^{ab}	43	473	357
Schnitt										
1	38.7	10.7	0.010	0.026	8.2	1.4	79	27	487	342
2	37.2	7.8	0.009	0.028	9.7	3.6	113	53	661	617
≥3	34.8	6.0	0.018	0.026	9.6	1.6	113	41	810	664
p-value										
Jahr	0.049		0.056		0.823		0.087		0.134	
Betrieb	0.940		0.196		0.368		0.022		0.032	
Schnitt	0.974		0.840		0.410		0.029		0.436	
Jahr*Betrieb	0.987		0.122		0.403		0.329		0.289	
Jahr*Schnitt	0.799		0.500		0.896		0.915		0.724	
Betrieb*Schnitt	0.374		0.412		0.868		0.098		0.436	

4. Ergebnisse

Tabelle 13: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an Mengenelementen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte. Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für den Gehalt an Mengenelementen in der Grassilage. Weiterhin sind die p-Werte für den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt sowie deren Interaktionen (GLM/UNIANOVA) auf die einzelnen Parameter angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Effekten auf den Gehalt an Mengenelementen in der Grassilage sind nach der Post-Hoc-Tukey-Analyse ($p < 0,05$) identifizierten und werden durch unterschiedliche Buchstaben in der Spalte "Mittelwert" gekennzeichnet.

Variable	Schwefel g/kg TS		Calcium g/kg TS		Chlorid g/kg TS		Kalium g/kg TS		Magnesium g/kg TS		Natrium g/kg TS		Phosphor g/kg TS	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Jahr														
2017	2.54	0.52	6.32	2.24	8.72	6.66	27.5	4.5	2.57	0.45	1.45	0.58	3.36	0.61
2018	2.78	0.56	5.63	1.66	7.16	2.62	27.1	4.0	2.70	0.77	1.71	0.86	3.39	0.54
Betrieb														
A	2.61 ^b	0.30	7.53 ^b	1.58	11.88	7.76	29.7 ^b	3.8	2.19 ^a	0.25	1.58 ^{bc}	0.49	3.56 ^{ab}	0.43
B	3.09 ^c	0.86	5.50 ^a	1.23	4.20	1.36	26.9 ^{ab}	7.1	2.85 ^b	0.50	1.43 ^{ab}	0.81	3.66 ^b	0.98
C	2.81 ^{bc}	0.55	4.84 ^a	1.92	6.00	1.13	25.3 ^a	3.3	2.93 ^b	0.62	2.14 ^c	0.63	3.09 ^a	0.39
D	2.18 ^a	0.23	5.76 ^a	1.99	7.62	1.82	26.9 ^{ab}	2.4	2.71 ^b	0.70	0.82 ^a	0.14	3.29 ^{ab}	0.58
Schnitt														
1	2.49 ^a	0.34	5.74	1.80	6.35	1.61	28.2	3.2	2.36 ^a	0.28	1.38	0.42	3.39	0.47
2	2.64 ^{ab}	0.67	6.14	1.58	10.10	7.20	25.6	2.9	2.58 ^a	0.40	1.55	0.74	3.37	0.49
≥3	2.80 ^b	0.59	6.25	2.65	8.07	5.81	27.9	5.9	2.95 ^b	0.84	1.76	0.91	3.35	0.78
p-value														
Jahr	< 0.001		0.725		0.637		0.195		0.025		0.018		0.329	
Betrieb	< 0.001		0.001		0.093		0.015		< 0.001		< 0.001		0.047	
Schnitt	0.001		0.011		0.532		0.015		< 0.001		0.034		0.481	
Jahr*Betrieb	0.004		0.235		0.749		0.115		0.796		0.096		0.202	
Jahr*Schnitt	0.027		0.001		0.895		0.169		< 0.001		0.079		0.038	
Betrieb*Schnitt	0.004		0.226		0.759		0.022		0.020		0.793		0.012	

4. Ergebnisse

Die Tabelle 14 beschreibt den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt auf den Gehalt an Alkoholen und organischen Säuren sowie der Dietary-Cation-Anion-Balance (DCAB) auch als Futter-Kationen-Anionen-Differenz der Grassilage, bezeichnet. Bei den Alkoholen zeigten weder 1,2-Propandiol noch Ethanol signifikante Unterschiede zwischen den Jahren, den Betrieben und den einzelnen Schnitten. Propanol hingegen zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben, wobei Betrieb C den höchsten Gehalt (4,08 g/kg TS) und die Betriebe A und B die geringsten Gehalte (0,56 g/kg TS und 0,0 g/kg TS) hatten. Bei den organischen Säuren wurden für die Propionsäure und die Valeriansäure keine signifikanten Unterschiede, weder für die Jahre noch für die Betriebe oder die Schnitte festgestellt. Zudem wurden keine signifikanten Korrelationen mit den fixen Effekten oder deren Interaktionen gefunden. Für die Buttersäure, Essigsäure und Milchsäure waren nur signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben erkennbar. In Betrieb A und B wurden in der Silage keine Buttersäure nachgewiesen. Die höchsten Gehalte zeigte Betrieb C mit 5,24 g/kg TS und danach Betrieb D mit 2,27 g/kg TS, wobei Betrieb D sich nicht signifikant von den anderen Betrieben unterschied. Bei dem Essigsäuregehalt zeigte ebenfalls Betrieb C den höchsten Gehalt (30,6 g/kg TS) und Betriebe B und D die geringsten Werte (14,5 g/kg TS und 17,2 g/kg TS). Betrieb A unterschied sich nicht signifikant von den anderen Betrieben. Wobei bei der Milchsäure der Betrieb A den höchsten Gehalt (77,3 g/kg TS) aufwies und Betrieb B den niedrigsten (51,2 g/kg TS). Die anderen beiden Betriebe C und D unterschieden sich nicht signifikant von den Betrieben A und B. Beim DCAB-Wert wurden nur signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Schnitten festgestellt, wobei der 1. Schnitt den höchsten Wert (449 meq/kg TS) und der 2. Schnitt den geringsten Wert (319 meq/kg TS) zeigte. Der 3. Schnitt unterschied sich nicht signifikant von den anderen beiden Schnitten (Tabelle 14).

4. Ergebnisse

Tabelle 14: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an Alkoholen und organischen Säuren, sowie den DCAB-Wert¹ in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.

Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für den Gehalt an Alkoholen und organischen Säuren, sowie den DCAB-Wert in der Grassilage. Weiterhin sind die p-Werte für den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt sowie deren Interaktionen (GLM/UNIANOVA) auf die einzelnen Parameter angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Effekten auf den Gehalt an Alkoholen und organischen Säuren, sowie den DCAB-Wert¹ in der Grassilage sind nach der Post-Hoc-Tukey-Analyse ($p < 0,05$) identifiziert und werden durch unterschiedliche Buchstaben in der Spalte "Mittelwert" gekennzeichnet.

Variable	1,2-Propan-diol g/kg TS		Ethanol g/kg TS		Propanol g/kg TS		Buttersäure g/kg TS		Essigsäure g/kg TS		Milchsäure g/kg TS		Propionsäure g/kg TS		Valeriansäure g/kg TS		DCAB ¹ meq/kg TS	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Jahr																		
2017	6.81	5.10	7.90	5.45	1.73	2.67	2.16	3.50	22.5	9.0	67.5	23.3	0.10	0.26	0.02	0.08	391	129
2018	10.54	7.62	8.02	3.41	2.15	2.81	1.84	3.26	24.4	9.7	67.7	14.3	0.06	0.21	0.11	0.38	393	99
Betrieb																		
A	9.48	7.52	5.94	4.43	0.56 ^a	1.30	0.00 ^a	0.00	24.8 ^{ab}	8.4	77.3 ^b	17.5	0.00	0.00	0.00	0.00	386	134
B	3.08	3.39	7.25	2.52	0.00 ^a	0.00	0.00 ^a	0.00	14.5 ^a	4.2	51.2 ^a	19.8	0.00	0.00	0.00	0.00	440	137
C	11.27	5.39	7.93	2.60	4.08 ^b	3.53	5.24 ^b	3.90	30.6 ^b	6.9	73.4 ^{ab}	12.9	0.27	0.40	0.19	0.44	397	102
D	4.85	3.03	11.14	6.74	2.18 ^{ab}	2.07	2.27 ^{ab}	3.24	17.2 ^a	7.1	58.1 ^{ab}	23.1	0.03	0.09	0.00	0.00	362	102
Schnitt																		
1	11.16	7.67	8.21	3.41	1.60	2.71	2.57	4.26	26.1	9.7	66.9	19.2	0.12	0.29	0.13	0.37	449 ^b	63
2	7.10	3.06	7.88	4.59	1.51	2.06	1.18	2.33	20.1	3.9	65.9	25.1	0.03	0.08	0.00	0.00	319 ^a	70
≥3	4.77	4.51	7.65	6.59	2.60	3.24	2.13	2.97	22.3	11.4	70.3	17.9	0.09	0.27	0.00	0.00	391 ^{ab}	155
p-value																		
Jahr	0.537		0.387		0.775		0.800		0.770		0.787		0.870		0.720		0.428	
Betrieb	0.095		0.291		0.012		0.022		0.035		0.189		0.505		0.562		0.473	
Schnitt	0.349		0.724		0.826		0.334		0.430		0.818		0.904		0.745		0.031	
Jahr*Betrieb	0.466		0.895		0.752		0.466		0.874		0.016		0.989		0.835		0.623	
Jahr*Schnitt	0.496		0.538		0.658		0.029		0.560		0.057		0.940		0.843		0.403	
Betrieb*Schnitt	0.783		0.530		0.592		0.668		0.764		0.275		0.882		0.849		0.368	

¹ DCAB (Dietary Cation-Anion-Balance) bzw. FKAD-Wert (Futter-Kationen-Anionen-Differenz);

4. Ergebnisse

In Tabelle 15 wird der Einfluss der Jahre, der Betriebe und einzelne Schnitte auf den Gehalt der BA und GABA der Grassilage dargestellt. Die GABA zeigte keine deutlichen Unterschiede zwischen den Jahren und den einzelnen Schnitten. Der Unterschied zwischen den einzelnen Betrieben war dagegen größer aber nicht signifikant. Tryptamin zeigt ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren, den Betrieben und den einzelnen Schnitten. Neben der GABA und Tryptamin wurden bei 2-Phenylethylamin sowie Spermin auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren, den Betrieben und den einzelnen Schnitten gefunden. Dennoch zeigte vor allem 2-Phenylethylamin große Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren in 2017 geringer (30,5 mg/kg TS) als in 2018 (49,6 mg/kg TS). Auch bei den Schnitten war zu erkennen, dass der 3. Schnitt einen mehr als doppelt so hohen Gehalt (57,8 mg/kg TS) als der 1. Schnitt (25,5 mg/kg TS) aufwies. Bei Spermin wurden lediglich größere Unterschiede zwischen den Betrieben entdeckt. Hier zeigte sich, dass Betrieb B kein Spermin in der Grassilage aufwies, Betrieb C und D hatten mittlere Gehalte mit 0,71 mg/kg TS und 1,28 mg/kg TS und Betrieb A einen hohen Gehalt von 2,8 mg/kg TS. Tyramin, Histamin, Cadaverin und die Summe aller biogenen Amine zeigten nur zwischen den einzelnen Betrieben signifikante Unterschiede. Tyramin war bei Betrieb B der signifikant geringste Gehalt (295 mg/kg TS) im Vergleich zu Betrieb C mit dem höchsten Gehalt (1163 mg/kg TS), Betrieb A und D waren nicht signifikant unterschiedlich zu den anderen beiden Betrieben. Obwohl zwischen den einzelnen Schnitten die Unterschiede sehr groß waren, im 3. Schnitt war der Tyramin Gehalt nahezu doppelt so groß (1012 mg/kg TS) als im 2. Schnitt (555 mg/kg TS), waren die Unterschiede nicht signifikant. Cadaverin zeigte auch auf Betrieb C den signifikant höchsten Gehalt (749 mg/kg TS) und Betrieb B den niedrigsten (74 mg/kg TS) wie bei dem Tyramin, Betrieb A und D hatten mittlere Gehalte (266 mg/kg TS und 599 mg/kg TS), die sich aber nicht signifikant von den anderen beiden Betrieben unterschieden. Auch bei der Summe aller biogenen Amine zeigte sich das gleiche Bild. Hier traf ebenfalls zu, dass Betrieb B den signifikant geringsten (0,49 g/kg TS) und Betrieb C den höchsten Gehalt (2,58 g/kg TS) sowie Betrieb A und D mittlere Gehalte (1,11 g/kg TS und 2,09 g/kg TS) aufwiesen, die sich nicht von den beiden anderen Betrieben signifikant unterschieden. Bei Histamin war es ähnlich, jedoch mit kleineren Unterschieden. Das biogene Amin Putrescin wies als einziges sowohl signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben als auch den Schnitten auf. Wie bei den anderen biogenen Aminen zeigte Betrieb B auch hier den signifikant geringsten Gehalt (89 mg/kg TS) und unterschied sich auch hier wieder signifikant von Betrieb C (368 mg/kg TS) aber auch von Betrieb D (405 mg / kg TS). Bei den Schnitten zeigte sich, dass der 2. Schnitt den signifikant geringsten Putrescin Gehalt (207 mg/kg TS) und der 3. Schnitt den höchsten Gehalt (408 mg/kg TS) hatte.

Tabelle 16 zeigt den Einfluss von dem Jahr, dem Betrieb und dem Schnitt auf die Keimzahlen von Bakterien und Pilzen in der Grassilage. Die Analyse der Daten erfolgte nach einer Log 10 Transformation. Hier zeigte sich, dass die aeroben mesophilen Bakterien, Hefen, Lactat abbauende Hefen, Milchsäurebakterien und Sulfid reduzierende, sporenbildende Anaerobier keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren, den Betrieben und den einzelnen Schnitten aufwiesen. Die aeroben Sporenbildner hingegen wiesen signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben auf. Dabei war zu erkennen, dass Betrieb D einen signifikant höheren Gehalt von 5,49 KbE/g aufwiesen, im Vergleich zu den anderen drei Betrieben (A: 3,73 KbE/g, B: 3,31 KbE/g und C: 3,87 KbE/g).

4. Ergebnisse

Tabelle 15: Statistische Kennzahlen für den Gehalt an biogenen Aminen in der Grassilage in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte.
 Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für den Gehalt an biogenen Aminen in der Grassilage. Weiterhin sind die p-Werte für den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt sowie deren Interaktionen (GLM/UNIANOVA) auf die einzelnen Parameter angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Effekten auf den Gehalt an biogenen Aminen in der Grassilage sind nach der Post-Hoc-Tukey-Analyse ($p < 0,05$) identifizierten und werden durch unterschiedliche Buchstaben in der Spalte "Mittelwert" gekennzeichnet.

Variable	GABA g/kg FM		Tryptamin mg/kg FM		Tyramin mg/kg FM		Putrescin mg/kg FM		Histamin mg/kg FM		Cadaverin mg/kg FM		2-Phenyl- ethylamin mg/kg FM		Spermidin mg/kg FM		Spermin mg/kg FM		Σ BA g/kg FM		
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	
Jahr																					
2017	5.32	2.75	16.1	21.1	647	545	307	271	168	197	450	369	30.5	26.9	3.5	6.2	0.91	1.74	1.62	1.35	
2018	6.32	1.98	11.2	14.4	894	675	281	219	109	115	467	425	49.6	48.8	9.0	8.5	1.35	2.43	1.82	1.39	
Betrieb																					
A	5.29	2.47	12.2	18.6	496 ^{ab}	344	237 ^{ab}	254	63 ^{ab}	79	266 ^{ab}	243	28.4	27.0	5.4	6.8	1.85	2.80	1.11 ^{ab}	0.84	
B	5.26	1.69	4.1	9.1	295 ^a	287	89 ^a	28	10 ^a	6	74 ^a	81	17.7	11.2	2.9	3.9	0.00	0.00	0.49 ^a	0.33	
C	6.94	2.73	14.0	14.3	1163 ^b	760	368 ^b	203	225 ^c	184	749 ^b	398	56.9	56.4	4.1	7.0	0.71	1.59	2.58 ^b	1.50	
D	5.07	2.37	22.5	25.7	827 ^{ab}	477	405 ^b	293	221 ^{bc}	196	559 ^{ab}	331	40.7	22.5	10.8	10. 1	1.28	1.86	2.09 ^{ab}	1.27	
Schnitt																					
1	5.91	2.60	11.3	21.6	674	611	263 ^{ab}	277	126	177	381	403	25.5	24.0	9.1 ^b	8.7	2.17	2.84	1.49	1.44	
2	5.58	2.25	12.8	14.8	555	387	207 ^a	177	99	128	394	300	32.1	21.1	5.5 ^{ab}	6.0	0.86	1.49	1.31	0.95	
≥3	5.70	2.75	17.7	19.1	1012	716	408 ^b	245	200	186	591	438	57.8	54.4	2.9 ^a	7.3	0.25	0.85	2.29	1.48	
p-value																					
Jahr	0.348		0.431		0.251		0.809		0.062		0.815		0.201		0.303		0.941		0.748		
Betrieb	0.386		0.189		0.077		0.005		0.002		0.008		0.816		0.049		0.499		0.016		
Schnitt	0.836		0.967		0.533		0.307		0.564		0.994		0.192		0.010		0.317		0.699		
Jahr*Betrieb	0.870		0.756		0.900		0.976		0.917		0.835		0.813		0.090		0.997		0.945		
Jahr*Schnitt	0.917		0.229		0.719		0.246		0.138		0.574		0.493		0.003		0.558		0.542		
Betrieb*Schnitt	0.654		0.381		0.683		0.007		0.105		0.476		0.994		0.195		0.972		0.342		

4. Ergebnisse

Tabelle 16: Statistische Kennzahlen für die Keimzahl von Bakterien und Pilzen in der Grassilage (lg10 transformiert) in Abhängigkeit, der Jahre, der Betriebe und der Schnitte. Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) für die Keimzahl von Bakterien und Pilzen in der Grassilage (lg10 transformiert)¹. Weiterhin sind die p-Werte für den Einfluss von Jahr, Betrieb und Schnitt sowie deren Interaktionen (GLM/UNIANOVA) auf die einzelnen Parameter angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Effekten auf die Keimzahl von Bakterien und Pilzen in der Grassilage sind nach der Post-Hoc-Tuckey-Analyse ($p < 0,05$) identifiziert und werden durch unterschiedliche Buchstaben in der Spalte "Mittelwert" gekennzeichnet.

Variable	Aerobe Sporenbildner KbE/g		Aerobe/mesophile Bakterien KbE/g		Hefen KbE/g		Laktatabbauende Hefen KbE/g		Milchsäurebakterien KbE/g		Sulfitred. / sporenbild. Anaerobier KbE/g	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Effekt												
Jahr												
2017	3.75	0.84	4.42	1.58	6.04	2.55	6.03	2.59	6.88	1.31	2.91	0.95
2018	4.10	1.12	4.57	1.50	4.03	0.76	3.94	0.67	7.19	1.45	3.51	1.06
Betrieb												
A	3.73 ^a	0.69	4.32	1.60	7.64	2.66	7.51	2.67	7.15	0.95	2.60	0.47
B	3.31 ^a	0.15	4.11	1.79	4.94	0.78	4.64	0.53	5.96	1.27	2.60	0.40
C	3.87 ^a	0.90	4.45	1.51	3.85	0.90	3.70	0.73	7.38	1.46	3.58	1.12
D	5.47 ^b	1.39	5.45	1.13	5.93	3.00	5.78	3.00	7.27	1.58	3.24	1.39
Schnitt												
1	3.43	0.19	4.13	1.60	5.23	1.87	5.07	1.93	6.83	1.30	2.89	1.12
2	4.27	1.10	4.51	1.25	6.22	2.62	5.95	2.72	7.19	1.63	3.10	0.98
≥3	4.15	1.24	4.83	1.71	5.49	2.75	5.60	2.81	7.15	1.30	3.20	1.04
p-value												
Jahr	0.705		0.908		0.545		0.683		0.356		0.507	
Betrieb	0.076		0.780		0.543		0.717		0.405		0.716	
Schnitt	0.070		0.177		0.873		0.943		0.798		0.468	
Jahr*Betrieb	0.447		0.478		0.426		0.631		0.920		0.372	
Jahr*Schnitt	0.042		0.650		0.359		0.542		0.434		0.062	
Betrieb*Schnitt	0.293		0.671		0.578		0.758		0.856		0.136	

¹³ in allen getesteten Grassilagen wurden keine Enterobakterien festgestellt

4. Ergebnisse

Zusätzlich zu den Auswertungen der einzelnen Qualitätsparameter der Grassilage wurde eine Diskriminanzanalyse durchgeführt. Anhand dieser zeigte sich in Abbildungen 3 und 4, dass die Silagen anhand der Qualitätsparameter eindeutig sowohl den einzelnen Schnitten als auch den jeweiligen Betrieben zugeordnet werden konnten. Im Rahmen einer Kreuzvalidierung (nicht dargestellt) wurden 89,5 % der Silagen korrekt klassifiziert.

Bei der Silagequalität der einzelnen Schnitte zeigte sich eine starke Ähnlichkeit, durch die Punktwolken und Zentroiden (Mittelpunkte der Punktwolken) der einzelnen Schnitte, welche nahe beieinander lagen. Dabei zeigte sich, dass die ersten 3 Schnitte sich ähnlicher waren als der 4. Schnitt.

Bei den Betrieben dagegen zeigte sich, dass sich nur die Silagequalität der Betriebe 1 und 2 (sprich Betrieb A und B) ähnelten. Die Betriebe 3 und 4 (bzw. C und D) unterschieden sich stärker von Betrieb 1 und 2 sowie untereinander.

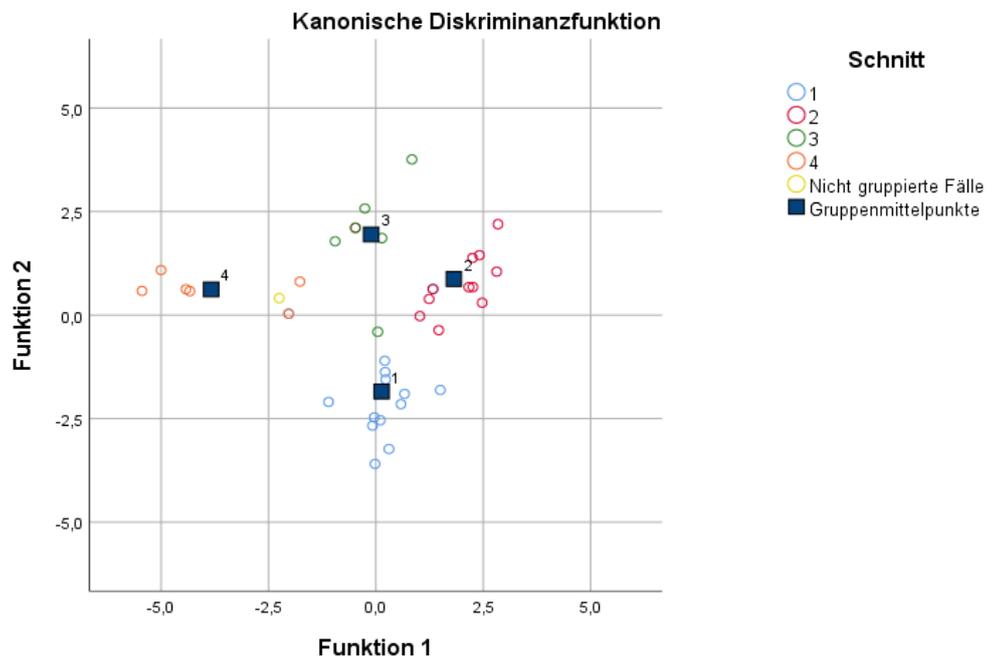


Abbildung 3: Kanonische Diskriminanzfunktion der einzelnen Schnitte

Neben der ANOVA und der Diskriminanzanalyse wurde eine Hauptkomponentenanalyse (Principle Component Analysis, PCA) durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass sich die Parameter der Silagequalität zu 8 Faktoren gruppieren lassen (Tabelle 17 und 18), welche 100 % der Varianz der Silagequalität erklären. Dabei erklären die 4 Faktoren nahezu 76 % der gesamten Varianz (Tabelle 17). Die Gruppierung der einzelnen Qualitätsparameter, sind aus Tabelle 18 ersichtlich hervorgehoben. Dabei zeigte sich, dass auf die 1. Komponente die Summe der biogenen Amine ohne Spermin und Spermidin (BA_{oss}) sowie die einzelnen BA Putrescin, Histamin und Cadaverin laden. Auf die 2. Komponente laden die Bestandteile der Proteinfraktion insbesondere das Reineiweiß. Zur 3. Komponente gehörten die Faserbestandteile, die organischen Säuren sowie GABA. Die Mengen- und Spurenelemente sowie Spermin und Spermidin wurden der 4. Komponente zugeordnet. Die 5. Komponente beinhaltet u.a. den Energiegehalt der Silagen und den pH-Wert. Die Hefen, Milchsäurebakterien und Tryptamin gehörten zur 6. Komponente. Zu den Komponenten 7 und 8 gehörten jeweils nur 2 Parameter. Chlorid und aerobe Sporenbildner

4. Ergebnisse

wurden der 7. Komponente und 2-Phenylethylamin sowie die Sulfid-reduzierenden sporenbildenden Anaerobier der 8. Komponente zugeordnet.

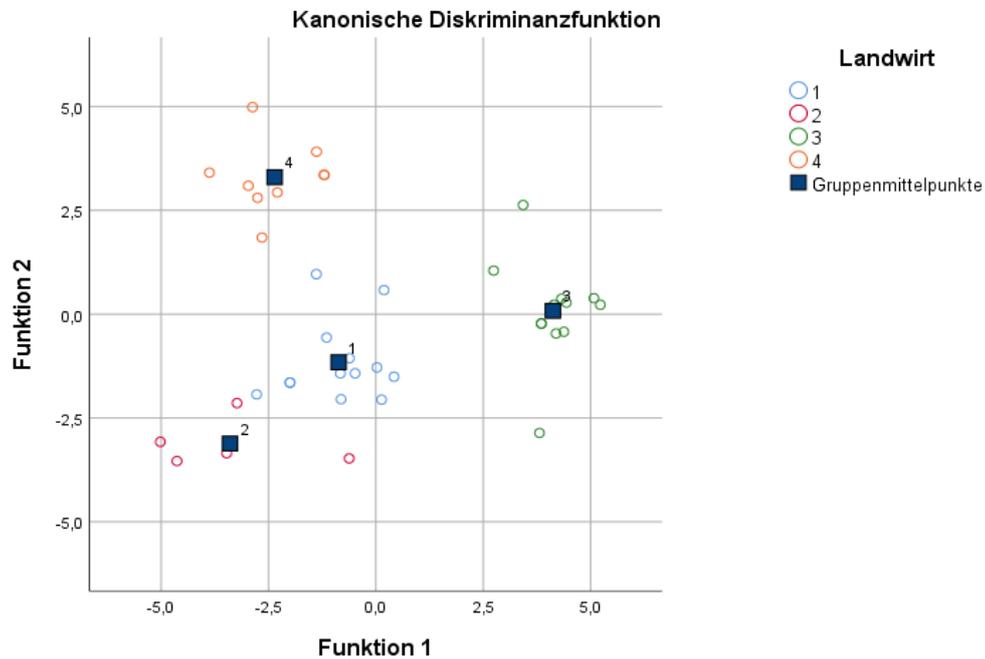


Abbildung 4: Kanonische Diskriminanzfunktion der einzelnen Betriebe

Für die weitere Analyse bei den einzelnen Betrieben wurden aus den ersten 4 Hauptkomponenten jeweils ein Parameter ausgewählt. Für die 1. Komponente BA_{0SS} gewählt, da Spermin und Spermidin nicht wie die anderen biogenen Amine zur ersten Komponente gehören. Das Reineiweiß wurde für die 2. Komponente, GABA für die 3. und Spermin und Spermidin für die 4. Komponente gewählt. Zusätzlich wurde noch die Hefe aus der 6. Komponente ausgewählt.

Tabelle 17: Dargestellt ist das Ergebnis der PCA der Grassilagen, wobei für jede Komponente der Anteil der erklärten Gesamtvarianz dargestellt wird

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	18,35	26,98	26,98	18,35	26,98	26,98	13,23	19,45	19,45
2	16,99	24,99	51,97	16,99	24,99	51,97	11,97	17,60	37,05
3	10,25	15,08	67,05	10,25	15,08	67,05	11,96	17,59	54,64
4	8,02	11,80	78,84	8,02	11,80	78,84	10,44	15,36	70,00
5	6,52	9,58	88,43	6,52	9,58	88,43	9,40	13,82	83,82
6	4,02	5,92	94,34	4,02	5,92	94,34	5,30	7,80	91,62
7	2,10	3,09	97,43	2,10	3,09	97,43	2,95	4,33	95,95
8	1,75	2,57	100,00	1,75	2,57	100,00	2,75	4,05	100,00

4. Ergebnisse

Tabelle 18: Aufteilung der einzelnen Qualitätsparameter der Grassilage auf die Komponenten der PCA

	Komponenten							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Siliermitteleinsatz	-0,718	0,239	0,059	-0,444	0,284	-0,201	0,321	-0,044
pH-Wert	-0,145	0,089	-0,150	-0,012	-0,947	-0,138	-0,156	-0,095
Trockensubstanz 103 °C	-0,748	0,258	-0,182	0,394	0,052	-0,317	0,082	-0,273
Rohasche	0,052	0,102	0,409	0,040	-0,893	-0,124	-0,012	0,071
Rohfaser	-0,308	-0,042	-0,786	0,460	-0,095	0,242	-0,045	-0,059
Rohfett	0,880	-0,115	0,078	0,139	0,376	-0,138	0,096	-0,132
Rohprotein	0,400	-0,485	0,179	0,344	0,540	0,341	-0,034	0,215
Zucker	-0,132	-0,087	-0,950	-0,062	-0,065	0,118	0,212	-0,081
MEUE	0,037	-0,400	0,178	-0,506	0,711	-0,206	0,055	-0,007
NEL	0,142	-0,384	0,153	-0,506	0,693	-0,244	0,090	-0,073
nXP	0,303	0,196	0,059	-0,126	0,894	-0,152	0,125	-0,115
RNB	0,342	-0,570	0,183	0,419	0,321	0,408	-0,096	0,266
UDP5	-0,161	0,870	-0,211	0,053	-0,383	-0,091	0,051	-0,114
Nitrat	-0,767	-0,265	-0,222	0,235	0,444	-0,029	0,106	0,167
NH3-N	0,100	0,380	0,650	0,143	-0,172	-0,399	-0,281	0,368
pepsinunlösl. Rohprotein	0,085	0,482	-0,071	0,798	-0,331	0,024	-0,088	-0,019
Proteinlöslichkeit	-0,102	-0,943	0,090	-0,213	0,092	-0,185	-0,051	-0,042
ANPN	0,016	-0,951	0,075	-0,190	0,015	-0,177	-0,135	-0,057
B1	-0,678	0,173	0,081	-0,104	0,476	-0,016	0,506	0,101
B2	0,340	0,890	0,155	-0,176	-0,082	0,128	-0,042	0,115
B3	-0,002	0,829	-0,249	0,401	-0,086	0,256	0,123	0,039
C	-0,459	0,533	-0,082	0,538	-0,019	-0,239	-0,041	-0,388
Anteil B1-3	0,036	0,948	-0,066	0,145	-0,006	0,212	0,145	0,095
Reineiweiß	-0,009	0,952	-0,071	0,189	-0,008	0,179	0,134	0,054
PNDF	-0,044	0,572	-0,314	0,381	-0,585	-0,207	0,206	0,008
ADF_Proteinfraktionierung	0,003	0,414	-0,293	0,241	-0,794	-0,106	0,205	0,033
NFC	-0,452	-0,175	0,447	-0,426	0,610	-0,059	-0,093	-0,004
ADF_organisch	-0,194	0,306	-0,791	0,219	-0,169	0,320	0,251	-0,041
ADL	0,601	0,144	-0,396	-0,357	-0,363	0,294	-0,023	-0,338
aNDF_organisch	0,099	0,358	-0,784	0,230	-0,414	0,001	0,105	-0,112
Zn	-0,025	-0,866	0,345	0,250	-0,050	0,179	0,146	0,108
Cu	0,244	0,323	0,575	0,605	-0,168	-0,185	0,173	0,216
Mn	-0,222	-0,103	-0,421	0,775	-0,383	-0,094	-0,069	0,033
Fe	0,193	0,131	0,264	0,152	-0,911	-0,123	-0,075	-0,050
S	-0,207	0,021	0,108	0,922	0,131	-0,274	0,048	-0,020
Ca	-0,485	0,472	0,317	0,549	0,288	-0,168	0,169	-0,023
Cl	-0,177	0,356	-0,279	-0,094	0,279	-0,166	0,804	0,062
K	-0,363	-0,150	0,027	-0,642	0,639	0,092	0,119	0,036
Mg	0,348	0,248	0,369	0,783	-0,218	-0,083	-0,119	-0,004
Na	-0,285	-0,101	0,332	0,754	-0,156	-0,218	0,341	0,203
P	-0,598	0,302	0,023	0,143	0,689	0,069	0,167	-0,150
1,2-Propandiol	-0,562	-0,078	0,562	-0,477	0,219	-0,293	-0,024	-0,008
Ethanol	0,021	-0,836	-0,188	-0,400	0,253	0,009	-0,140	-0,148
1-Propanol	0,756	-0,066	0,542	0,021	-0,043	0,279	0,054	0,216
Buttersäure	0,534	0,048	0,766	0,323	0,016	-0,023	0,143	0,009
Essigsäure	-0,215	-0,200	0,765	-0,425	0,202	-0,057	-0,021	0,323
Milchsäure	0,750	-0,543	0,167	0,016	0,157	-0,124	-0,246	0,117
Gärqualität	0,227	-0,197	0,940	-0,104	0,105	0,049	0,040	-0,026
DCAB	-0,209	-0,426	0,319	-0,632	0,259	0,247	-0,376	0,062
GABA	0,268	-0,162	0,909	0,232	-0,115	-0,050	0,005	0,081
Tryptamin	0,220	0,144	0,002	0,348	0,250	0,853	0,107	0,097
Tyramin	0,798	-0,124	0,441	-0,039	0,006	0,211	0,166	0,284
Putrescin	0,954	0,075	-0,023	-0,136	0,213	0,083	-0,111	0,020
Histamin	0,838	0,331	0,285	0,204	0,208	-0,071	-0,111	0,068
Cadaverin	0,924	0,198	0,267	0,066	-0,153	0,067	-0,063	0,012
2-Phenylethylamin	0,420	0,191	0,371	0,329	-0,107	0,207	-0,038	0,697
Spermidin	-0,016	-0,241	-0,217	-0,868	-0,051	-0,285	-0,038	-0,237
Spermin	-0,273	-0,237	0,145	-0,792	0,328	-0,274	0,069	-0,183
SummeBiogeneAmine	0,925	0,074	0,314	0,013	0,022	0,127	0,015	0,155
Aerobe Sporenbildner	-0,162	0,440	-0,034	0,154	0,171	-0,222	0,807	-0,162
aerobe mesophile Bakterien	-0,569	0,138	0,380	-0,455	0,273	-0,164	-0,388	0,233
Hefen	0,103	0,306	-0,345	-0,118	0,103	0,845	-0,186	-0,066
laktatabbauende Hefen	0,103	0,306	-0,345	-0,118	0,103	0,845	-0,186	-0,066
Milchsäurebakterien	0,215	0,063	-0,069	-0,223	-0,125	0,930	-0,096	0,075
Sulfitred., sporenbild.								
Anaerobier (MPN)	0,199	0,126	0,282	0,131	-0,008	-0,032	-0,039	0,920

4. Ergebnisse

4.2 Einzelbetriebliche Auswertung

Bei der einzelbetrieblichen Auswertung wurden die Qualitätsparameter der Grassilagen der einzelnen Betriebe, die aus der PCA ausgewählt wurden, in Beziehung mit den Parametern der MLP, dem BCS und LCS sowie den Klauenerkrankungen gesetzt. Bei den Qualitätsparametern der Grassilage stellten die einzelnen Linien in den Abbildungen 5, 13, 21 und 29 die Futterumstellungen im Versuchszeitraum dar.

4.2.1 Betrieb A

In Betrieb A wurden neun Futterumstellungen im Versuchszeitraum vom 24.10.2017 bis zum 25.02.2018 durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Summe der BA ohne Spermin und Spermidin (BA_{oss}), GABA und das Reineiweiß kaum Schwankungen im Verlauf des Versuches aufwiesen. Dennoch wurde im Zeitraum zwischen dem 23.07.2018 und dem 25.09.2018 eine Kombination aus dem 1., 3. und 4. Schnitt der Grassilage von 2017 sowie Maissilage von 2017 gefüttert, wobei deutliche Unterschiede bei den 3 Parametern festgestellt wurden. So stieg die Aufnahme der BA auf 35 g/Kuh/d und der Gehalt an Reineiweiß sank. GABA hingegen blieb im Verhältnis gleich. Die Aufnahme von Spermin und Spermidin zeigte ebenfalls nur geringe Veränderungen, wobei bei der letzten Futterumstellung der Gehalt deutlich reduziert war. Bei der Hefe wurden zu Beginn des Versuches hohe Mengen aufgenommen, im Zeitraum zwischen dem 23.07.2018 und 25.09.2018 war die Aufnahme deutlich reduziert und ab der Futterumstellung vom 25.09.2018 wurde keine Hefe mehr über das Futter aufgenommen (Abbildung 5).

In Abbildung 6 wurden die Qualitätsparameter der Grassilage (BA_{oss} , GABA, Hefen und Reineiweiß) in Beziehung mit ausgewählten Merkmalen der MLP (Milch (kg), Zellzahlen (Zellen/ml Milch) und Harnstoffgehalt (mg/kg Milch) gesetzt. Zusätzlich wurde die Außentemperatur im Versuchszeitraum dargestellt, um einen möglichen Einfluss der Temperatur auf die Merkmale der Milchleistung darzustellen. Dabei zeigte sich, dass sich die Milchleistung trotz Futterumstellungen und jahreszeitlich bedingten Schwankungen in der Temperatur nur geringfügig änderte und zwischen 30 kg und 34 kg lag. Der Harnstoff schwankte zu Beginn des Versuches zwischen 270 mg/kg Milch und 200 mg/kg Milch und sank ab Ende Februar 2018 deutlich auf etwa 150 mg/kg Milch. Danach änderte sich der Harnstoffgehalt nur noch geringfügig. Im Zeitraum um den 25.08.2018 war der Harnstoffgehalt am geringsten und lag unter 150 mg/kg Milch. Die Zellzahlen schwankten im Versuchszeitraum dagegen stärker. Bei den anderen Merkmalen der Milchleistung wie dem Eiweißgehalt (%), dem Laktosegehalt (%) und dem Fett/Eiweiß Quotient zeigten sich keine Änderungen in dem entsprechenden Versuchszeitraum. Lediglich beim Fettgehalt (%) wurden leichte Schwankungen festgestellt. Die höchsten Fettgehalte (4,2 %) zeigten sich Anfang Januar, März sowie im Dezember 2018 der geringste Fettgehalt (3,7 %) wurde Anfang August 2018 festgestellt (Abbildung 7). Dabei zeigte sich, dass bei niedrigen Temperaturen die höchsten Fettgehalte und bei hohen Temperaturen die niedrigsten Fettgehalte. Daneben wurde der Zellgehalt der Milch näher betrachtet und die Zellzahlen in folgende Gruppen unterteilt: ≤ 100.000 , $100.000 - < 200.000$, $200.000 - < 500.000$, $500.000 - < 1 \text{ Mio.}$ sowie $> 1 \text{ Mio.}$ (Abbildung 8). Dabei zeigte sich, dass im entsprechenden Versuchszeitraum über 70 % der Milchkühe Zellzahlen ≤ 100.000 aufwiesen. Allerdings trat ein Anstieg Anfang Februar 2018 und im August 2018, zum Zeitpunkt mit der höchsten BA-Aufnahme pro Kuh und Tag, auf. Anfang Februar war zudem der Anteil der Tiere mit Zellzahlen $> 500.000 - 1 \text{ Mio.}$ und Zellzahlen $> 1 \text{ Mio.}$ erhöht. Im August 2018 traten dagegen mehr Tiere mit Zellzahlen $> 100.000 - 200.000$ sowie $> 200.000 - 500.000$ auf (siehe Abbildung 8).

4. Ergebnisse

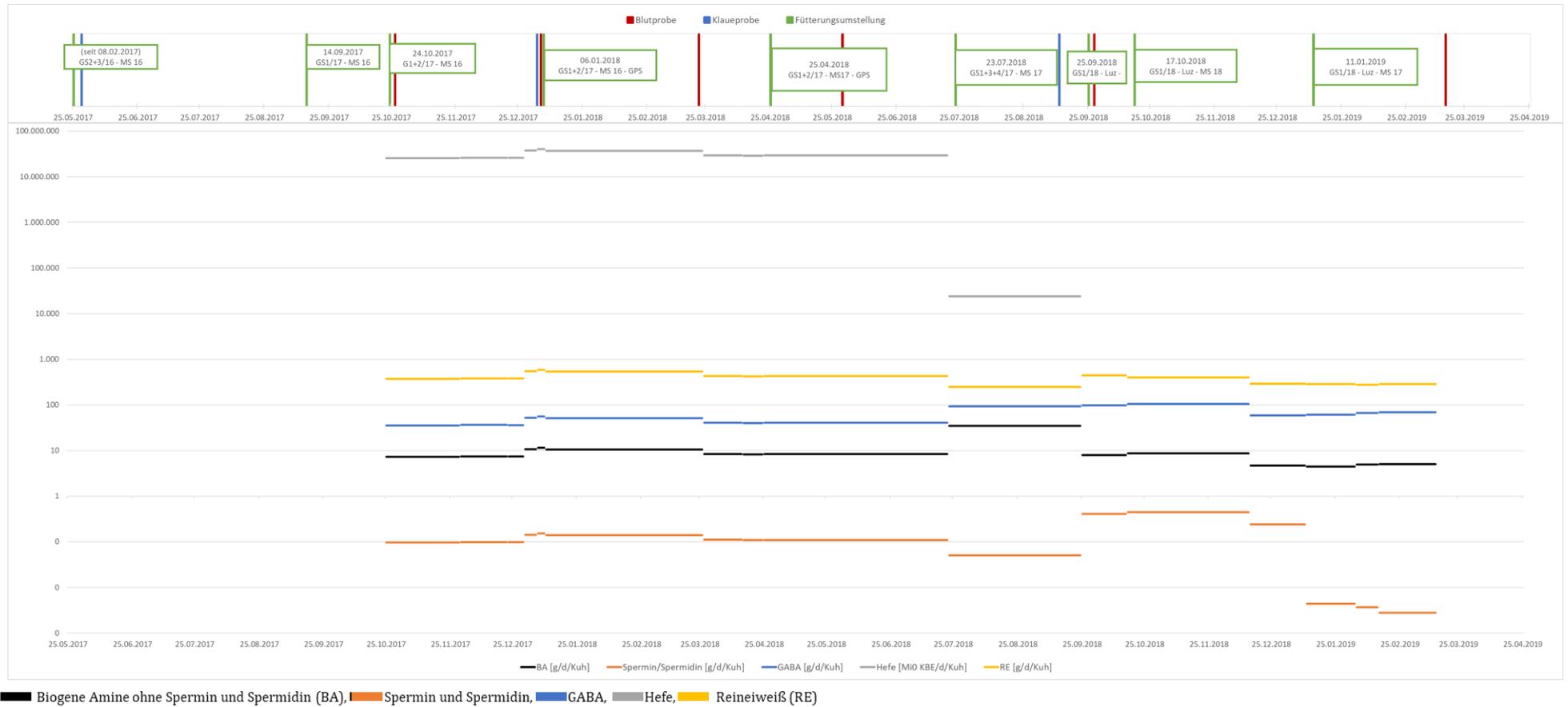


Abbildung 5: Tägliche Aufnahme der Qualitätsparameter der Grassilage je Futterumstellung von Betrieb A

4. Ergebnisse

Bei dem BCS wurde zunächst der BCS aller Tiere im Betrieb betrachtet (Abbildung 9) und anschließend in Gruppen nach den Laktationstagen unterteilt (Laktationstag 0 - 79, 80 - 159, 160 - 239 und 240 - 320 (siehe Abbildungen 42 und 43). Zudem wurde der BCS entsprechend der 5 Stufen (vgl. Kapitel 3.3.3) ausgewertet: BCS <2 (unterkonditioniert), BCS 2 -<2,75 (leicht unterkonditioniert), BCS 2,75 -<3,75 (durchschnittlich), BCS 3,75 -<4,5 (überkonditioniert) und BCS < 4,5 (stark überkonditioniert). In Abbildung 9 zeigt sich, dass der Anteil unterkonditionierter Tiere sehr niedrig war. Allerdings war er zu Beginn des Versuchszeitraums und im August 2018 (u.a. hohe BA Aufnahme) erhöht und lag bei einem Anteil von 10 % der Tiere. Die meisten leicht unterkonditionierten Tiere wurden zu Beginn des Versuchs, im Dezember 2017 und im Juli 2018 festgestellt. Dagegen zeigte sich der geringste Anteil an Tieren Anfang Februar 2018 und im August 2018. Der Anteil optimal konditionierter Tiere war zu Beginn des Versuches und ab Juni 2018 geringer als zwischen Februar 2018 und Juni 2018. Zudem waren nur wenig überkonditionierte Tiere bei Betrieb A vorhanden, wobei der Anteil im November 2017, im August 2018 und ab November 2018 anstieg. Anschließend wurde der BCS auf die einzelnen Laktationsabschnitte aufgeteilt und dabei zeigte sich ein deutlicheres Bild. Im ersten Laktationsabschnitt (Tag 0 – 79; LKA₁) zeigte sich, dass der Anteil überkonditionierter Tiere sehr gering war. Auch der Anteil unterkonditionierter war gering, wobei er zu Beginn des Versuches und im August über 10 % lag. Im 2. Laktationsabschnitt (Tag 80 – 159, LKA₂) zeigten die Tiere nur zum Ende einen BCS über 3,75. Der Anteil an unterkonditionierten Milchkühen war höher im Vergleich zum Beginn der Laktation und es wiesen an mehreren Zeitpunkten im Versuch (Ende September 2017, März 2018, Juni-September 2018 und ab Februar 2019) über 10 % der Herde diesen BCS-Wert auf. Im 3. Laktationsabschnitt (Tag 160 – 239; LKA₃) nahm der Anteil überkonditionierter Tiere zu und lag im August 2018 und zum Ende des Versuches bei etwa 10 %. Der Anteil unterkonditionierter Tiere war im Vergleich LKA₂ geringer, wobei zu Beginn des Versuches und im August 2018 der Anteil bei etwa 10 % lag. Zum Ende der Laktation (Tag 240 – 320, LKA₄) stieg der Anteil überkonditionierter Tiere stark an und lag sowohl im August 2018 als auch im Januar 2019 über 10 %. Der Anteil unterkonditionierter Tiere sank dagegen weiter und zeigte nur im Januar 2018 einen Anteil von 10 %.

Tabelle 10 setzt den LCS zu den Qualitätsparametern der der Grassilagen und der Außentemperatur in Beziehung. Dabei zeigte sich, dass der Anteil der Milchkühe mit LCS 1 durchschnittlich über 60 % lag. Lediglich im August 2018, wo zum einen der Anteil von BA in der Ration und zum anderen die Temperatur hoch war, zeigten nur 55 % der Tiere keine Lahmheit an. Der Anteil an Tieren mit LCS 2 lag über den Versuchszeitraum durchschnittlich zwischen 10 und 20 %, lediglich im August 2018 lag er über 20 %. LCS 3 machte nur einen geringen Anteil aus, allerdings zeigte sich sowohl im Oktober 2017, im August 2018 und ab Ende Februar 2019 ein deutlicher Anstieg auf etwa 20 %. Der Anteil an LCS 4 war sehr gering und lag zwischen 1-3 % der Tiere. Hochgradig lahme Kühe gab es keine.

Bei den Klauenerkrankungen wurde die Befunderhebung in Abständen von jeweils 3 Monaten über den gesamten Versuchszeitraum durchgeführt (Abbildung 11). Insgesamt fand an 3 Terminen Klauenpflege der gesamten Herde statt, zusätzlich wurde in den anderen Zeiträumen die Neuerkrankungen erfasst und behandelt. Der Anteil der Neuerkrankungen wurde zum einen als Gesamtheit erfasst, zum anderen wurden sie unterteilt in infektiöse Neuerkrankungen, Dermatitis-Digitalis Neuerkrankungen, "Trauma- bzw. stoffwechselbedingte" Neuerkrankungen und nicht infektiöse und "nicht Trauma- bzw. stoffwechselbedingte" Neuerkrankungen (Tabelle 4). Zudem wurde der Anteil aller Klauenerkrankungen während der Klauenpflegetermine erfasst.

4. Ergebnisse

Dabei zeigte sich, dass an den 3 Klauenpflegeterminen die unterschiedlichen Neuerkrankungen nur wenig variierten.

Bei den Blutuntersuchungen auf Betrieb A (Tabelle 12) zeigte sich, dass bei allen Untersuchungsterminen Tiere mit auffälligen AST und GLDH gab. Bei Bilirubin wurden nur im März 2018 keine auffälligen Werte gefunden. Dagegen wurden für γ -GT bei der ersten Blutuntersuchung im Oktober 2017 und im März 2018 keine auffälligen Tiere gefunden.

4. Ergebnisse

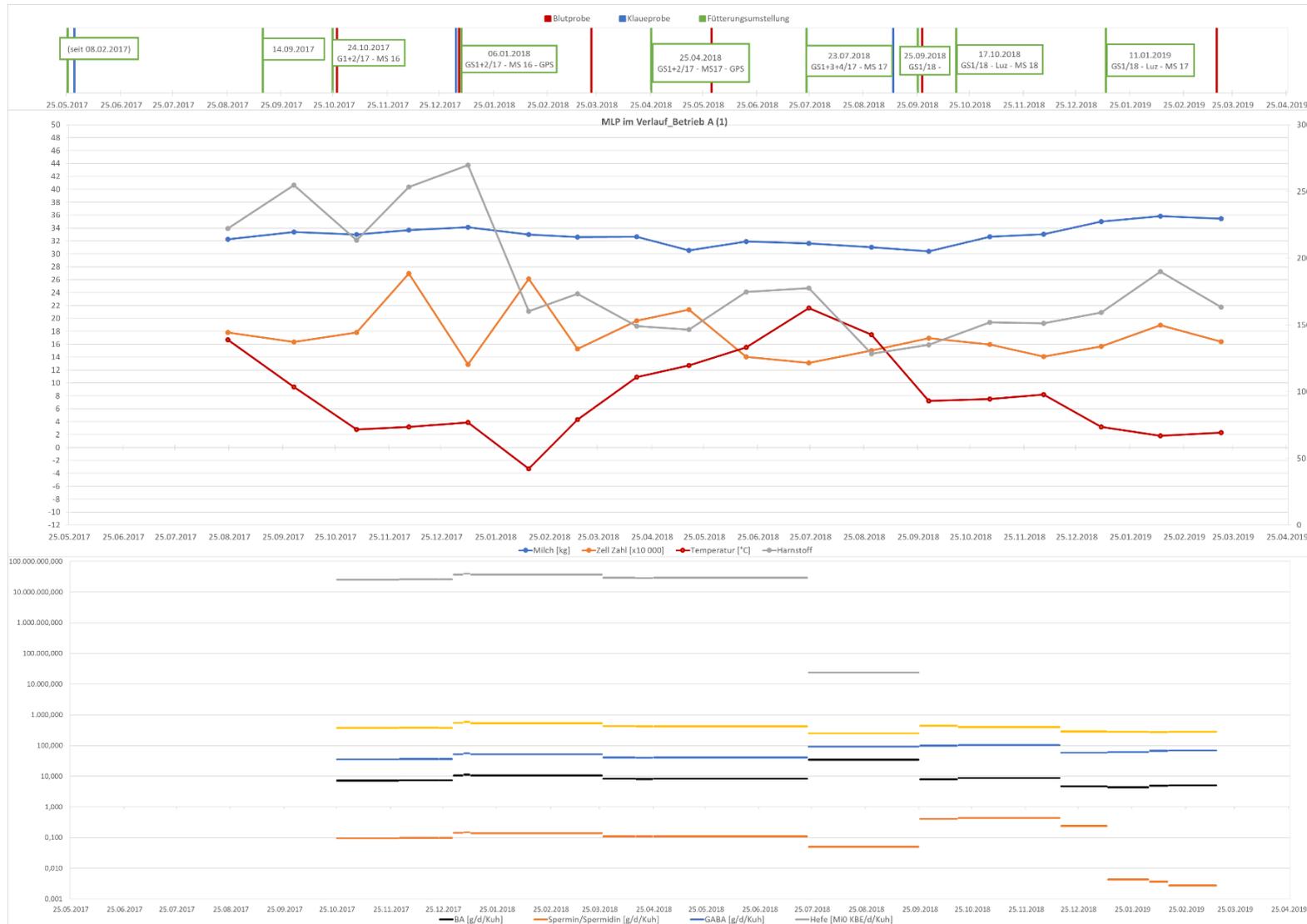


Abbildung 6: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb D unterteilt nach Milch (kg) (blau), Zellzahl (orange) und Harnstoff (grau) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

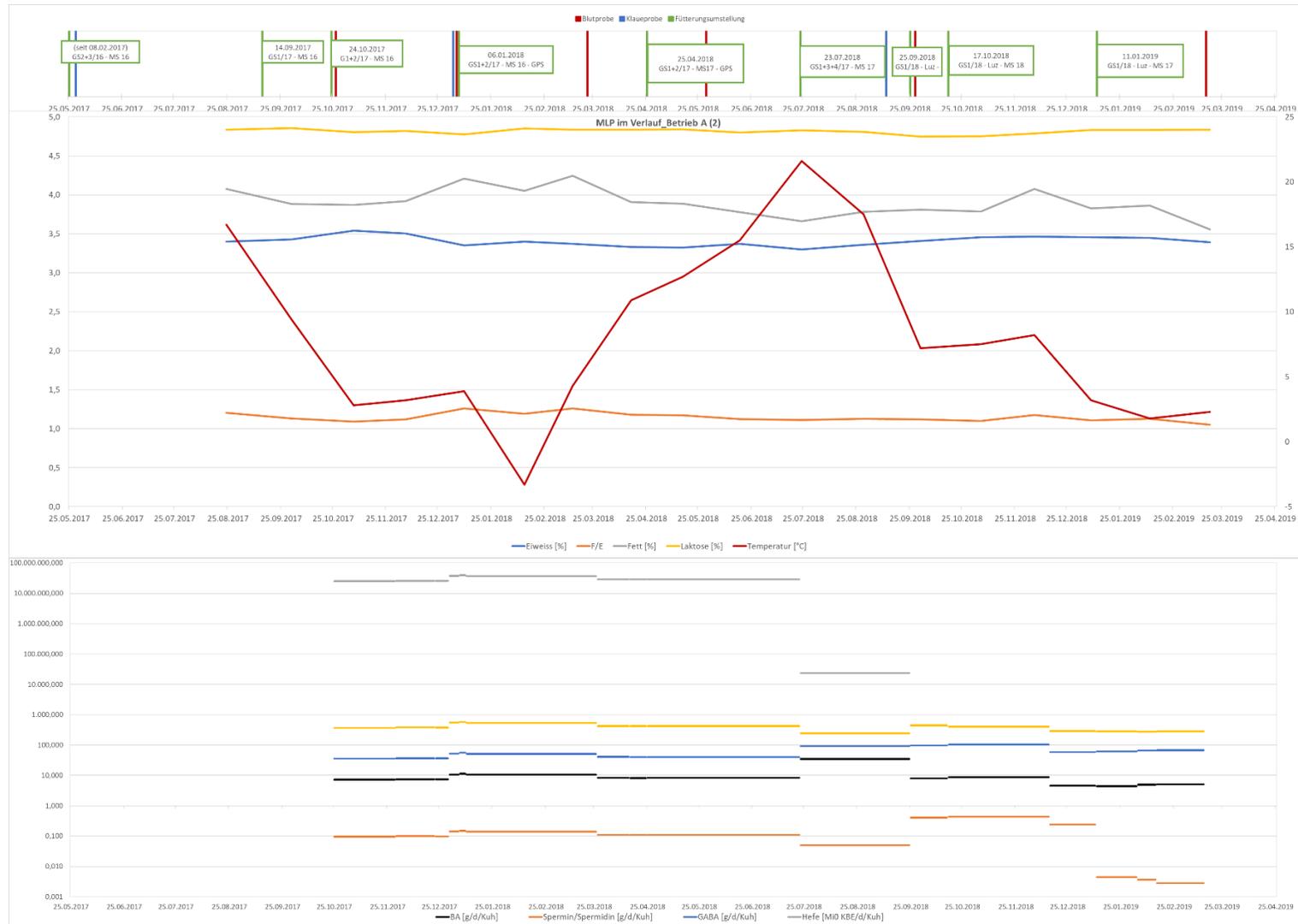


Abbildung 7: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb A unterteilt nach Eiweiß (blau), Fett/Eiweiß Quotient (orange), Fett (grau) und Laktose (gelb) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

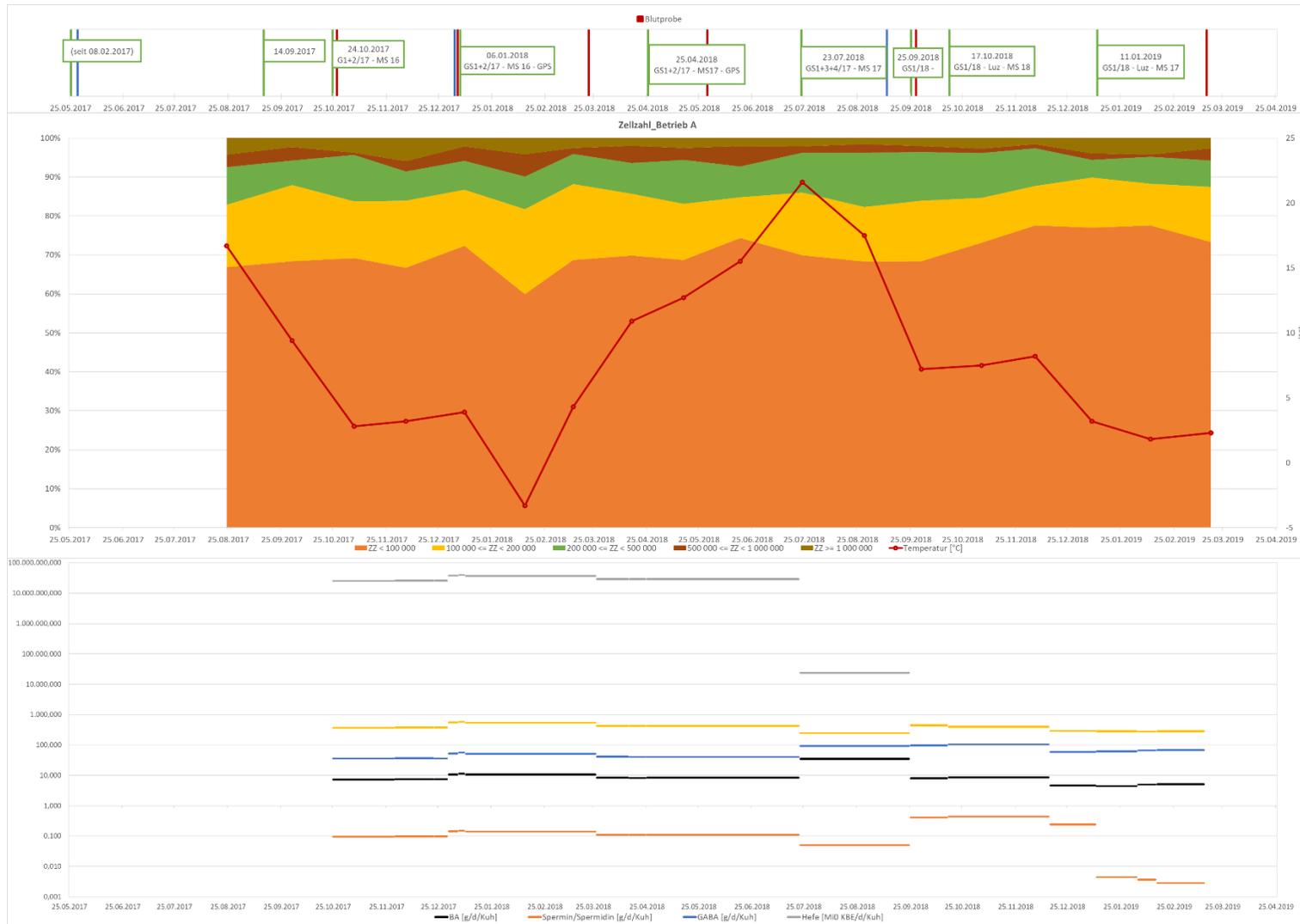


Abbildung 8: Ergebnisse des Zellzahluntersuchung von Betrieb A unterteilt in Zellzahlen ≤ 100.000 (orange), $100.000 < ZZ < 200.000$ (gelb), $200.000 < ZZ < 500.000$ (grün), $500.000 < ZZ < 1 \text{ Mio.}$ (dunkelbraun), $ZZ \geq 1 \text{ Mio.}$ (hellbraun) sowie der Außentemperatur (rote Linie) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

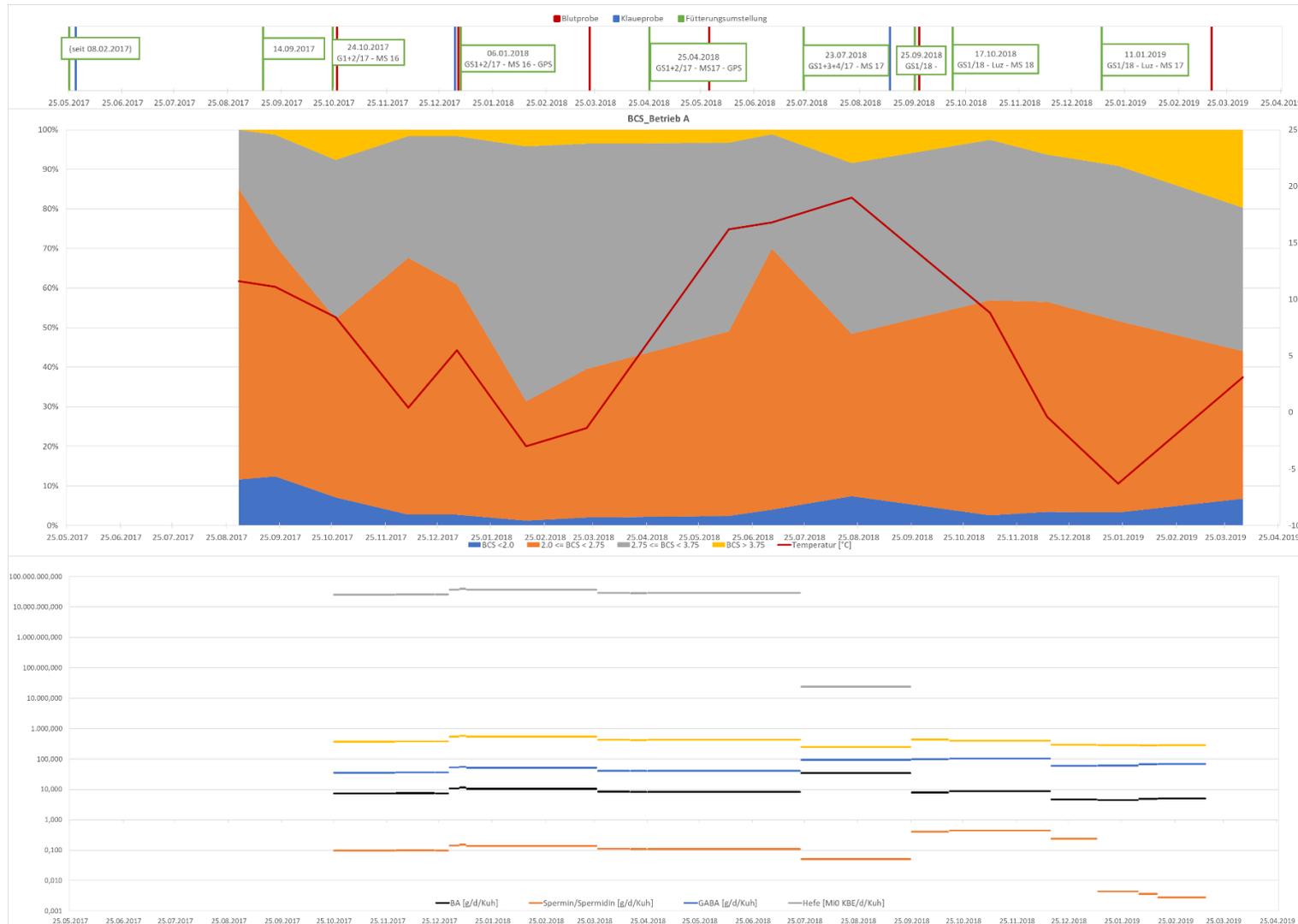


Abbildung 9: Ergebnisse des Body Condition Scores aller Tiere des Betriebes A mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

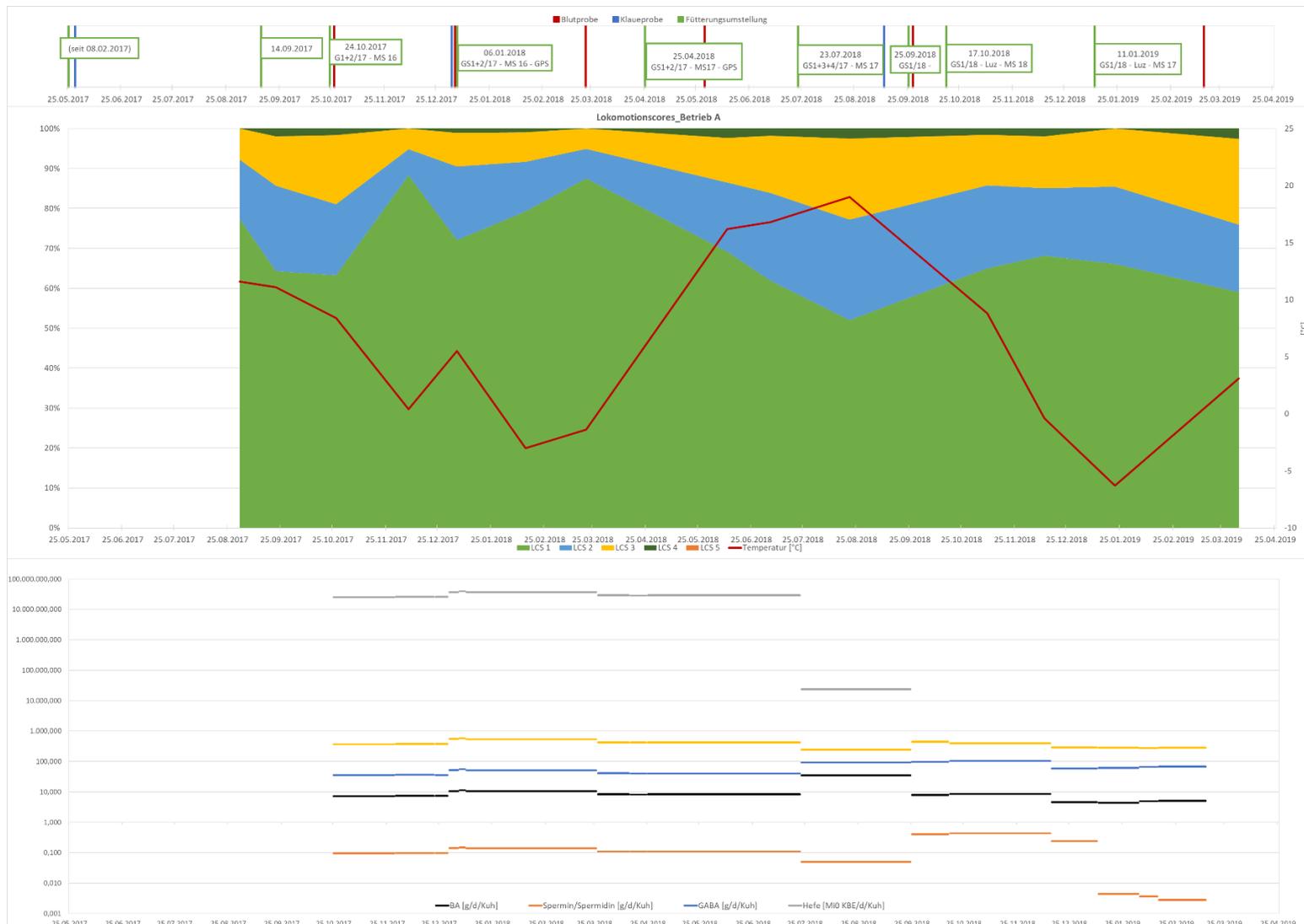


Abbildung 10: Ergebnisse der Lokomotion Bewertung auf Betrieb D mit LCS1 (grün), LCS2 (blau), LCS3 (gelb), LCS4 (dunkelgrün) und LCS5 (orange) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse



Abbildung 11: Ergebnisse der Klauenuntersuchung auf Betrieb A unterteilt nach infektiösen (blau), DD (gelb), Trauma/Stoffwechselbedingten (grau) und nicht infektiös, nicht Traumabedingte Klauenkrankheiten, sowie Gesamtzahl Klauenerkrankungen (Schwarz) und Neuinfektionen (rot) in Verbindung mit Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

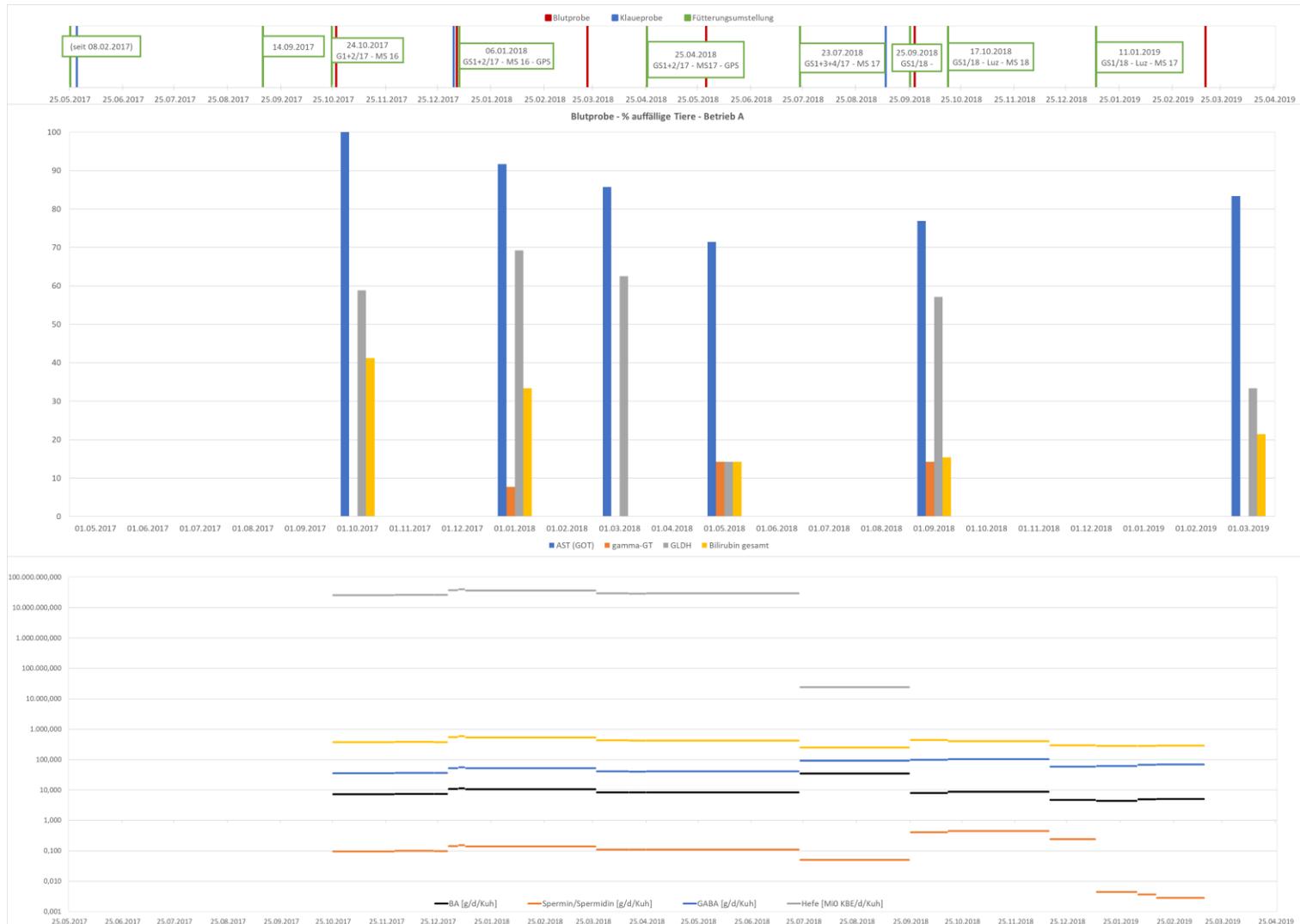


Abbildung 12: Ergebnisse der Blutuntersuchung auf Betrieb A unterteilt nach AST (blau), γ -GT (orange), Bilirubin (gelb), GLDH (grau) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

4.2.2 Betrieb B

In Betrieb B fanden sechs Futterumstellungen im Versuchszeitraum vom 24.10.2017 bis zum 25.02.2019 statt (Abbildung 13). Dabei zeigten die Summe der biogenen Amine ohne Spermin und Spermidin (BA_{oss}), Spermin und Spermidin, GABA, das Reineiweiß sowie die Hefen deutliche Schwankungen im Verlauf des Versuches. Die Aufnahme von BA lagen dabei zwischen 0,7 g/Kuh/d und 17 g/Tag/Kuh bei den einzelnen Futterumstellungen, wobei die höchsten Gehalte bei der Futterumstellung vom Dezember 2018 gefunden wurden. Bei Spermin und Spermidin wurden durchschnittlich etwa 0,5 g/Kuh/d verfüttert, wobei kein Spermin oder Spermidin bei den Futterumstellungen von April, Mai und Juni 2018 gefunden wurden. Die Aufnahme von GABA schwankte zwischen 40 g/Kuh/d und 130 g/Kuh/d. Dagegen variieren die Aufnahmen des Reineiweißes im Versuchszeitraum deutlich. Die höchste Aufnahme pro Kuh und Tag fand bei der Futterumstellung im Dezember 2018 und die geringste Aufnahme war bei der Futterumstellung im August 2018 statt. Bei der Hefe zeigte sich die höchste Aufnahmemenge bei der ersten Futterumstellung vom 01.11.2017 danach variierte die Aufnahme nur gering (siehe Abbildung 36). In Abbildung 14 wurden ausgewählte Milchleistungsmerkmale (Milch (kg), Zellzahlen (Zellen/ml Milch) und Harnstoffgehalt (mg/kg Milch) mit den Qualitätsparametern der Grassilage sowie der Durchschnittstemperatur im Versuchszeitraum in Beziehung gesetzt. Dabei zeigten sich nur geringe Schwankungen in der Milchleistung zwischen 30 kg und 35 kg. Jedoch wurden starke Variationen in den Zellzahlen (200 – 350 t. Zellen/ml Milch) sowie der Harnstoffgehalt (130 – 270 mg/kg Milch) der Milch über den Versuchszeitraum festgestellt, wobei sich keine Tendenz erkennen ließen. Die höchsten Zellzahlen wurden Anfang Juli und Anfang Dezember 2018 nachgewiesen, die geringsten im November 2018. Beim Harnstoff wurden die höchsten Gehalte im Mai und November 2018 sowie im Februar 2019 gefunden und der niedrigste Gehalt im August 2018. Zudem wurden bei den weiteren Merkmalen der MLP: dem Eiweißgehalt (%), dem Laktosegehalt (%) sowie dem Fett/Eiweiß Quotienten keine Schwankungen während des Versuchszeitraumes festgestellt. Beim Fettgehalt der Milch (%) wurde aber deutlich, dass im Winter und somit bei niedrigeren Temperaturen der Fettgehalt höher war als im Sommer (Abbildung 15). Daneben wurde der Zellgehalt der Milch näher betrachtet und ebenfalls in die 5 Stufen unterteilt (Abbildung 16). Dabei zeigte sich, dass durchschnittlich mehr als 60 % der Tiere einen Zellzahlgehalt ≤ 100.000 aufwiesen. Allerdings wurden sowohl im März und April 2018 sowie ab Januar 2019 weniger als 60 % Tiere mit einem Zellzahlgehalt ≤ 100.000 festgestellt. Dies spiegelte die Werte der Qualitätsparameter wider, denn zu diesem Zeitpunkt wurden hohe Gehalte an biogenen Aminen gefunden.

4. Ergebnisse

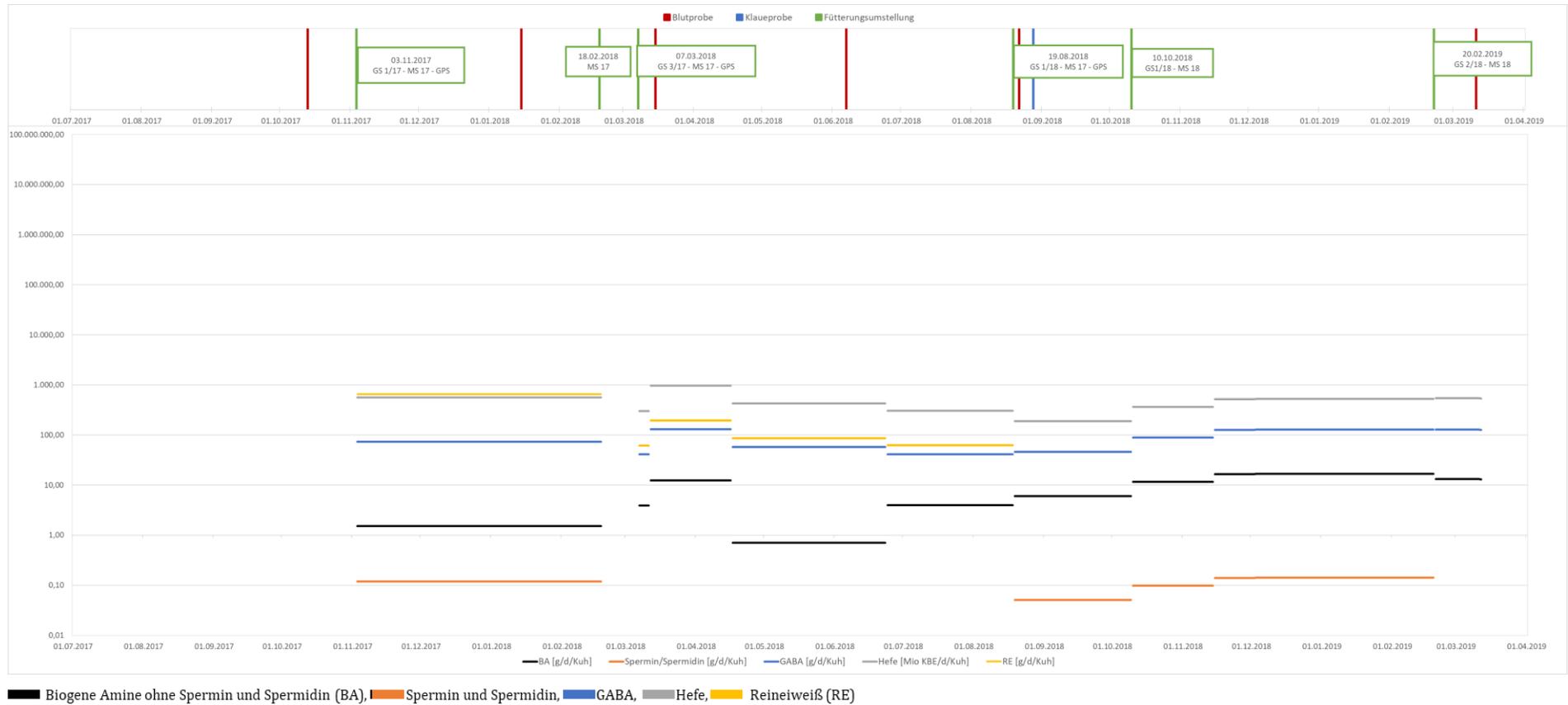


Abbildung 13: Tägliche Aufnahme der Qualitätsparameter der Grassilage je Fütterungsumstellung von Betrieb B

4. Ergebnisse

Bei dem BCS wurde zunächst der BCS aller Tiere im Betrieb betrachtet und anschließend in Gruppen nach den Melktagen unterteilt (Abbildung 44 und 45). In Abbildung 17 wurde zunächst der BCS in Beziehung zu den Qualitätsparametern der Grassilage und der Temperatur gesetzt. Dabei zeigte sich, dass der Anteil der unterkonditionierten Tiere gering war, wobei zu Beginn des Versuches ein Anteil >10 % festgestellt wurde. Ebenfalls war der Anteil der überkonditionierten Tiere gering, lediglich im Februar 2019 wurde ein Anteil von 10 % gefunden. Betrachtete man die Laktationsabschnitte näher, wurden die Unterschiede deutlicher. In LKA₁ zeigte sich, dass sowohl die unterkonditionierten Tiere sowie die überkonditionierten Tiere einen deutlich höheren Anteil im Vergleich zum gesamten BCS hatten. Wobei zu Beginn des Versuches (im September und November 2017) und im August 2018 ein Anteil von mehr als 20 % unterkonditionierte Tiere gefunden wurden. Zudem lag der Anteil an überkonditionierten Tieren ebenfalls im September 2017, im Februar 2018 sowie im Januar 2019 bei etwa 20 %. Der Anteil der leicht unterkonditionierten Milchkühe schwankt deutlich, folgte aber keinem klaren Trend. Der höchste Anteil zeigte sich im Dezember 2018 und der geringste Anteil im Februar 2019. Ebenfalls schwankt der Anteil der durchschnittlich konditionierten Tiere deutlich, wobei der geringste Anteil sich zu Beginn des Versuchs zeigt und der größte Anteil im Januar 2019. In LKA₂ war der Anteil an überkonditionierten Tieren deutlich geringer als in LKA₁, lediglich im April 2018 und im März 2019 wurden noch überkonditionierte Tiere gefunden (ca. 10 %). Auch der Anteil an unterkonditionierten Tieren war geringer und der höchste Anteil lag dabei unter 20 %. In LKA₃ wurden weniger über- und unterkonditionierte Tiere gefunden, als in LKA₁ und LKA₂. Lediglich im November 2017 zeigten sich noch mehr als 20 % unterkonditionierte Tiere und im August 2018 sowie im Februar 2019 noch etwa 10 % überkonditionierte Tiere. Wie auch in LKA₂ folgte der Anteil der leicht unterkonditionierten Tiere dem Temperaturverlauf, dennoch war im Juli 2018 trotz hoher Temperaturen deren Anteil verringert. Das gleiche galt für den Anteil optimal konditionierter Tiere deren Anteil im Juli 2018 erhöht war. Zum Ende der Laktation (LKA₄) wurden nur zu Beginn des Versuchs noch unterkonditionierte Tiere mit einem Anteil von etwa 10 % gefunden. Dagegen erhöhte sich wiederum der Anteil überkonditionierter Tiere im Vergleich zu den anderen LKA. So wurden zu Beginn des Versuches, im März 2018, im Oktober 2018 sowie im Februar und März 2019 mehr als 10 % überkonditionierte Tiere festgestellt.

In Abbildung 18 wurde der LCS in Beziehung zu den Qualitätsparametern der Grassilage und der Temperatur im Versuchszeitraum gesetzt. Dabei zeigt sich, dass der Anteil an lahmheitsfreien Tieren (LCS 1) meist über 80 % lag, lediglich im Oktober 2017 sowie im März und April 2018 (Phase mit einer hohen BA-Aufnahme) wurde ein geringerer Anteil LCS 1 festgestellt. Gleichzeitig war in diesen Zeiträumen der Anteil an Tieren mit einem leicht abnormalen Bewegungsablauf (LCS 2) sowie an geringgradig lahmen Tieren (LCS 3) gestiegen. Allgemein zeigte sich ein sehr geringer Anteil an mittelgradig lahmen Tieren mit dem LCS 4. Hochgradig lahme Tiere (LCS 5) traten hingegen keine auf.

Die Klauenerkrankungen wurden im Versuchszeitraum monatlich erfasst (Abbildung 19). Der Anteil der Neuerkrankungen wurde zum einen als Gesamtes erfasst, zum anderen wurden sie unterteilt in infektiöse Neuerkrankungen, Dermatitis-Digitalis Neuerkrankungen, Trauma- bzw. stoffwechselbedingte Neuerkrankungen und nicht infektiöse und nicht Trauma- bzw. stoffwechselbedingte Neuerkrankungen (Tabelle 4). Zudem wurde der Anteil an allen Klauenerkrankungen während der Klauenpflgetermine erfasst. Hier zeigt sich deutlich, dass nach der Futterumstellung vom Juli 2018 die Zahl der Neuinfektionen sowie die Gesamtzahl der Klauenerkrankungen stieg, zudem wurden in diesem Zeitraum auch deutlich mehr Läsionen im

4. Ergebnisse

Sinne der *Dermatitis Digitalis* erfasst. Im übrigen Versuchszeitraum traten nur wenige Klauenerkrankungen auf und insgesamt zeigten sich wenig Variationen zwischen den einzelnen Erkrankungen.

Bei den Blutuntersuchungen (Abbildung 20) zeigte sich, dass die Tiere aus Betrieb B bei jeder Blutanalyse auffällige AST aufwiesen. Lediglich im März und Juni 2018 lagen die Werte unter 100 %. Bei γ -GT wurden lediglich im Juni 2018 auffällige Werte gefunden, diese lagen bei 9 %. Bei fast jedem Blutentnahmeternin wurden auffällige GLDH Werte bei Betrieb B gefunden lediglich im August 2018 wurden keine auffälligen Werte entdeckt. Für Bilirubin wurde nur an zwei Terminen auffällige Werte entdeckt (Juni 2018 und März 2019). Allerdings waren keine klaren Trends bei den Blutuntersuchungen zu erkennen. Lediglich im März 2019 waren auch erhöhte Gehalte an BA in der Ration zu finden.

4. Ergebnisse

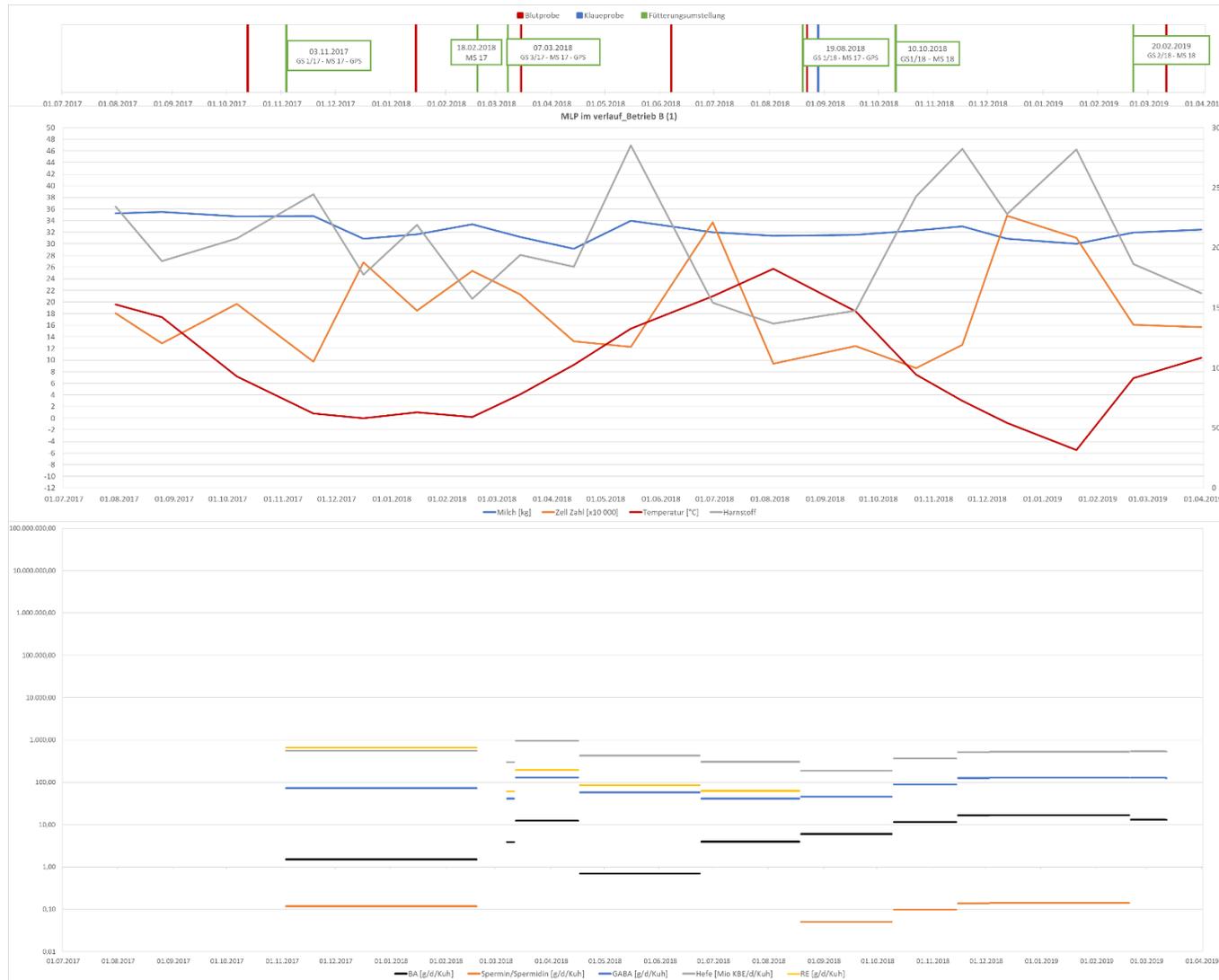


Abbildung 14: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb B unterteilt nach Milch (kg) (blau), Zellzahl (orange) und Harnstoff (grau) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration

4. Ergebnisse



Abbildung 15: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb B unterteilt nach Eiweiß (blau), Fett/Eiweiß Quotient (orange), Fett (grau) und Laktose(gelb) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration

4. Ergebnisse

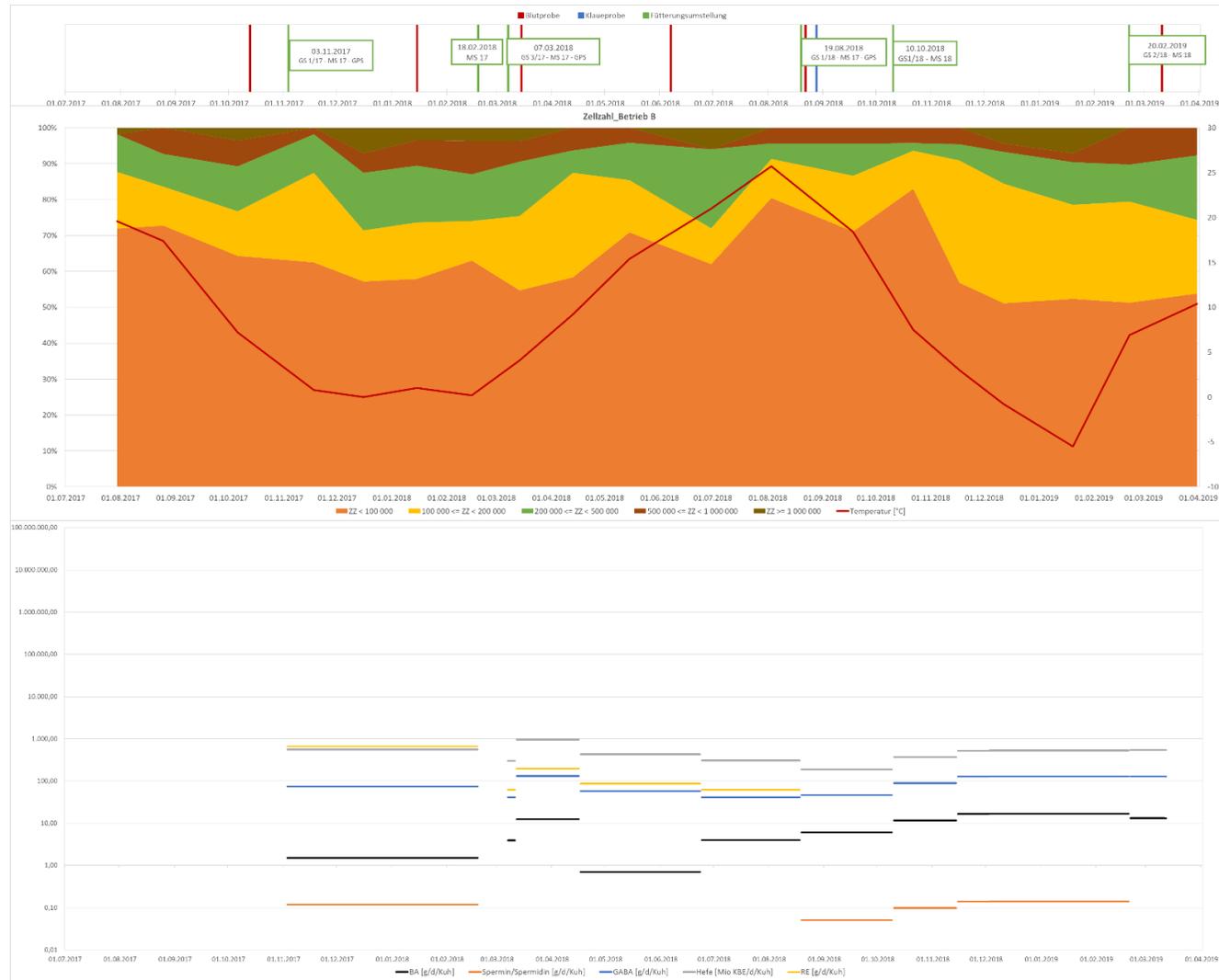


Abbildung 16: Ergebnisse des Zellzahluntersuchung von Betrieb B unterteilt in Zellzahlen ≤ 100.000 (orange), $100.000 - < 200.000$ (gelb), $200.000 - < 500.000$ (grün), $500.000 - < 1 \text{ Mio.}$ (dunkelbraun), $> 1 \text{ Mio.}$ (hellbraun) sowie der Außentemperatur (rote Linie) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration

4. Ergebnisse

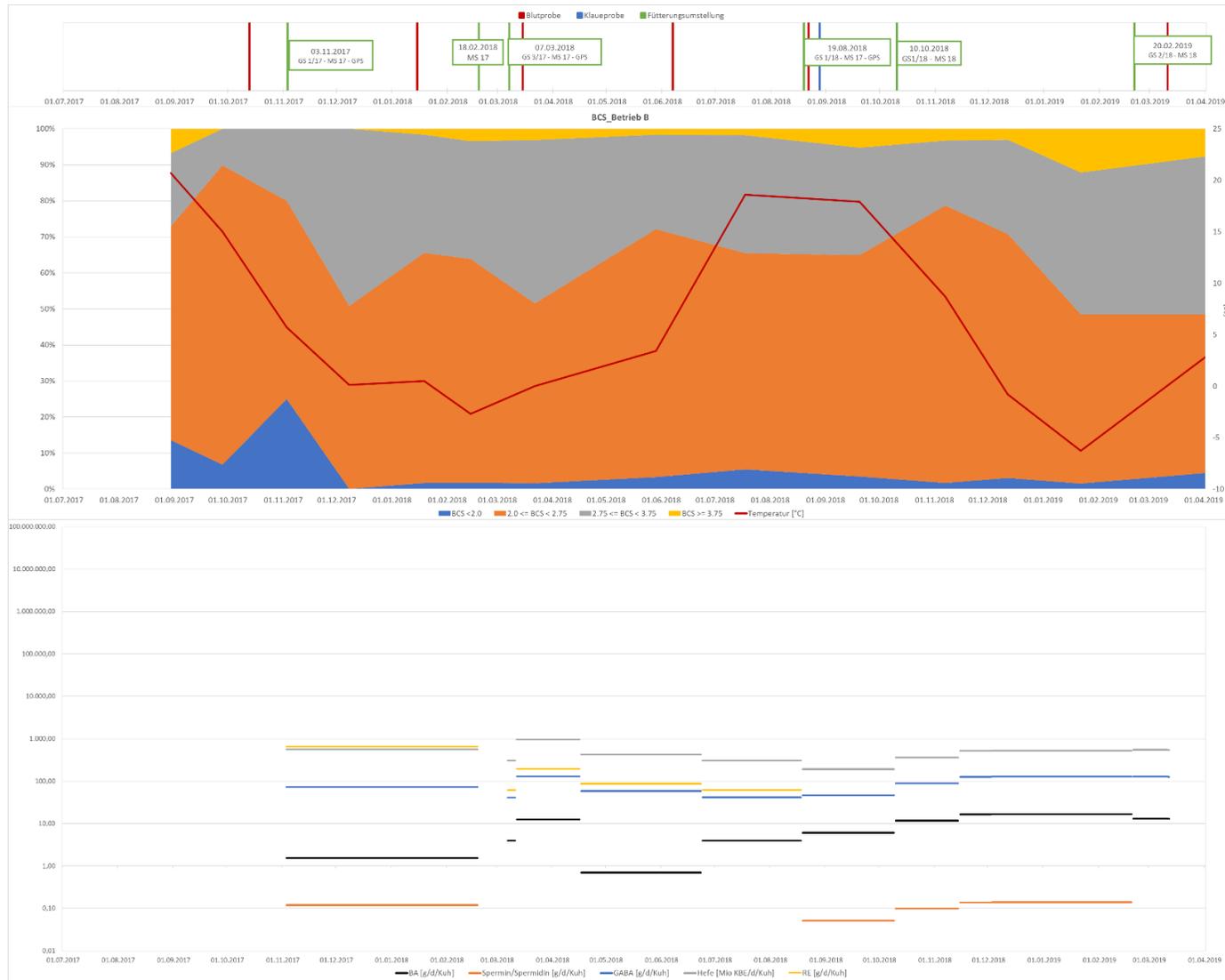


Abbildung 17: Ergebnisse des Body Condition Scores aller Tiere des Betriebes B mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

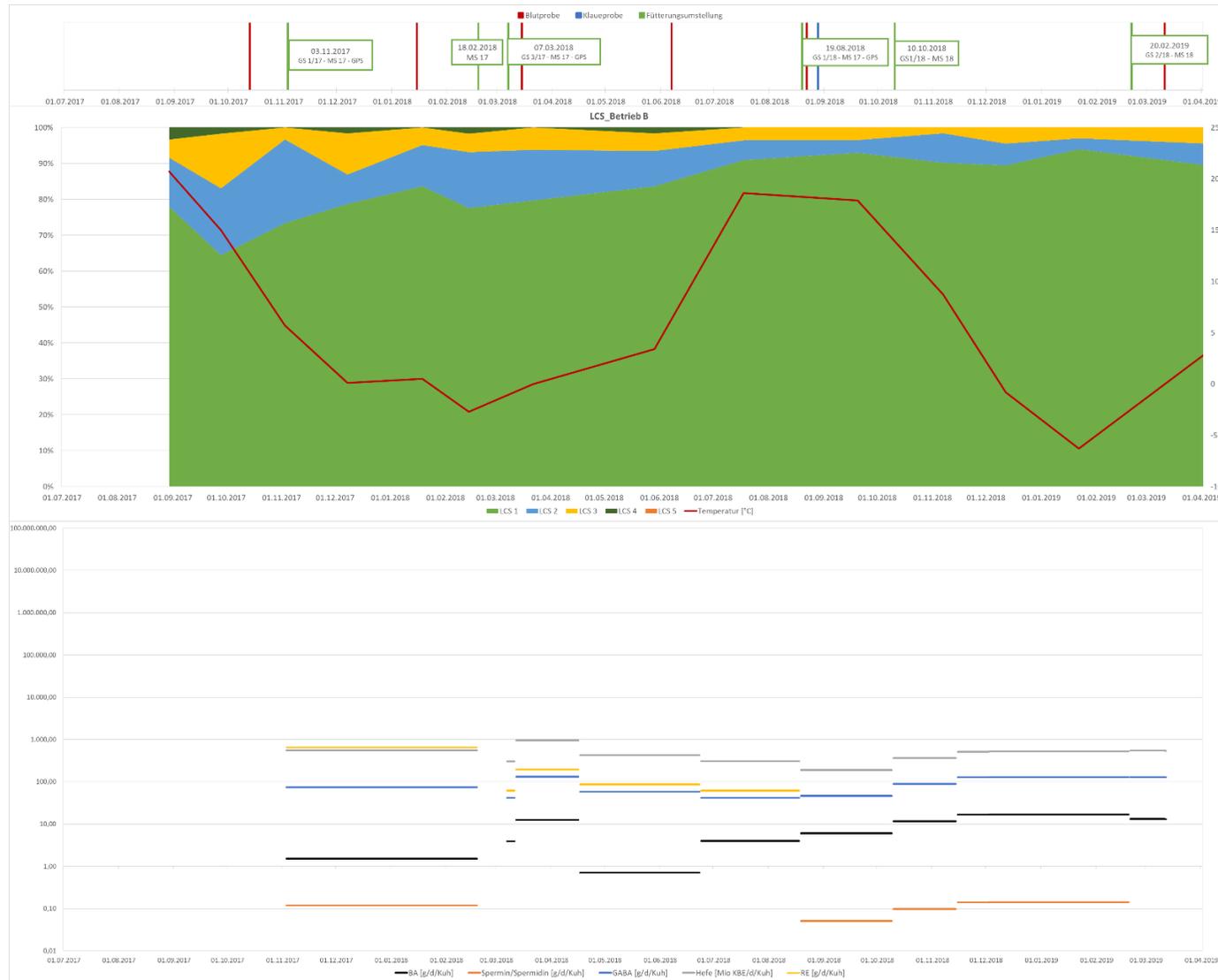


Abbildung 18: Ergebnisse der Lokomotion Bewertung auf Betrieb D mit LCS1 (grün), LCS2 (blau), LCS3 (gelb), LCS4 (dunkelgrün) und LCS5 (orange) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

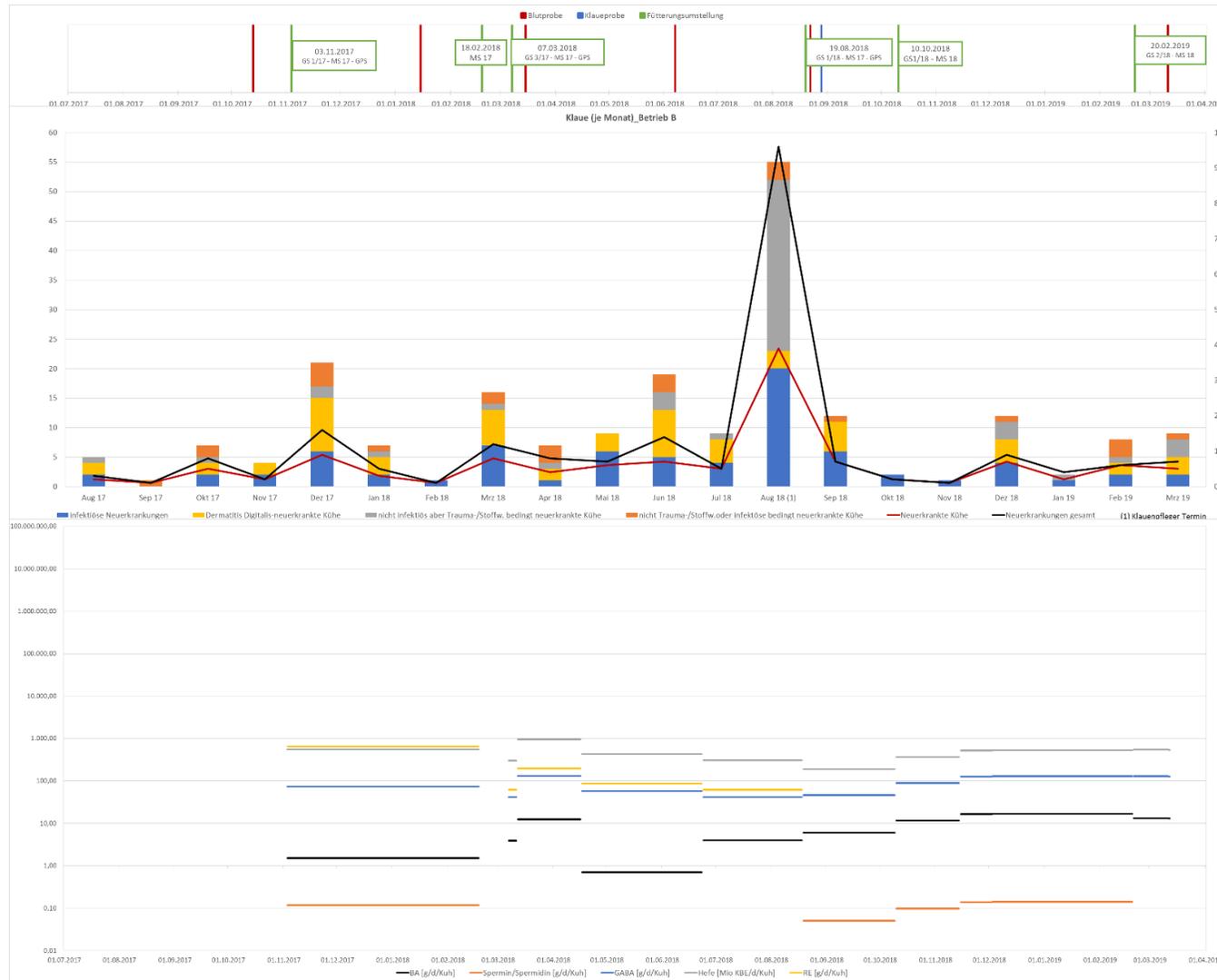


Abbildung 19: Ergebnisse der Klauenuntersuchung auf Betrieb B unterteilt nach infektiösen (blau), DD (gelb), Trauma/Stoffwechselbedingten (grau) und nicht infektiös, nicht Traumabedingte Klauenkrankheiten, sowie Gesamtzahl Klauenerkrankungen (Schwarz) und Neuinfektionen (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse



Abbildung 20: Ergebnisse der Blutuntersuchung auf Betrieb B unterteilt nach AST (blau), γ -GT (orange), Bilirubin (gelb), GLDH (grau) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

4.2.3 Betrieb C

Betrieb C führte im Versuchszeitraum vom 25.08.2017 bis zum 25.02.2019, zwölf Futterumstellungen durch (Abbildung 21). Dabei zeigten die täglichen BA_{oss}, GABA und des Reineiweißes kaum Schwankungen im Verlauf des Versuches, allerdings lagen diese auf einem hohen Niveau. Die Aufnahme von BA lag dabei zwischen 13 g/Kuh/d und 70 g/Kuh/d bei den einzelnen Futterumstellungen. Die Aufnahme von GABA schwankte zwischen 109 g/Kuh/d und 170 g/Kuh/d. Jedoch schwankte die Aufnahme des Reineiweißes kaum und lag bei etwa 500 g/Kuh/d über dem gesamten Versuchszeitraum. Spermin und Spermidin war zu Beginn des Versuches nicht in den Silagen enthalten und trat erst ab der Futterumstellung ab Oktober 2018 auf. Ab diesem Zeitraum wurde zwischen 0,3 g/Kuh/d und 0,5 g/Kuh/d verfüttert. Bei der Hefe zeigte sich die höchste Aufnahmemenge ab dem Dezember 2018, danach variierte die Aufnahme nur gering. Die Hefen lagen bei einer Aufnahmemenge von 10 Mio. KBE/Kuh/d. In Abbildung 22 sind einige Merkmale der MLP mit den Qualitätsmerkmalen der Grassilage sowie der Temperatur im Versuchszeitraum in Beziehung gesetzt. Auch hier zeigte sich wie bei Betrieb B, dass die Milchleistung sich im Versuchszeitraum kaum änderte und durchschnittlich zwischen 30 kg und 34 kg Milch lag. Die Zellzahlgehalte (140 – 360 t. Zellen / ml Milch) schwankten dagegen stärker. Der Harnstoffgehalt schwankte ebenfalls stark (200 mg/kg Milch – 360 mg/kg Milch).

Zusätzlich wurden weitere Merkmale der MLP untersucht (Abbildung 23). Wie bei Betrieb B schwankten der Eiweißgehalt, der Laktosegehalt und der Fett/Eiweiß Quotient nicht. Der durchschnittliche Eiweißgehalt von Betrieb C lag bei 3,4 %, der Laktosegehalt bei 4,75 %, sowie der Fett/Eiweiß Quotient bei 1,1. Der Fettgehalt dagegen schwankte leicht und lag zwischen 3,8 und 4,5 %, wobei in den Wintermonaten die höchsten Fettgehalte gefunden wurden. Die Zellzahlgehalte wurden auch in diesem Betrieb näher betrachtet, und ebenfalls in die 5 Stufen unterteilt (Abbildung 24). Im gesamten Versuchszeitraum lag der Zellzahlgehalt bei 70 % der Milchkühe <100.000, wobei im November und Dezember 2017 als auch im Februar und März 2018 der Anteil der Tiere mit einem Zellzahlgehalt ≤100.000 geringer als 70 % war. Im November und Dezember 2017 wurden Rationen mit hohen BA-Gehalten gefüttert. Zu diesen Zeitpunkten war der Anteil an Tieren mit erhöhten Zellzahlen gestiegen, im November und Dezember 2017 vor allem der Anteil an Tieren mit einem Zellzahlgehalt >500.000 - 1 Mio. Zellen. Dagegen waren im Februar und März 2018 der Anteil der Tiere mit einem Zellzahlgehalt >100.000 - 200.000 sowie >200.000 - 500.000 erhöht. Insgesamt zeigte sich, dass Betrieb C im gesamten Versuchszeitraum ca. 5 % an Kühen mit einem Zellzahlgehalten >1 Mio. aufwies. Insgesamt schwankte der Anteil an Tieren mit Zellzahlen >100.000 - 200.000, >200.000 - 500.000 sowie >500.000 - 1 Mio. im Versuchszeitraum nur wenig.

4. Ergebnisse

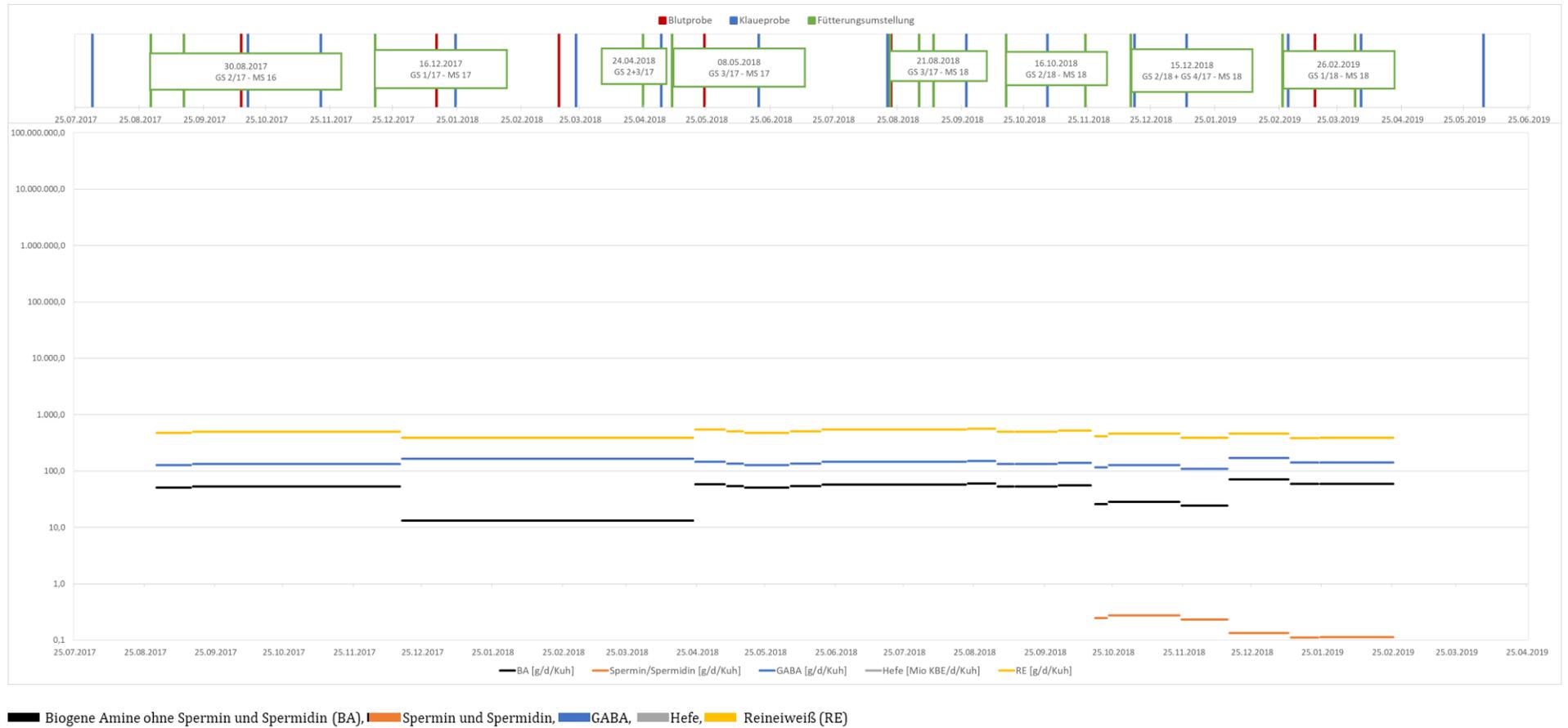


Abbildung 21: Tägliche Aufnahme der Qualitätsparameter der Grassilage je Futterumstellung von Betrieb C

4. Ergebnisse

Zunächst wurde der BCS von jeder Kuh im Betrieb betrachtet (Abbildung 25) und anschließend in Gruppen nach den Laktationstagen unterteilt (siehe Abbildung 46 und 47) und in Beziehung zu den Qualitätsparametern der Grassilage und der Temperatur gesetzt. Bei der Gesamtbetrachtung der BCS-Werte zeigt sich, dass der Anteil über- und unterkonditionierter Tiere allgemein gering war. Jedoch wurde ein höherer Anteil überkonditionierter Tiere Ende Oktober 2017 sowie ab Ende August 2018 festgestellt, zu diesen Zeitpunkten war der Anteil unterkonditionierter Tiere ebenfalls erhöht. Während diesen Zeitpunkten wurden Silagen mit hohen BA-Gehalten gefüttert. Teilte man nun den BCS nach den Laktationstagen auf, zeigte sich ein deutlicheres Bild. In LKA₁ war der Anteil unterkonditionierter Tiere deutlich höher im Vergleich zum gesamten BCS und lag zu Beginn des Versuches, Ende November 2017 und Ende August 2018 deutlich über 10 % und teilweise bei 20 %. Dagegen war der Anteil überkonditionierter Tiere geringer, dennoch wurde im November 2017, Ende Mai 2018 und Ende August 2018 erhöhte Werte gefunden. In LKA₂ waren sowohl der Anteil an unterkonditionierten Tieren als auch der Anteil an überkonditionierten Tieren geringer als in LKA₁, wobei noch immer mehr als 10 % unterkonditionierte Tiere zu Beginn des Versuches, Ende September 2018 und zum Ende des Versuches auftraten. Der Anteil an unterkonditionierten Tieren sank in LKA₃ und es wurde nur noch ein Anteil von mehr als 10 % an unterkonditionierten Tieren Ende Oktober 2017, Ende Juni 2018 sowie Ende Januar 2019 festgestellt. Der Anteil an überkonditionierten Tieren dagegen erhöhte sich leicht im Vergleich zu LKA₂, so wurden mehr als 10 % überkonditionierte Tiere Ende Dezember 2018 aufgefunden. In LKA₄ war der Anteil an unterkonditionierten Tieren am geringsten im Vergleich zu den anderen LKA, so wurden nur noch zwischen Ende November 2017 und Ende Januar 2018 mehr als 10 % unterkonditionierte Tiere festgestellt. Dagegen nahm der Anteil an überkonditionierten Tieren zu, so traten Ende Oktober 2017, Ende Oktober 2018 und Ende Dezember 2018 mehr als 10 % der überkonditionierten Tiere auf.

In Abbildung 26 wurde der LCS in Beziehung zu den Qualitätsparametern der Grassilage und der Temperatur im Versuchszeitraum gesetzt. Dabei zeigte sich, dass der Anteil an LCS 1 lediglich zwischen 50 und 65 % schwankte, der geringste Anteil an Tieren mit einem LCS 1 wurde Ende September 2017 sowie im Zeitraum zwischen Ende Juni bis Ende Oktober 2018 (Phasen mit hohen BA-Gehalten) festgestellt. Aber auch zwischen Ende Dezember 2017 und Ende März 2018 war ein geringer Anteil an LCS 1 zu erkennen. Hier war der BA-Gehalt in der Ration zwar niedriger, jedoch weiterhin auf einem hohen Niveau. Gleichzeitig war Ende Oktober 2017, Ende Dezember 2017 sowie Ende März 2018 der Anteil an Tieren mit LCS 2 und LCS 3 erhöht. Ansonsten schwankt der Anteil an Tieren mit LCS 2 und LCS 3 nur geringfügig. Der Anteil an LCS 4 war nur im Zeitraum zwischen Ende Juni bis Oktober 2018 erhöht, zu den übrigen Untersuchungszeitpunkten dagegen sehr gering. Dagegen zeigten sich im Untersuchungszeitraum kein Lahmheitsgrad LCS 5.

Die Klauenerkrankungen wurden im Versuchszeitraum alle 2 Wochen erfasst, wobei die Klauenpflege spätestens alle drei Monate stattfand (Abbildung 27). Neben allen Klauenerkrankungen wurde der Anteil der Neuerkrankungen zum einen als Gesamtes erfasst, zum anderen wurden sie unterteilt in infektiöse Neuerkrankungen, *Dermatitis-Digitalis* Neuerkrankungen, Trauma- bzw. stoffwechselbedingte Neuerkrankungen und nicht infektiöse oder Trauma- bzw. stoffwechselbedingte Neuerkrankungen (Tabelle 4). In Abbildung 27 zeigte sich, dass jeweils etwa 8 Wochen nach der Futterumstellung eine Änderung bei den Klauenerkrankungen auftrat. So stieg der Anteil der Klauenerkrankungen Ende Oktober 2017 deutlich an, nachdem Ende August 2017 eine Futterumstellung erfolgte, bei der Silagen mit hohen

4. Ergebnisse

BA-Gehalten gefüttert wurden. Ebenso stieg der Anteil der Klauenerkrankungen Ende August bis Ende November 2018 stark an, nach der Futterumstellung Ende Mai sowie einer erneuten Umstellung Ende August, bei der die BA-Gehalte ebenfalls erhöht waren. Betrachtete man nun die Neuinfektionen näher, zeigten sich hier sprunghafte Zunahmen bei den infektiösen Neuerkrankungen, der Dermatitis Digitalis und den Trauma- und Stoffwechselerkrankungen. Dagegen variierten die nicht infektiösen bzw. nicht Trauma- bzw. stoffwechselbedingte Neuerkrankungen nur wenig. Dies lässt den Rückschluss zu, dass die Klauenerkrankungen mit den Futterumstellungen in Verbindung stehen und sich größere Veränderungen jeweils nach einer Futterumstellung zeigen.

Bei den Blutuntersuchungen auf Betrieb C zeigte sich, dass sowohl AST und GLDH bei allen Blutuntersuchen auffällige Werte zeigte, wobei der Anteil auffälliger Tiere für AST bei allen Untersuchungen über 50 % lag, für GLDH dagegen unter 50 %. Der Anteil an Tieren mit auffälligen γ -GT Werten war lediglich an den letzten beiden Blutuntersuchungstermin erhöht. Dagegen war Bilirubin auch im Oktober 2017 und März 2018 erhöht (Abbildung 28).

4. Ergebnisse

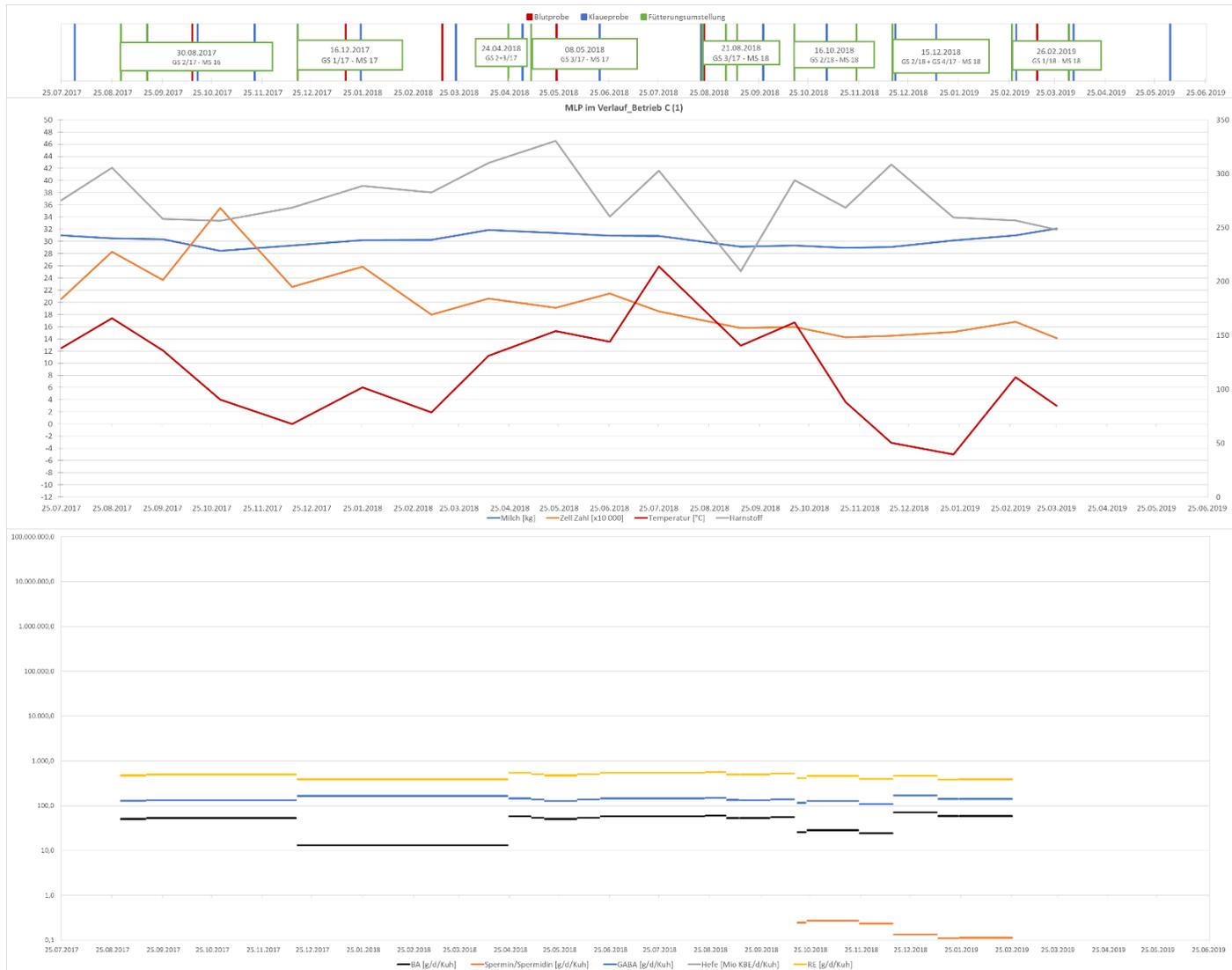


Abbildung 22: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb C unterteilt nach Milch (kg) (blau), Zellzahl (orange) und Harnstoff (grau) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

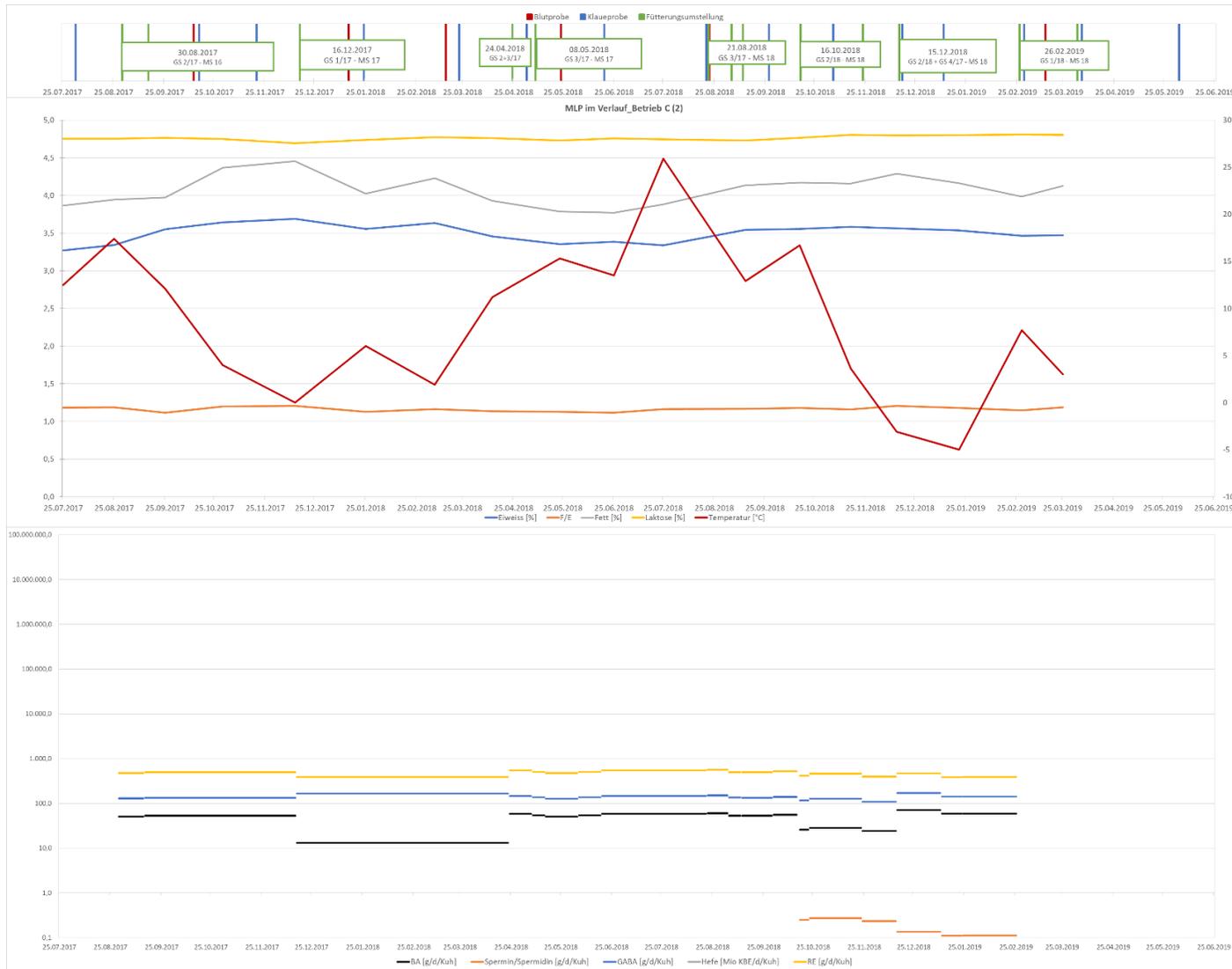


Abbildung 23: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb C unterteilt nach Eiweiß (blau), Fett/Eiweiß Quotient (orange), Fett (grau) und Laktose (gelb) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

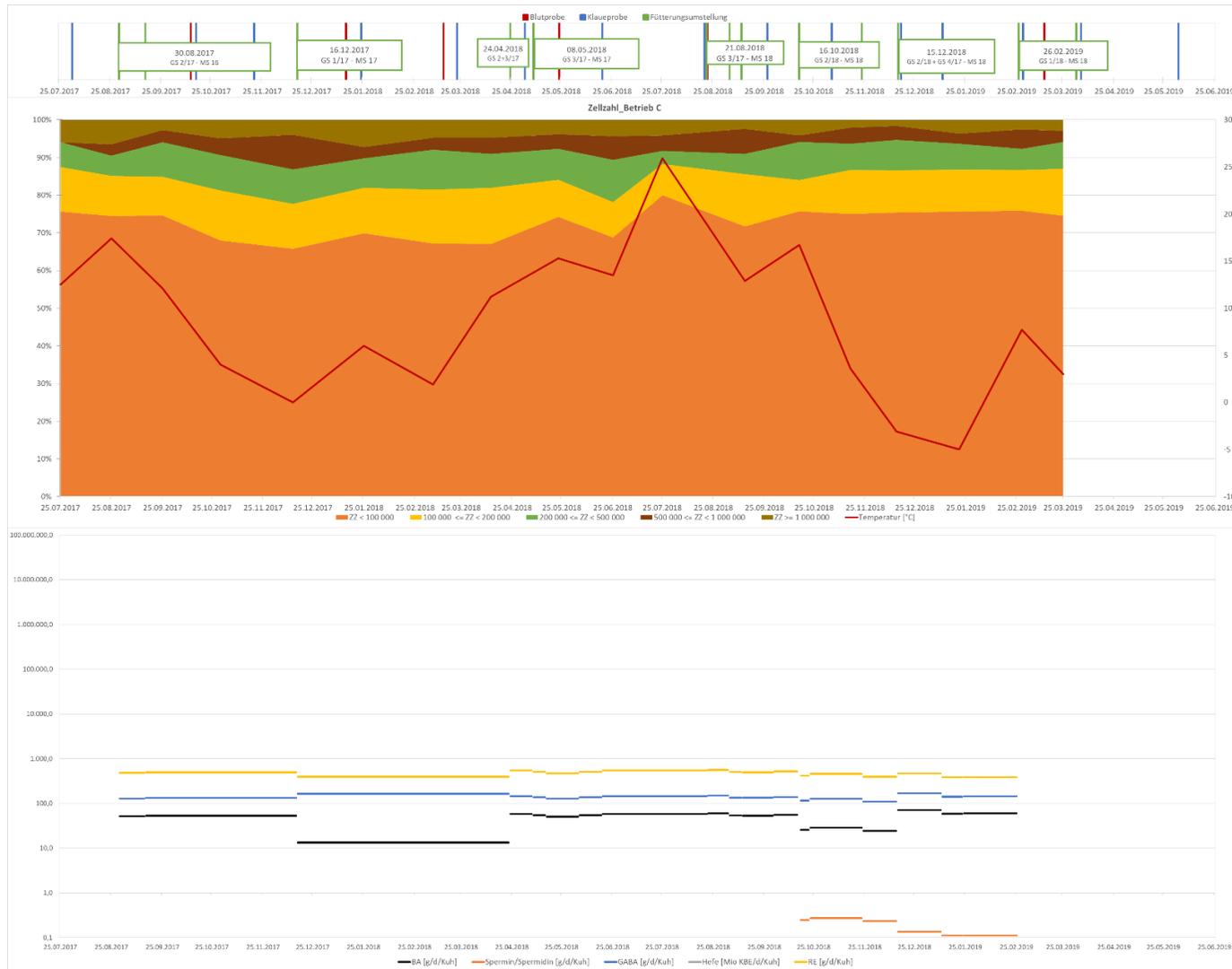


Abbildung 24: Ergebnisse des Zellzahluntersuchung von Betrieb C unterteilt in Zellzahlen ≤ 100.000 (orange), $100.000 - < 200.000$ (gelb), $200.000 - < 500.000$ (grün), $500.000 - < 1 \text{ Mio.}$ (dunkelbraun), $> 1 \text{ Mio.}$ (hellbraun) sowie der Außentemperatur (rote Linie) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

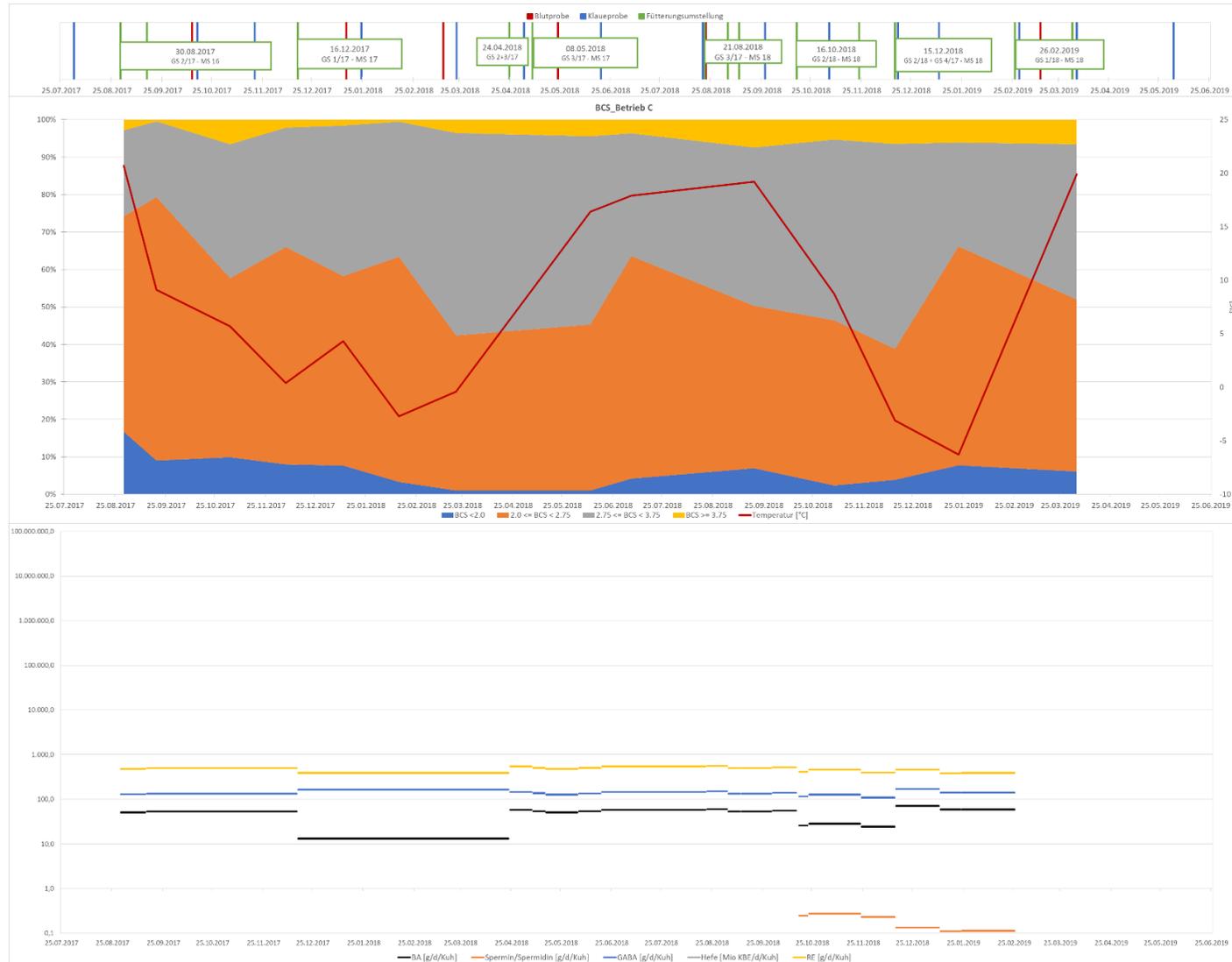


Abbildung 25: Ergebnisse des Body Condition Scores aller Tiere des Betriebes C mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung mit Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

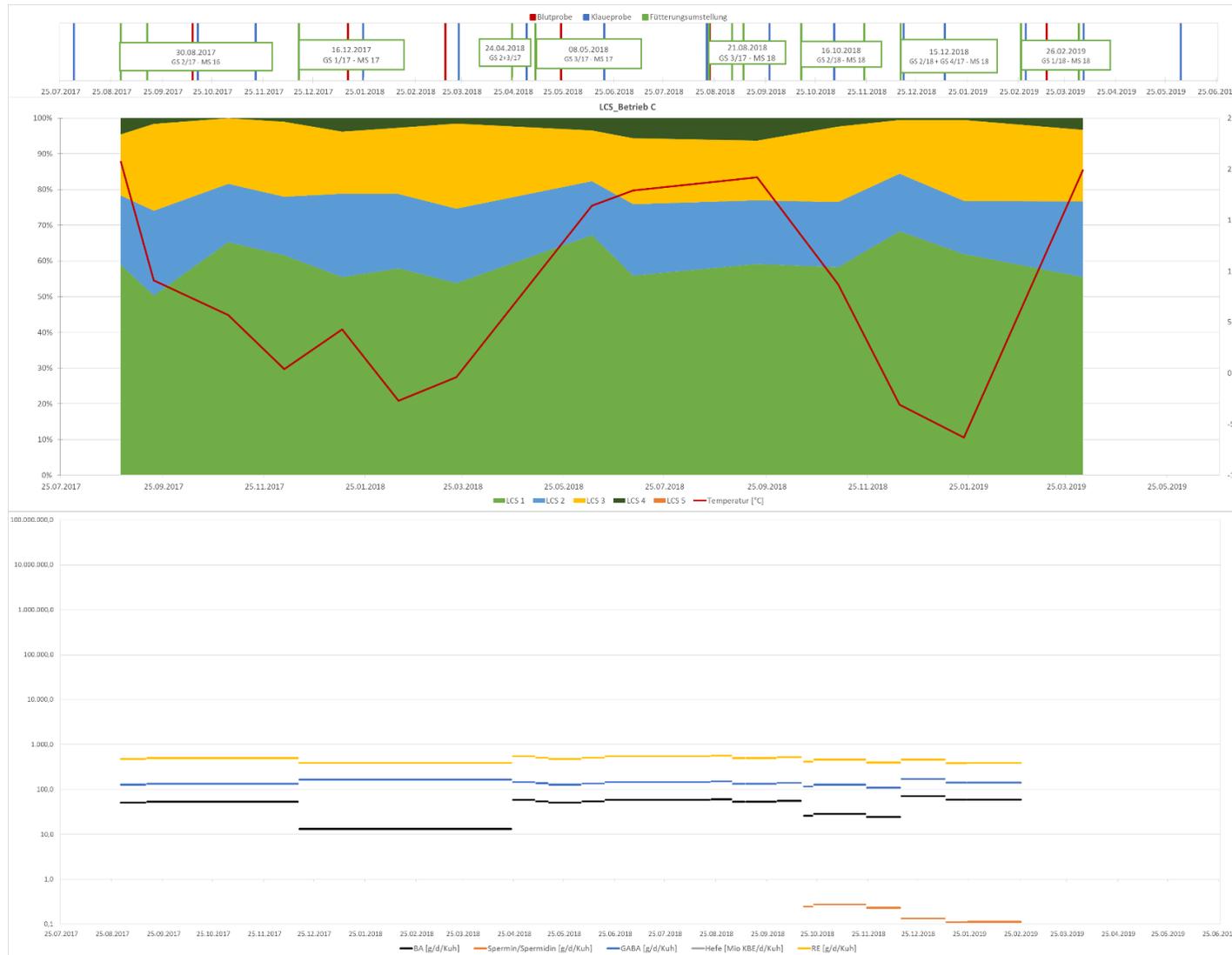


Abbildung 26: Ergebnisse der Lokomotion Bewertung auf Betrieb D mit LCS1 (grün), LCS2 (blau), LCS3 (gelb), LCS4 (dunkelgrün) und LCS5 (orange) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

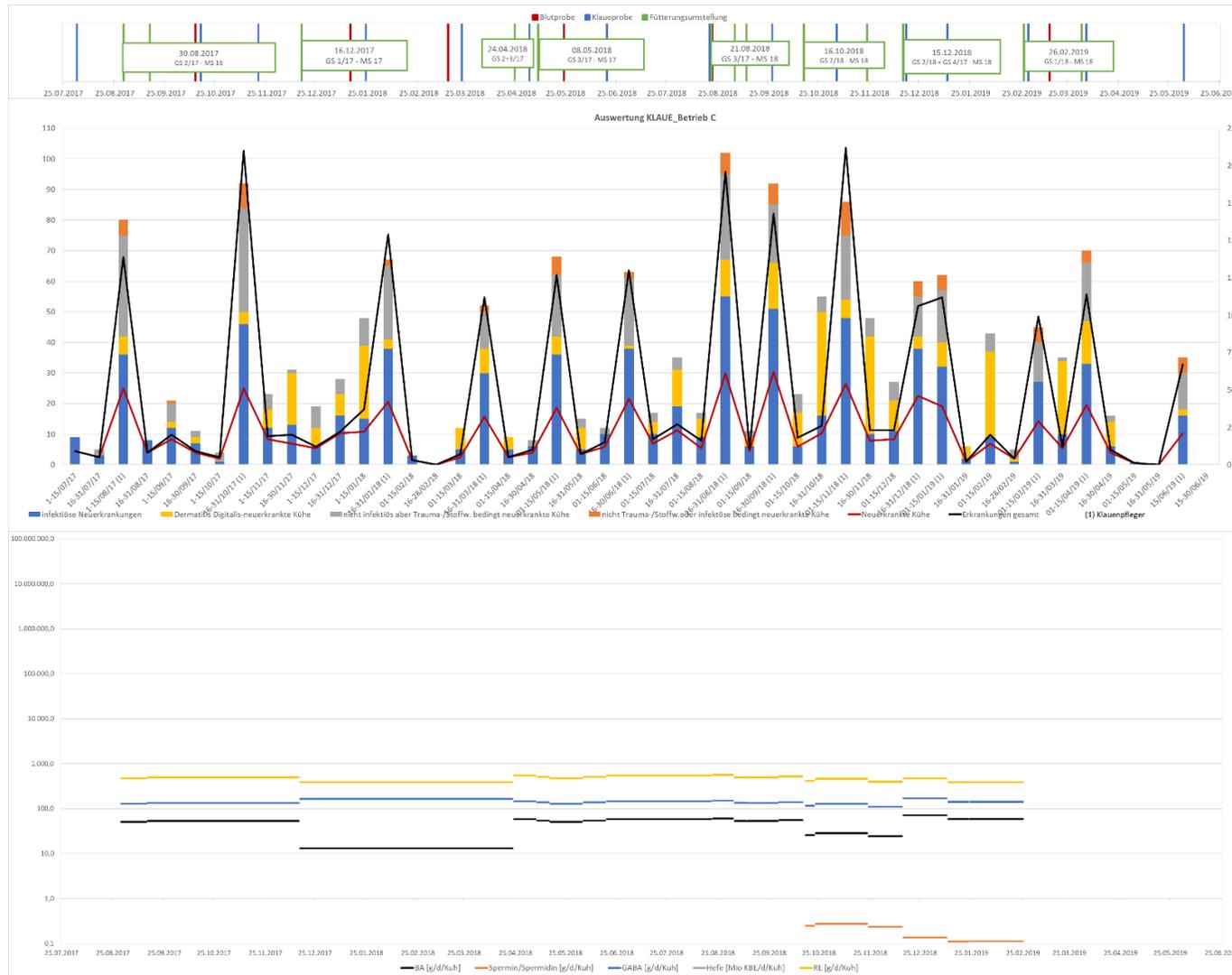


Abbildung 27: Ergebnisse der Klauenuntersuchung auf Betrieb C unterteilt nach infektiösen (blau), DD (gelb), Trauma/Stoffwechselbedingten (grau) und nicht infektiös, nicht Traumabedingte Klauenkrankheiten, sowie Gesamtzahl Klauenerkrankungen (Schwarz) und Neuinfektionen (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

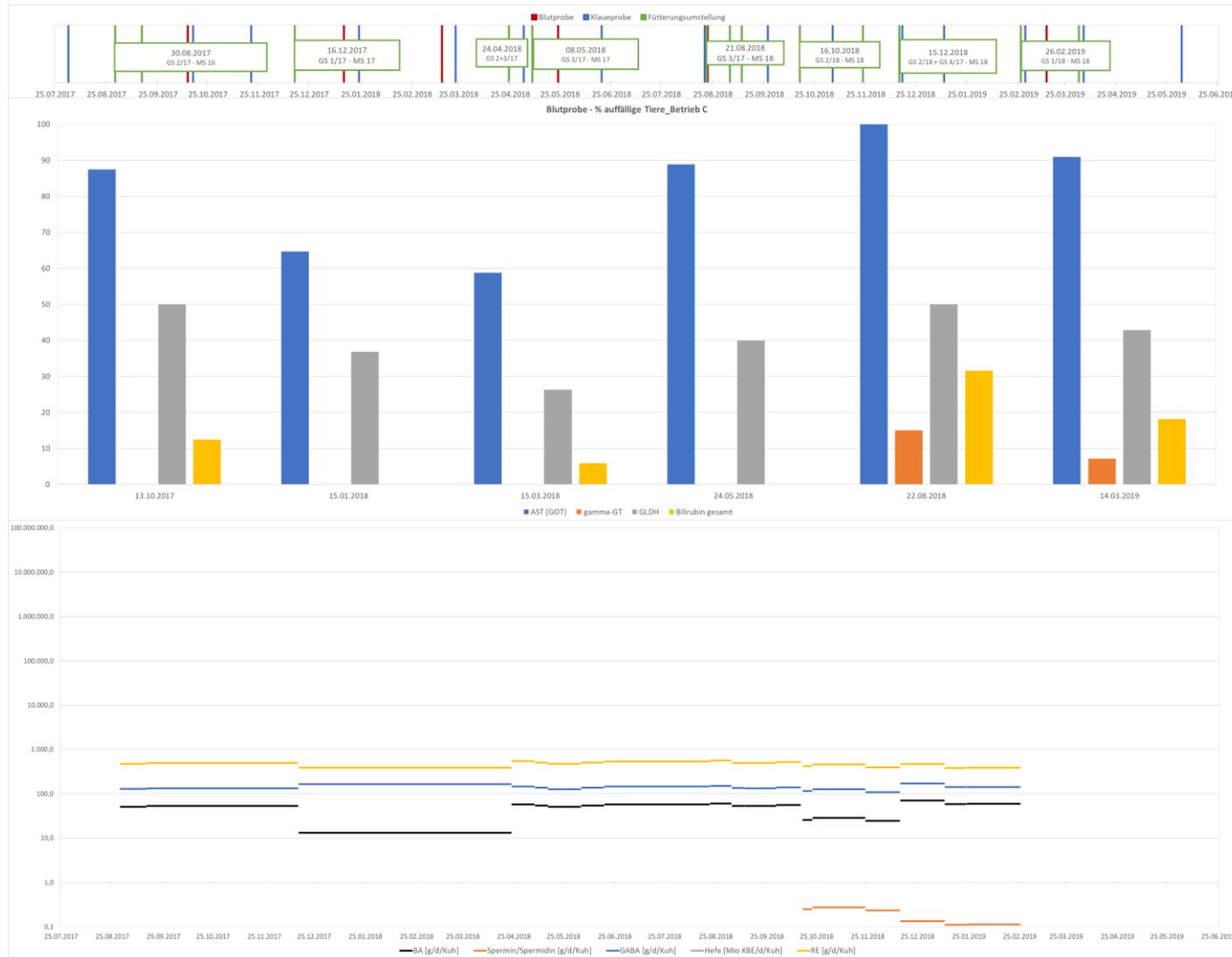


Abbildung 28: Ergebnisse der Blutuntersuchung auf Betrieb C unterteilt nach AST (blau), γ -GT (orange), Bilirubin (gelb), GLDH (grau) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

4.2.4 Betrieb D

Der Betrieb D führte im Versuchszeitraum vom 14.11.2017 bis zum 19.04.2019 sechs Futterumstellungen durch (Abbildung 29). Dabei zeigten die täglichen Aufnahmen der Summe der BA ohne Spermin und Spermidin, von Spermin und Spermidin, von GABA und des Reineiweißes kaum Schwankungen im Verlauf des Versuches, jedoch wiesen diese eine hohe Gehalte auf. Die Aufnahmen von BA lagen zwischen 4 g/Kuh/d und 69 g/Kuh/d bezogen auf die einzelnen Futterumstellungen, wobei die geringste tägliche Aufnahme bei der ersten Futterration vom 14.11.2017 gefunden wurde. Die Aufnahme von GABA schwankte zwischen 25 g/Kuh/d und 132 g/Kuh/d. Und die Aufnahme des Reineiweißes lag zwischen 280 g/Kuh/d und 370 g/Kuh/d im Versuchszeitraum. Die tägliche Aufnahme von Spermin und Spermidin variierte nur geringfügig und lag zwischen 0,1 g/Kuh/d und 0,2 g/Kuh/d, wobei der geringste Gehalt bei der Futterumstellung vom 20.03.2018 gefunden wurde. Hefe trat nur in der ersten Futterration vom 14.11.2017 auf, jedoch war dort der Gehalt sehr hoch mit 1 Billion KBE/Kuh/d. In Abbildung 30 wurden einige Merkmale der MLP mit den Qualitätsmerkmalen der Grassilage sowie der Außentemperatur im Versuchszeitraum in Beziehung gesetzt. Auch hier zeigte sich wie bei den vorherigen Betrieben, dass die Milchleistung sich im Versuchszeitraum kaum änderte und durchschnittlich zwischen 30 kg und 34 kg Milch lag. Die Zellzahlgehalte (260 – 460 t. Zellen/ml Milch) und Harnstoffgehalte (170 – 270 mg/kg Milch) schwanken dagegen stark und folgten keinen ersichtlichen Trend. Beim Harnstoffgehalt zeigten sich die höchsten Werte Anfang Januar 2018 sowie im März 2018 und im Februar 2019. Im Januar 2019 war dagegen der niedrigste Wert während des Versuchszeitraum, woraufhin der höchste Wert im Februar folgte. Es wurden noch weitere Merkmale der MLP untersucht (Abbildung 31). Wie bei den anderen Betrieben schwankten der Eiweißgehalt, der Laktosegehalt und der Fett/Eiweiß Quotient nicht. Der durchschnittliche Eiweißgehalt von Betrieb C lag bei 3,5 %, der Laktosegehalt bei 4,75 % und der Fett/Eiweiß Quotient bei 1,1. Der Fettgehalt dagegen schwankte nur geringfügig und lag zwischen 4,0 % - 4,5 %, wobei in den Wintermonaten die höchsten Fettgehalte gefunden wurden. Zusätzlich wurden die Zellzahlgehalte näher betrachtet, wobei die Zellzahlen in fünf Stufen unterteilt wurden (Abbildung 32). Im Versuchszeitraum lag durchschnittlich der Zellzahlgehalt bei 50 % der Kühe ≤ 100.000 , wobei sowohl im November 2018 als auch im Januar 2018 der Anteil der Tiere mit einem Zellzahlgehalt ≤ 100.000 nur noch bei 40 % lag. Der Anteil an Tieren mit einem Zellzahlgehalt $> 100.000 - 200.000$ sowie $> 200.000 - 500.000$ lagen über den gesamten Versuchszeitraum bei etwa 20 % und variiert nur wenig. Der Anteil der Tiere mit einem Zellzahlgehalt $> 500.000 - 1 \text{ Mio.}$ war dagegen sehr klein und lag zwischen 2 - 3 % mit geringfügigen Schwankungen. Der Anteil an Milchkühen mit einem Zellzahlgehalt $> 1 \text{ Mio.}$ war dagegen höher als bei den anderen Betrieben und lag zwischen 7 % - 8 %. Insgesamt traten kaum Schwankungen bei den Zellzahlen auf und es ließ sich keine klare Tendenz erkennen.

4. Ergebnisse

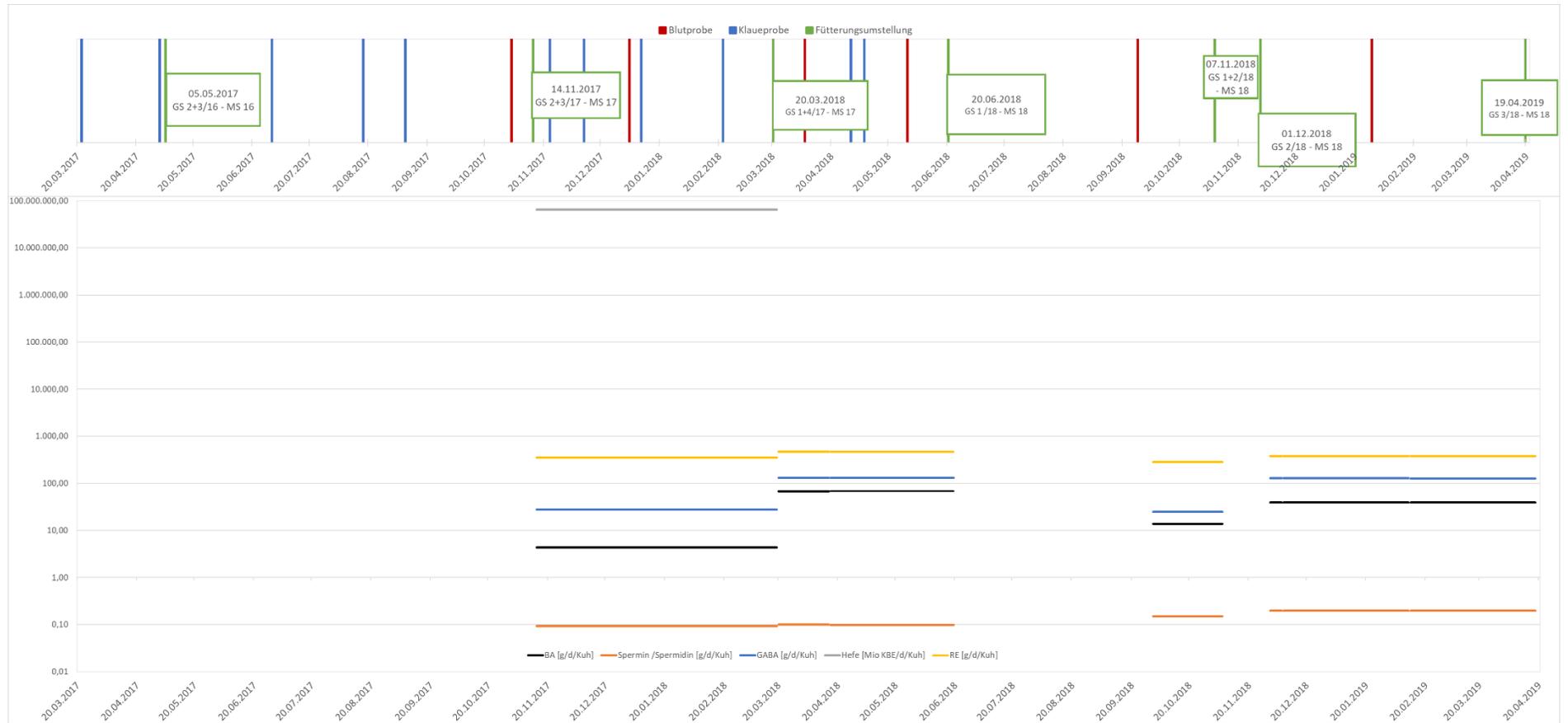


Abbildung 29: Tägliche Aufnahme der Qualitätsparameter der Grassilage je Futterumstellung von Betrieb D

4. Ergebnisse

Bei dem BCS wurde zunächst der BCS von jeder Kuh im Betrieb betrachtet (Abbildung 33) und in Gruppen nach den Melktagen (Abbildung 48 und 49). Bei der gesamten Betrachtung der BCS-Werte zeigte sich, dass der Anteil unterkonditionierter Tiere konstant bei ca. 10 % lag. Der Anteil überkonditionierter Tiere war dagegen zu Beginn des Versuches geringer und stieg ab Ende Juli 2018 auf 10 % an, zudem lag der Anteil überkonditionierter Tiere Ende September und Ende Dezember 2018 bei nahezu 20 %. Zu diesen Zeitpunkten hatten die Futtrationen einen sehr hohen BA-Gehalt von teilweise über 10 g/Kuh/d. Der Anteil der leicht unterkonditionierten Tiere verlief ähnlich der Temperaturkurve, wobei die meisten Tiere einen BCS zwischen 2 und 2,75 aufwiesen, wenn die Temperaturen hoch waren. Dagegen reduziert sich der Anteil optimal konditionierter Kühe, wenn die Temperaturen stiegen und erhöhte sich bei sinkenden Temperaturen. Teilt man nun den BCS nach den Laktationstagen auf, dann zeigt sich ein klareres Bild. In LKA₁ war der Anteil an unterkonditionierten Tieren deutlich höher im Vergleich zum gesamten BCS und lag Ende Dezember 2018 und Ende März 2019 deutlich >20 %. Dagegen war der Anteil überkonditionierter Tiere gering, dennoch wurde Ende November 2017 und Ende Oktober 2018 erhöhte Werte (>7 %) festgestellt. In LKA₂ war der Anteil an unterkonditionierten Tieren vergleichbar zu LKA₁, wobei Ende Juni 2018 sowie Ende März 2019 der Anteil bei >20 % lag. Zudem zeigte sich, dass Ende Juni die Futtrationen mit den höchsten BA-Gehalten verfüttert wurden. Der Anteil überkonditionierter Tiere war geringer als in LKA₁, wobei auch hier Ende Juni 2018 und Ende Dezember 2018 die höchsten Werte auftraten. Der Anteil unterkonditionierter Tiere sank in LKA₃ weiter und es wurden nur noch ein Anteil von etwa 20 % Ende September 2018 festgestellt. Der Anteil überkonditionierter Tiere dagegen erhöhte sich leicht im Vergleich zu LKA₂, so wurden mehr als 10 % überkonditionierte Tiere Ende Dezember 2018 festgestellt. In LKA₄ war der Anteil unterkonditionierter Tiere im Vergleich zu den anderen LKA am geringsten und lag deutlich unter 10 %. Dagegen nahm der Anteil überkonditionierter Tiere weiter zu, so waren Ende September 2018 etwa 20 % der Kühe mit einem BCS über 3,75 vorhanden.

In Abbildung 34 wurde der LCS in Beziehung zu den Qualitätsparametern der Grassilage und der Temperatur in dem Versuchszeitraum gesetzt. Dabei zeigte sich, dass der Anteil an LCS 1 nur bei 45 % lag, was gleichzeitig bedeutet, dass mehr als 50 % der Tiere einen LCS >1 aufwiesen und somit lahm waren. Den geringsten Anteil an Tieren mit einem LCS 1 wurde Ende März 2018 sowie Ende September 2018 in Phasen mit hohen BA-Konzentrationen festgestellt. Auch Ende Dezember 2017 zeigte sich ein geringer Anteil an Tieren LCS 1, hier war der BA-Gehalt in der Ration zwar niedriger als in den zuvor beschriebenen Zeitabschnitten, jedoch weiterhin vergleichsweise hoch. Gleichzeitig war Ende Dezember 2017 der Anteil an Tieren mit LCS 2 erhöht. Dagegen war Ende September 2018 der Anteil an LCS 3 und LCS 4 erhöht. Zusätzlich wurden Ende März 2018 auch ein Anteil an LCS 4 festgestellt, diese traten nur auf Betrieb D auf. Ansonsten schwankte der Anteil an Tieren mit einem LCS 2 und LCS 3 nur geringfügig. Der Anteil an Tieren mit LCS 4 war insgesamt nur sehr gering.

Die Klauenerkrankungen wurden im Versuchszeitraum monatlich erfasst, wobei die Klauenpflege ebenfalls monatlich stattfand. Allerdings erfolgte die Klauenpflege nur bis Mai 2018 (Abbildung 35). Neben allen Klauenerkrankungen wurde der Anteil der Neuerkrankungen zum einen als Gesamtes erfasst, zum anderen wurden sie unterteilt in infektiöse Neuerkrankungen, Dermatitis-Digitalis Neuerkrankungen, Trauma- bzw. stoffwechselbedingte Neuerkrankungen und nicht infektiöse oder Trauma- bzw. stoffwechselbedingte Neuerkrankungen (Tabelle 4). Abbildung 35 zeigt, dass die Gesamtzahl der Klauenerkrankungen grundsätzlich hoch war und nur im März 2018 niedrig war, jedoch fand zu diesem Zeitpunkt keine Klauenpflege statt. Die Gesamtzahl

4. Ergebnisse

Neuinfektionen war geringer und bleibt weitestgehend gleich. Betrachtete man nun die einzelnen Klauenerkrankungen näher, zeigte sich, dass der Anteil an infektiösen, Trauma- bzw. stoffwechselbedingten sowie nicht infektiöse/nicht trauma- bzw. stoffwechselbedingte Klauenerkrankungen über den Versuchszeitraum nur geringfügig änderten, ausgenommen März 2018 (keine Klauenpflege). Dagegen stieg der Anteil an *Dermatitis digitalis* im Februar und April 2018 deutlich an.

In Abbildung 36 sind die Ergebnisse der Blutuntersuchung von Betrieb D dargestellt. Dabei zeigte sich, dass sowohl für AST, GLDH und Bilirubin an allen Blutuntersuchungsterminen Tiere mit auffälligen Blutwerten gefunden wurden. Lediglich für γ -GT wurden bei der letzten Blutuntersuchung keine auffälligen Tiere gefunden.

4. Ergebnisse

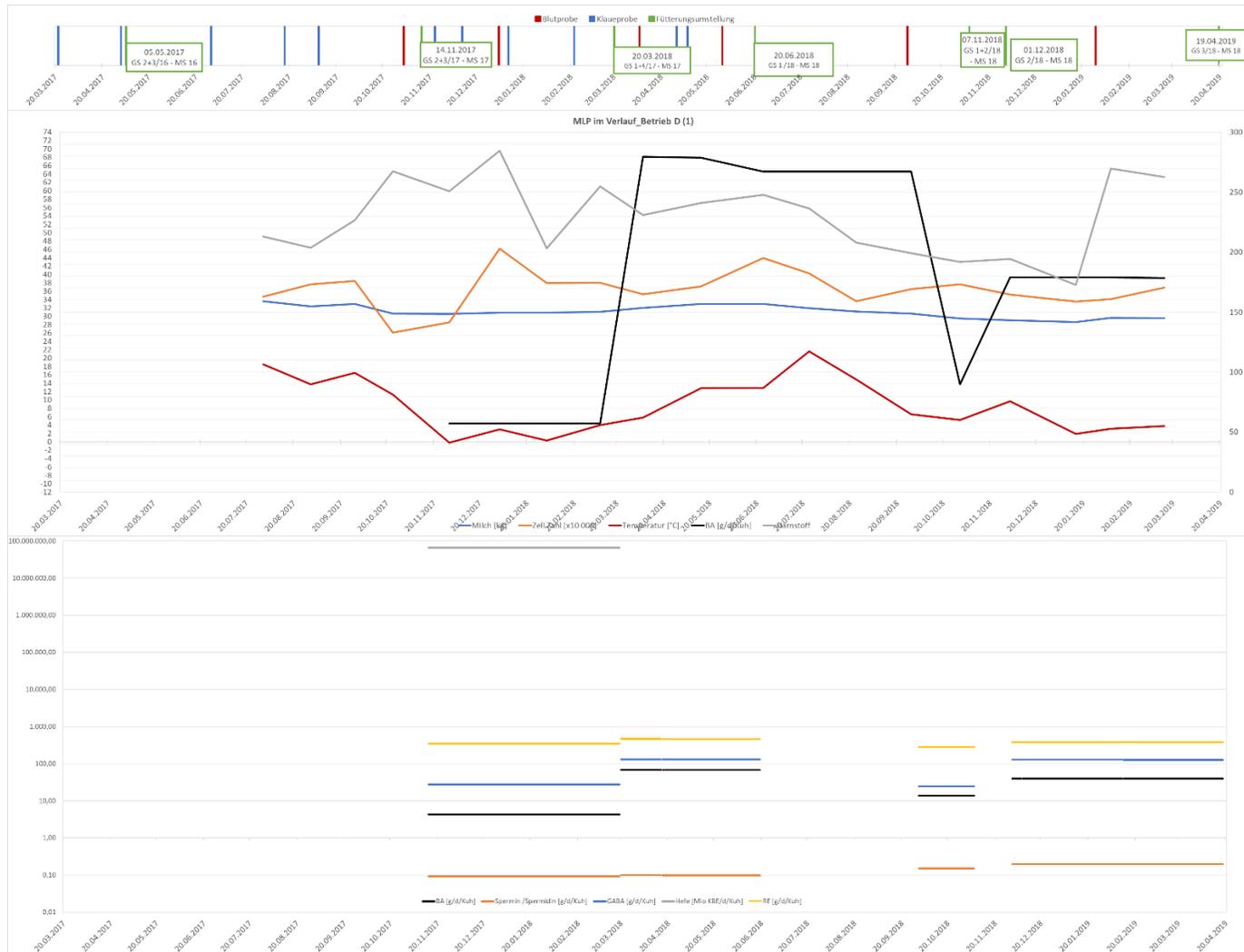


Abbildung 30: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb D unterteilt nach Milch (kg) (blau), Zellzahl (orange) und Harnstoff (grau) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

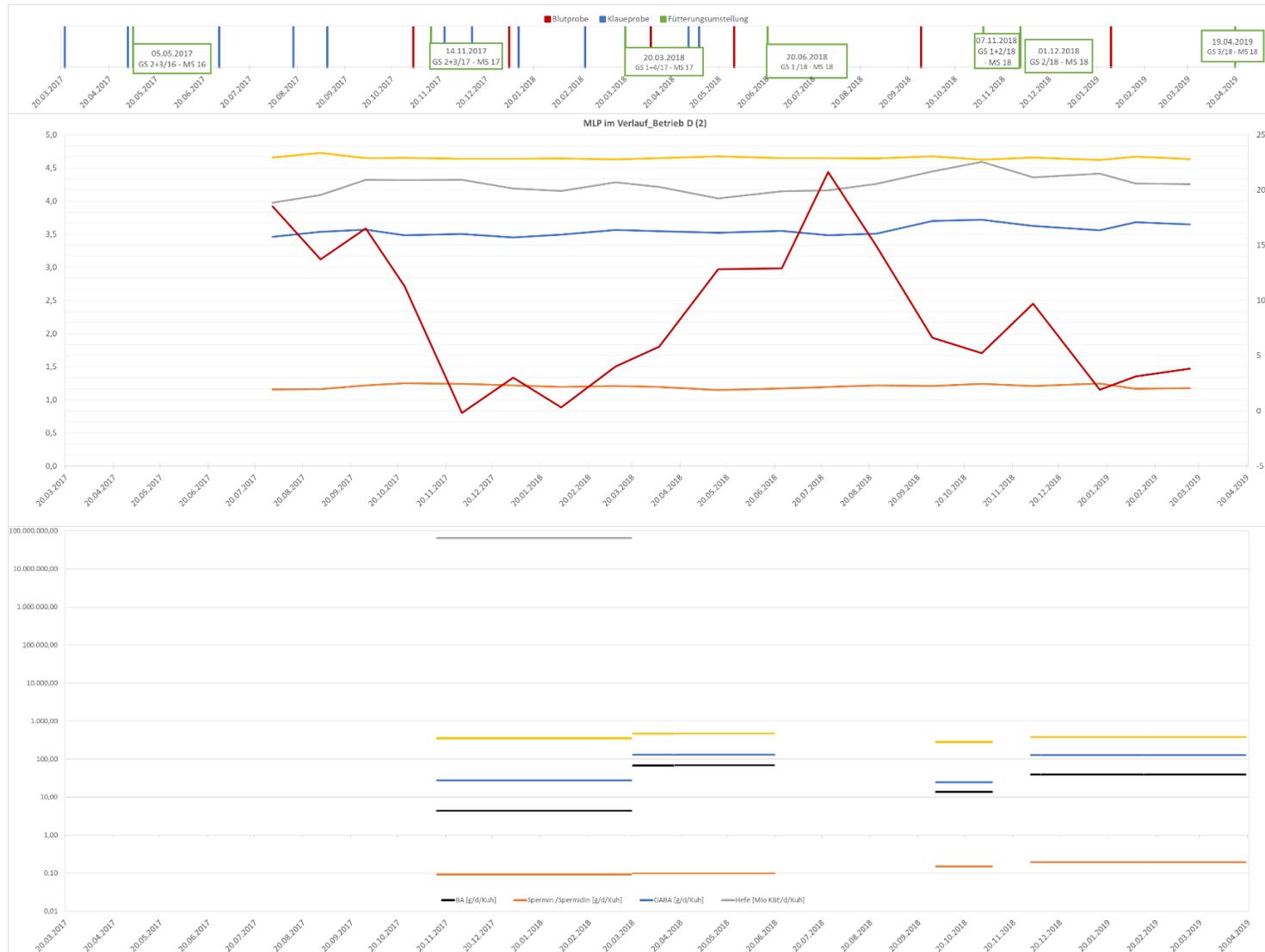


Abbildung 31: Ergebnisse der Milchleistungsprüfung von Betrieb D unterteilt nach Eiweiß (blau), Fett/Eiweiß Quotient (orange), Fett (gelb) und Laktose (gelb) sowie die Außentemperatur (rot) in Verbindung mit den Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

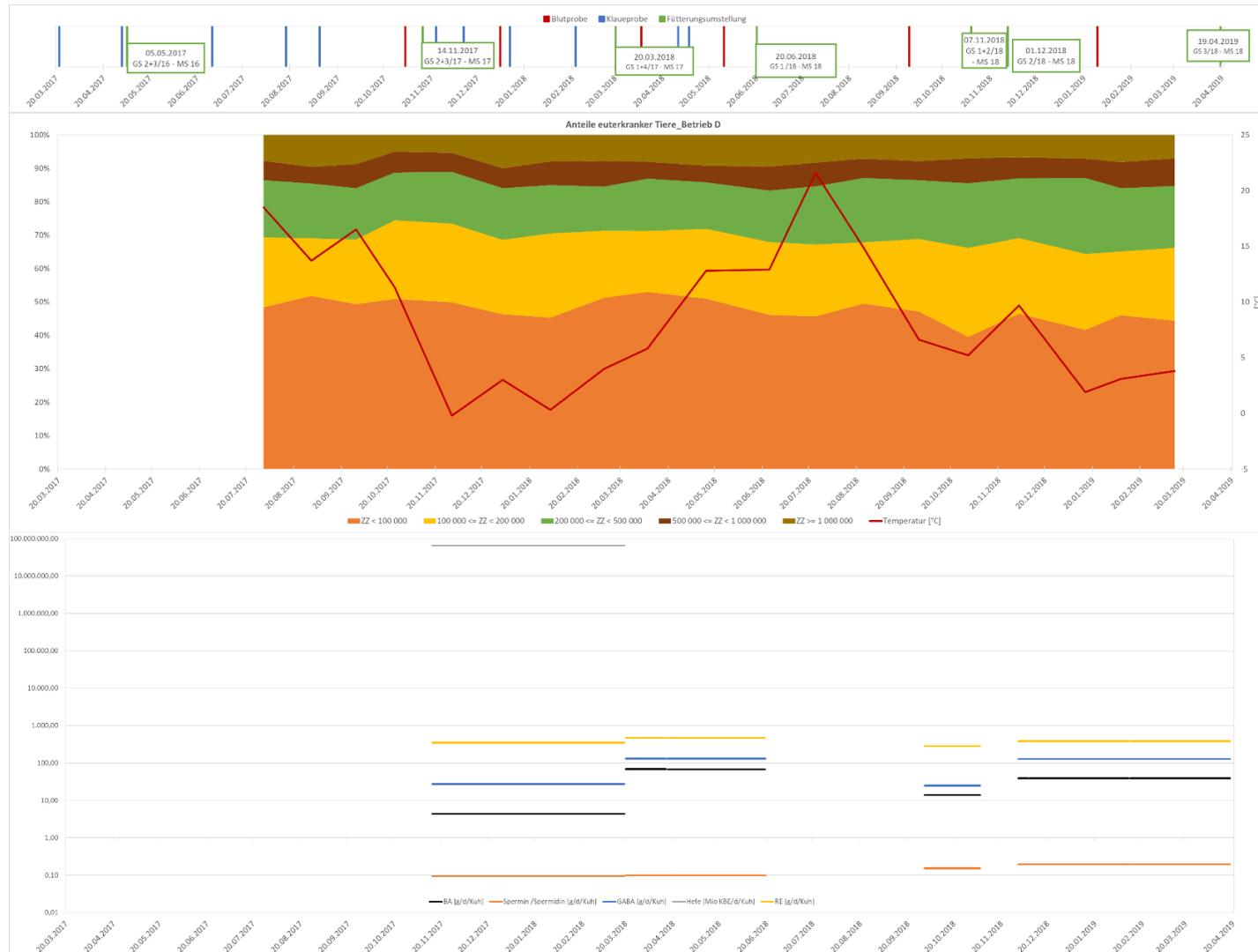


Abbildung 32: Ergebnisse des Zellzahluntersuchung von Betrieb D unterteilt in Zellzahlen ≤ 100.000 (orange), $100.000 < ZZ < 200.000$ (gelb), $200.000 < ZZ < 500.000$ (grün), $500.000 < ZZ < 1 \text{ Mio.}$ (dunkelbraun), $ZZ \geq 1 \text{ Mio.}$ (hellbraun) sowie der Außentemperatur (rote Linie) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse



Abbildung 33: Ergebnisse des Body Condition Scores aller Tiere des Betriebes D mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung mit Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse



Abbildung 34: Ergebnisse der Lokomotion Bewertung auf Betrieb D mit LCS1 (grün), LCS2 (blau), LCS3 (gelb), LCS4 (dunkelgrün) und LCS5 (orange) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse



Abbildung 35: Ergebnisse der Klauenuntersuchung auf Betrieb D unterteilt nach infektiösen (blau), DD (gelb), Trauma/Stoffwechselbedingten (grau) und nicht infektiös, nicht Traumabedingte Klauenkrankheiten, sowie Gesamtzahl Klauenerkrankungen (Schwarz) und Neuinfektionen (rot) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

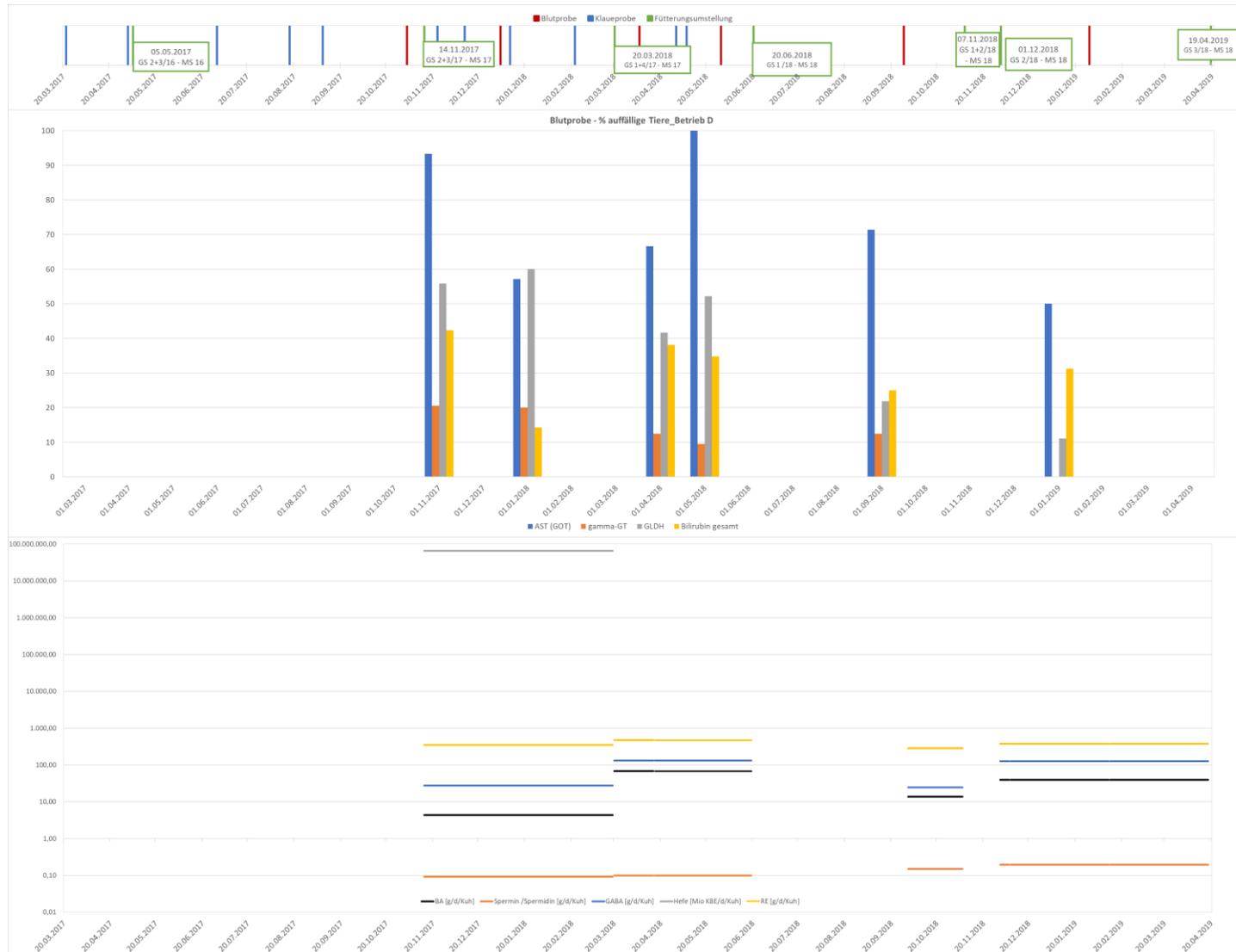


Abbildung 36: Ergebnisse der Blutuntersuchung auf Betrieb C unterteilt nach AST (blau), γ -GT (orange), Bilirubin (gelb), GLDH (grau) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

4. Ergebnisse

4.3 Zusammenfassung der einzelbetrieblichen Auswertung

Die Zeitreihen der Parameter der MLP sowie für die Tiergesundheit u.a. BCS, LCS und die Blutwerte wurden im Kapitel 4.2 zunächst für jeden Betrieb einzeln ausgewertet. Für eine überbetriebliche Auswertung wurden nun Mittelwerte der Parameter für die jeweiligen Betriebe berechnet und die einzelnen Parameter der MLP, BCS, LCS und die Blutwerte der einzelnen Betriebe verglichen.

Dabei zeigt sich vor allem bei der Milchleistung (kg), dem Eiweiß-, Fett- und Laktosegehalt (%) und dem Fett-Eiweiß Quotienten, dass sich die Werte der einzelnen Betriebe kaum voneinander unterscheiden. (Abbildung 37 und 38). Dagegen sind Unterschiede beim Harnstoffgehalt (mg/l) und dem Zellzahlgehalt zu finden. Die Zellzahlgehalte von Betrieb A und B liegen durchschnittlich <200.000, Betrieb C bei 200.000 wohingegen die Zellzahlgehalte von Betrieb D Werte >350.000 aufweisen. Auch beim Harnstoffgehalt lagen Betrieb A durchschnittlich bei 182 mg/l, Betrieb B bei 206 mg /l und Betrieb D bei 229 mg/l, dagegen lag Betrieb C deutlich darüber bei 277 mg/l (Abbildung 37).

Bei den durchschnittlichen BCS-Werten der Betriebe zeigten sich ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den Betrieben. So lag der Anteil an unterkonditionierten Tieren bei Betrieb A, B und C deutlich <10 %, wohingegen der Anteil bei Betrieb D bei 10 % lag. Auch hinsichtlich des Anteils leicht unterkonditionierten Tieren waren Unterschiede festzustellen, hier lag der Anteil bei Betrieb B bei 61%, dagegen lag er bei Betrieb A und C bei 51 % und bei Betrieb D bei 49%. Bei den durchschnittlich konditionierten Tieren lag der Anteil bei Betrieb A und C bei 39 %, wohingegen bei Betrieb B und D der Anteil bei lediglich 31 % lag. Der Anteil der überkonditionierten Tiere lag bei Betrieb A, B und C unter 10 %, dagegen lag der Anteil bei Betrieb D bei 11 % (Abbildung 39).

Fett

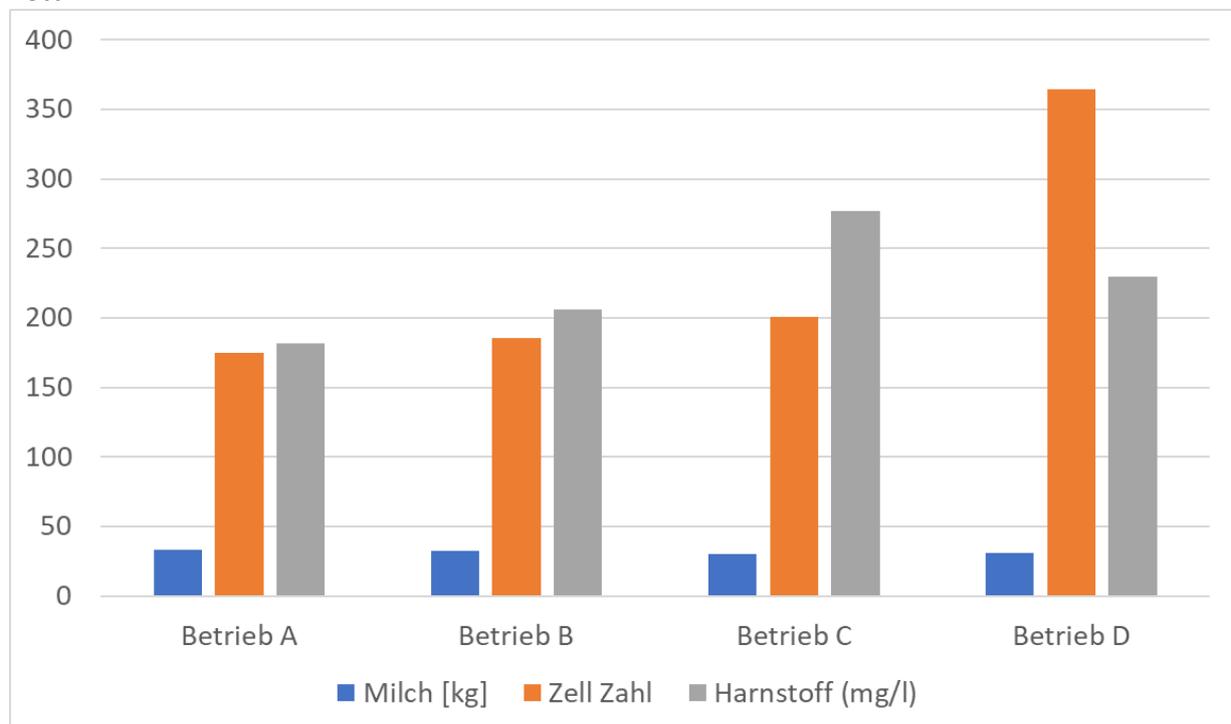


Abbildung 37: Mittelwerte für Milch (kg), Zellzahl und Harnstoffgehalt (mg/l) der einzelnen Betriebe

4. Ergebnisse

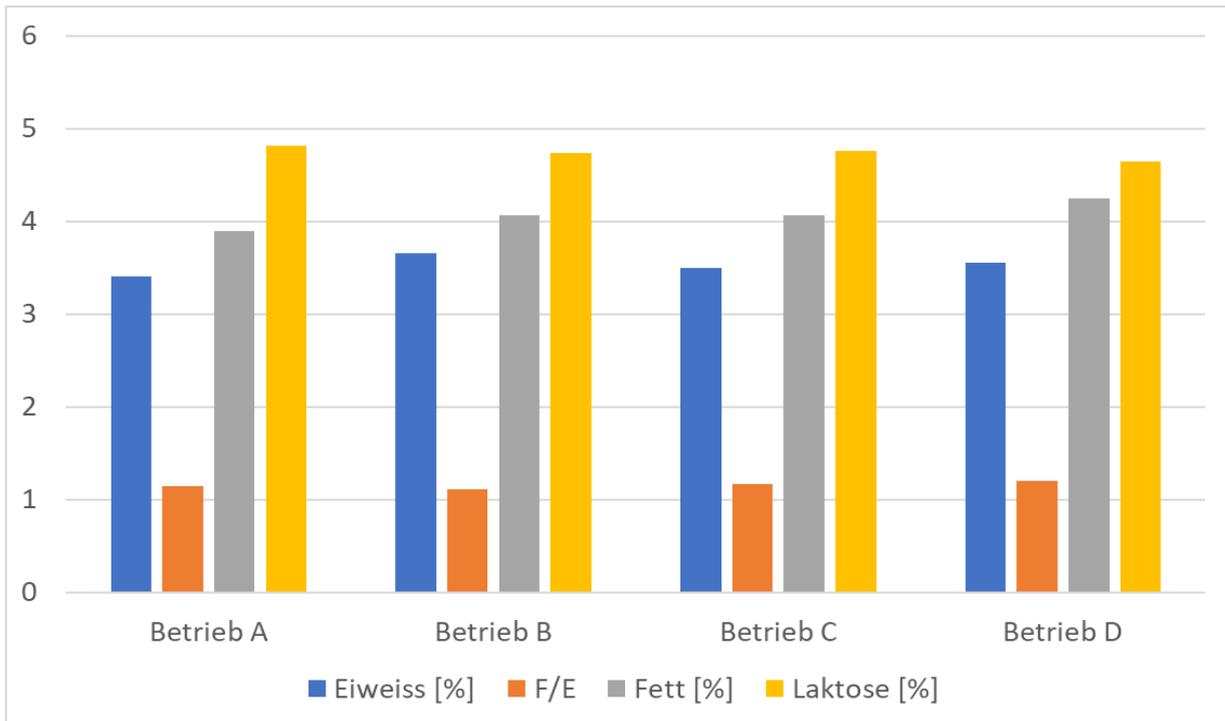


Abbildung 38: Mittelwerte für Eiweiß- (%), Fett- (%) und Laktosegehalt (%) sowie den Fett/Eiweiß Quotient der einzelnen Betriebe

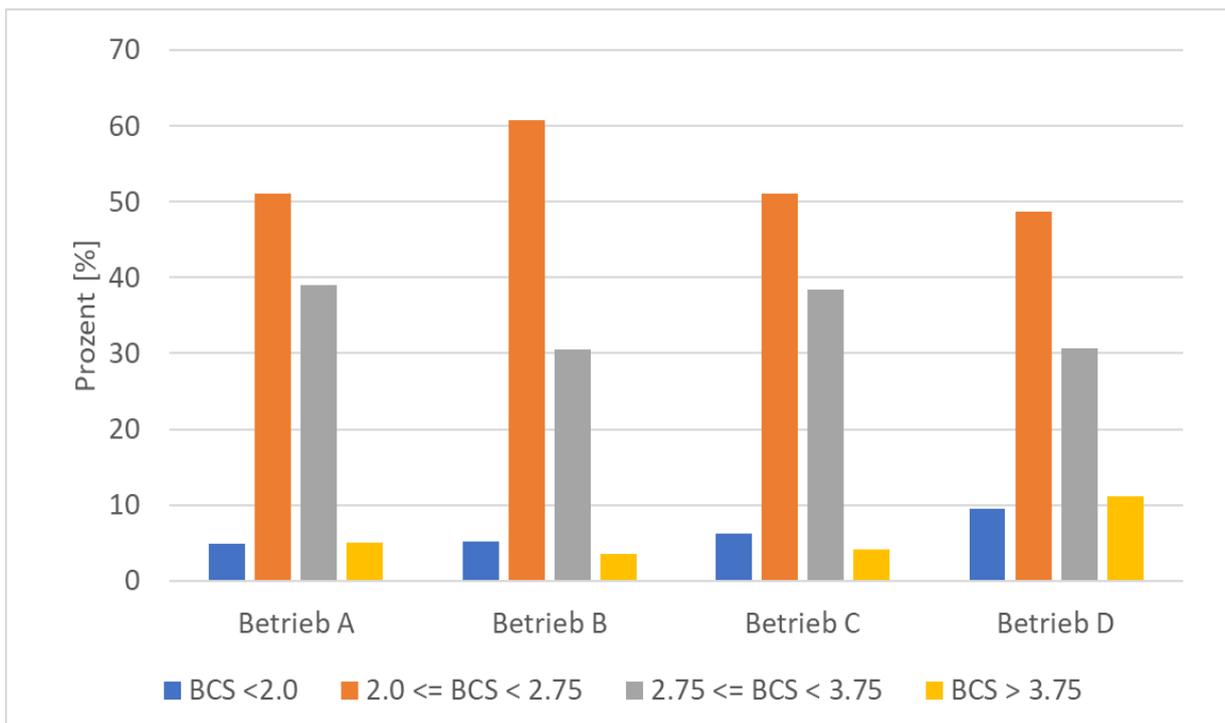


Abbildung 39: Anteil der Tiere mit BCS < 2, BC > 2- 2,7,5, BCS > 2,75 - 3,75 und BCS > 3,75 der einzelnen Betriebe

Ebenso sind deutliche Unterschiede beim LCS in den einzelnen Betrieben sichtbar. Der Anteil an Tieren mit einem LCS1 lag bei Betrieb A bei 70%, bei Betrieb B bei 83 % und bei Betrieb C bei 59 %, dagegen lag er bei Betrieb D bei lediglich 47 %. Beim Anteil an Tieren mit einem LCS2 lag bei Betrieb B bei lediglich 11 %, wohingegen er bei Betrieb B und C bei 17 bzw. 19 % lag und bei Betrieb D sogar bei 22 %. Deutlichere Unterschiede zeigten sich bei LCS3, hier lag der Anteil bei

4. Ergebnisse

Betrieb B bei lediglich 6 %, bei Betrieb A war der Anteil doppelt so hoch (12 %), bei Betrieb C war er dreifach erhöht (19%) und bei Betrieb D sogar vierfach erhöht (25%). Der Anteil an Tieren mit einem LCS4 lag für Betrieb A und B bei 1 %, dagegen lag er bei Betrieb C bei 3 % und bei Betrieb D sogar bei 6 %. LCS5 trat nur auf Betrieb D auf, allerdings war der Anteil sehr gering und lag bei 0,2 %.

Die Blutwerte zwischen den einzelnen Betrieben schwankten im Vergleich zu den anderen Tiergesundheitsparametern nur geringfügig. Der AST-Gehalt lag bei den Betrieben A, B und C durchschnittlich bei 100 U/l, lediglich bei Betrieb D waren die Werte geringfügig erhöht und lagen bei 110 U/l. Ein ähnliches Bild zeigte sich auch für die durchschnittlichen γ GT Gehalt, hier lagen Betrieb A, B und C bei 23 U/l und Betrieb D bei 33 U/l. Dagegen zeigten sich bei den durchschnittlichen GLDH Gehalten deutliche Unterschiede, den niedrigsten Gehalt zeigte Betrieb B mit 14 U/l, gefolgt von Betrieb C und B (21 U/l bzw. 25 U/l), Betrieb D wiederum zeigte den höchsten Gehalt mit 33 U/l. bei den Bilirubin Gehalten konnten keine Unterschiede zwischen den Betrieben festgestellt werden.

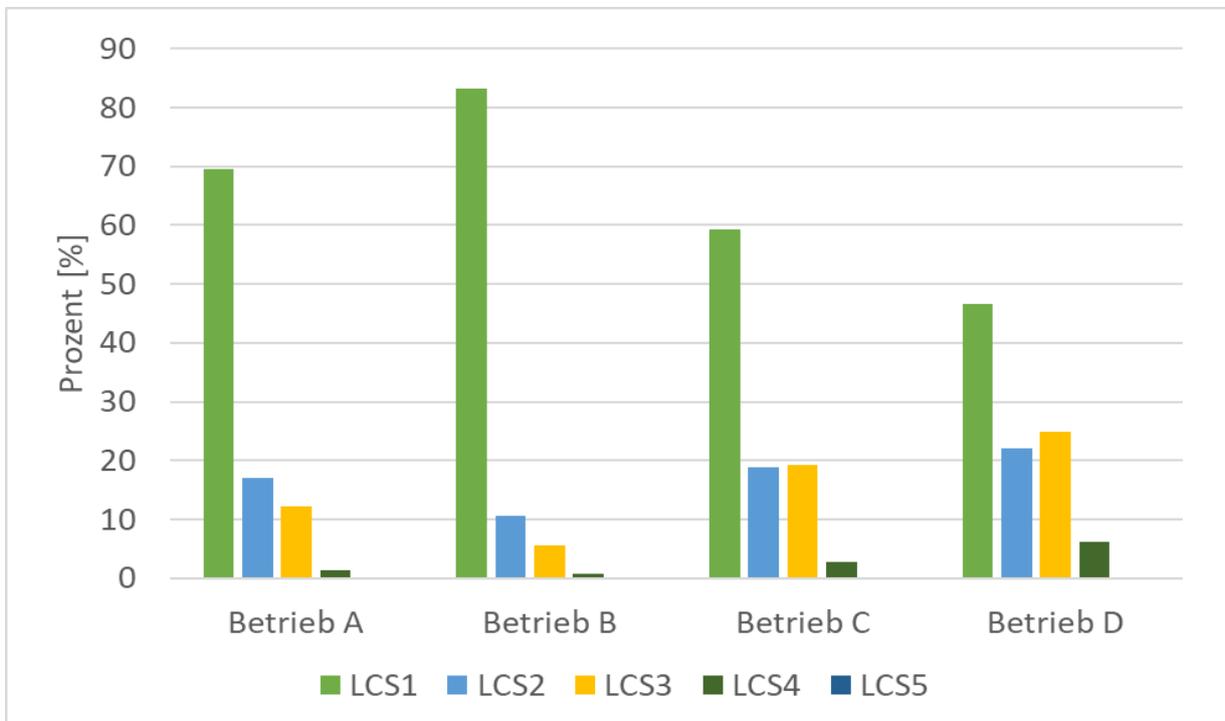


Abbildung 40: Anteil der Tiere mit LCS1, LCS2, LCS3, LCS4 und LCS5 der einzelnen Betriebe

4. Ergebnisse

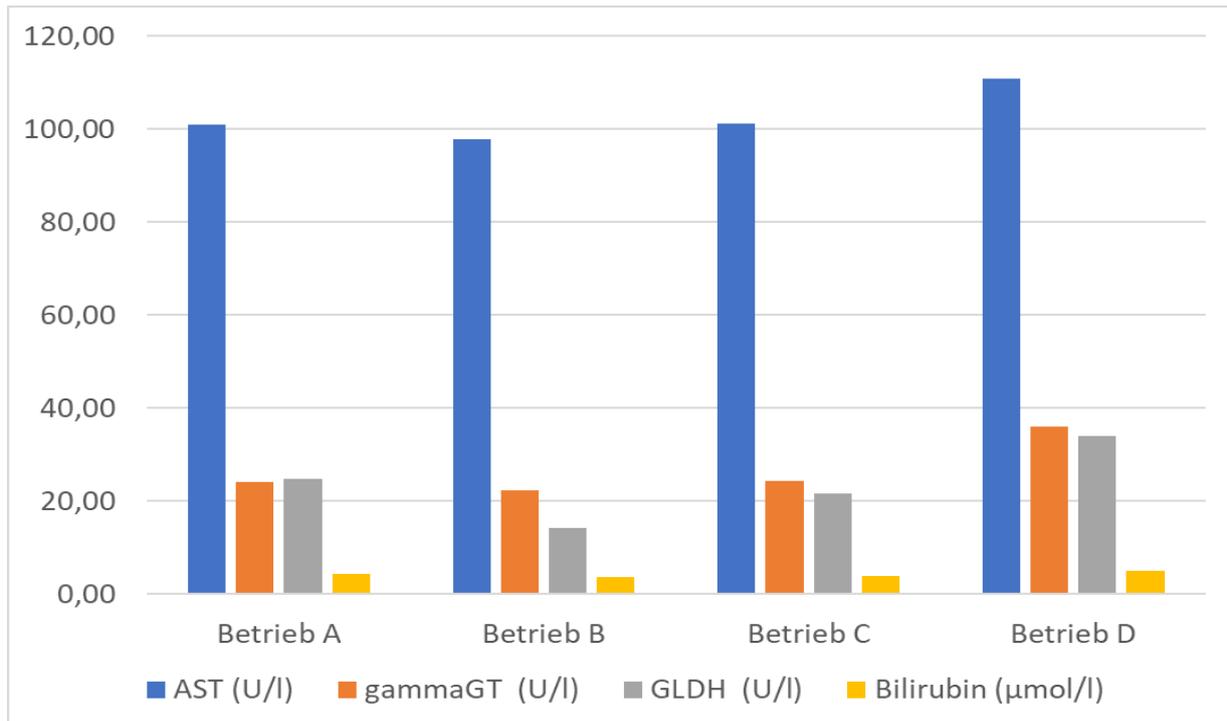


Abbildung 41: Mittelwerte für AST (U/l), γ GT (U/l), GLDH (U/l) und Bilirubin (μ mol/l) der einzelnen Betriebe

5. Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde die Wirkungskette von der Güte des Grünlands über die Silagequalität bis hin zur Milchproduktion, unter Berücksichtigung der Tiergesundheit sowie insbesondere der Klauengesundheit, untersucht. Diese interdisziplinäre Herangehensweise in Bezug auf Grünland, Futterkonservierung, Fütterung und Tiergesundheit ist notwendig, um die Milcherzeugung, gemeinsam mit den Akteuren aus Praxis, Beratung und Forschung, nachhaltig und wirtschaftlich zu optimieren.

5.1. Grünland und Silagen

Bei der Betrachtung des Grünlands lag der Fokus auf der Untersuchung der Pflanzenbestände, da diese ausschlaggebend für den Eiweißgehalt des Grundfutters sind. Es zeigte sich eine starke Graslastigkeit der Pflanzenbestände auf den vier untersuchten Betrieben. Leguminosen, als Stickstofflieferanten, hingegen, wurden nur auf wenigen Flächen in höheren Anteilen festgestellt. Leguminosenreiche Bestände erhalten in den Güte- und Wertezahlen nach Klapp bzw. Stählin die höchsten Bewertungen und weisen auf die Wichtigkeit von Leguminosen in Grünlandbeständen hin. Leguminosen waren vor allem bei den Betrieben A und B zu finden und diese erzeugten qualitativ hochwertige Silagen. Die Bestände der Betriebe B und C wurden als graslastig und lückig mit Anzeichen von Verdichtungen beschrieben mit daraus resultierenden vergleichsweise geringeren Qualitäten der Silagen.

Während der Futterkonservierung wurde zu den einzelnen Schnitten der Presssaft aus dem frischen Gras untersucht, um die Eignung des Ausgangsmaterials für die Silierung zu bewerten. Es zeigte sich, dass vor allem der Erntezeitpunkt ausschlaggebend für die optimalen Nitrat-, Ammonium-, und Zuckergehalte für die Silierung war. Auch konnte die Presssaftanalyse Hinweise auf mögliche Beeinträchtigungen des Gärverlaufs liefern. Eine Analyse der Nitratkonzentrationen bei einer größeren Anzahl von Feldern gab eine Information über den optimalen Schnittzeitpunkt. Im Frühjahr und Frühsommer geerntetes Futter lieferte mehr Substrat in Form von Zucker und Laktobazillen und somit gute Silierbedingungen, aus denen eine hohe Futterqualität resultiert. Die Grünlandflächen der Eifel waren somit in der Lage, akzeptable Erträge mit guter Qualität als Futtergrundlage für die Milchkühe zu erbringen. Besonderes Augenmerk sollte auf den ersten Schnitt gelegt werden, da dieser den größten Teil des gesamten Ertragspotentials lieferte. Zudem wiesen die Zucker- und Nitratkonzentrationen zu diesem Erntezeitpunkt die besten Voraussetzungen auf für eine günstige Vergärung, da die Zuckergehalte am höchsten waren. Da die Ertragsmengen und -qualitäten mit dem Aufwuchs abnahmen, sollte anschließend Wert auf eine hygienische Futterkonservierung, eventuell in Form von Heu, gelegt werden, um eine gute Futterqualität zu gewährleisten.

Nach der Öffnung der Silagen wurden die einzelnen Silagen der Betriebe untersucht. Bei den Analysen der Maissilagen aus den Jahren 2017 und 2018 zeigte sich, dass sowohl die Energiegehalte als auch die Proteingehalte der einzelnen Silagen über den Orientierungswerten für optimale Silagen ($ME \geq 10,8 \text{ MJ ME/kg TS}$ und $NEL \geq 6,5 \text{ MJ NEL/kg TS}$, $nXP > 130 \text{ g/kg TS}$) lagen (Spiekers, 2004). Gleichzeitig war der XA-Gehalt aller Silagen $< 45 \text{ g/kg TS}$, so dass die Silagen nicht verschmutzt waren und das Risiko einer Fehlgärung reduziert war (Wyss, 2005). Auch der XF-Gehalt der Maissilagen lag innerhalb des Orientierungswerts für qualitativ hochwertige Maissilagen ($170\text{-}200 \text{ g/kg TS}$, Spiekers, 2004), somit wurde der Mais zum optimalen Zeitpunkt geerntet. Je später der Schnitt erfolgte, desto rohfaserreicher und energieärmer war der

5. Diskussion

Mais und die daraus erzeugte Silage. Zudem ließ sich rohfaserreiches Futter schlechter verdichten, wodurch es zu Nachgärungen und Schimmelbefall kommen könnte (Wyss, 2005).

Neben den normalen Qualitätsparametern der Maissilagen wurden mikrobiologische Untersuchungen der Maissilagen durchgeführt. Dabei wurden vor allem die Mykotoxine DON und ZEA sowie die Aflatoxine näher untersucht. DON und ZEA werden durch Fusarien gebildet und stellen deren natürliche Stoffwechselprodukte dar. Für Mais liegt der Richtwert für DON bei 12 mg/kg TS, für ZEA bei 3 mg/kg TS (Seidel and Schönherr, 2018). Die Maissilagen in beiden Anbaujahren lagen deutlich unter den Richtwerten für DON und ZEA, sodass keine Gefährdung des Tierwohls vorlag.

Bei den Aflatoxin gilt das Aflatoxin B1 als die giftigste Substanz und in der EU gibt es nur für dieses Aflatoxin einen Grenzwert für Futtermittel (VO (EU) 574/2011), welcher bei 0,01 mg/kg TS für Milchkühe liegt (Seidel and Schönherr, 2018). Allerdings wurde bei den Maissilagen in den beiden Anbaujahren lediglich der Gehalt der Summe aller Aflatoxine bestimmt, sodass hier keine Aussage über eine Überschreitung des Grenzwertes getroffen werden konnte. Insgesamt zeigten die Maissilagen in beiden Anbaujahren eine sehr gute Qualität hinsichtlich aller analysierter Parameter, so dass sie keinen negativen Einfluss auf die Tiergesundheit hatten. Sie spielten somit in der weiteren Auswertung keine weitere Rolle.

Im Gegensatz zu den Maissilagen wurden deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Grassilagen auf den Betrieben, zwischen den beiden Jahren 2017 und 2018 und zwischen den einzelnen Schnitten gefunden. Dabei zeigte sich, dass Betrieb A und Betrieb B gute Silagequalitäten aufwiesen und innerhalb der Orientierungswerte für gute Silagen lagen (Spiekers, 2004). Lediglich die Zuckergehalte der Silagen bei Betrieb A (25,4 g/kg TS) lagen unterhalb des optimalen Bereichs; es liegt nahe, dass die Schnitte nicht zum optimalen Erntezeitpunkt durchgeführt wurden. Bei Betrieb B hingegen waren die Trockensubstanzgehalte (51 %), der pH-Wert (4,7) und die Zuckergehalte (69,2 g/kg TS) erhöht. Der Milchsäuregehalt der Silagen war somit niedriger als bei den anderen Betrieben, wodurch weniger Zucker abgebaut wurde (Wyss, 2005). Dies ist hauptsächlich auf die unterschiedliche Art des Silos zurückzuführen, denn im Gegensatz zu den anderen Betrieben verwendete Betrieb B ein Hochsilo.

Bei Betrieb C hingegen wurden qualitative Mängel in den Silagen festgestellt. Betrieb C zeigte geringe Energiegehalte mit einer umsetzbaren Energie von 10,1 bzw. 10,2 MJ ME/kg TS und einer Netto-Energie-Laktation von 6,1 MJ NEL/kg TS. Beim XA-Gehalt war zu erkennen, dass dieser im Jahr 2018 ab dem 3. Schnitt oberhalb des Richtwertes für gute Silagen (< 100 g/kg TS) lag. Gleichzeitig lagen alle Silagen von Betrieb C dieses Richtwertes für gute Silagen. Somit ließ sich vermuten, dass das Gras zu tief geschnitten wurde. Ebenso spielte die Lage der Flächen eine wichtige Rolle. Diese befinden sich alle nahe an Waldflächen und wiesen hohe Wildschäden auf, wodurch vermehrt Schmutz in die Silage gelangte. Zudem wies Betrieb C einen erhöhten Fe-Gehalt von 1.052 mg/kg TS auf. Die Studie von Resch et al. (2013) zeigte, dass erhöhte Fe-Gehalte als Indikator für verschmutzte Silagen dienen können. Gehalte >1.000 mg/kg TS zeigen einen mittleren Verschmutzungsgrad an, was auf die Silagen des Betriebes zutraf. Dies wurde durch den hohen XA-Gehalt der Silagen bestätigt. Daneben wurde auch der Anteil an NH₃-N am gesamten Stickstoff bei den Grassilagen bestimmt, dieser sollte unter 10 % liegen (Wyss, 2005). Ein hoher Ammoniakgehalt im Gesamtstickstoff ist das Ergebnis des unerwünschten Proteinabbaus durch pflanzeigene proteolytische Enzyme oder durch Clostridien während der Silierung (Wyss, 2005). Hier zeigte Betrieb C einen Gehalt von 10,8 %, was auf einen erhöhten Buttersäuregehalt

5. Diskussion

hinweist. Zudem zeigt ein erhöhter Ammoniakgehalt nicht nur einen Proteinabbau an, sondern zeigt auch, dass Ammoniak gebildet wurde, weshalb Buttersäure und Ammoniak in Silagen gemeinsam auftreten (Wyss, 2005). Auch bei den Gehalten an Buttersäure zeigte wiederum Betrieb C einen erhöhten Gehalt mit 5,24 g/kg TS. Dies tritt hauptsächlich bei verschmutzten Silagen auf und führt durch die Buttersäuregärung zum Abbau von Zucker und Milchsäure und somit zu Konservierungsverlusten (Wyss, 2005). Zusätzlich wurde der Anteil an Reineiweiß im XP bestimmt, hier lag der Grenzwert bei 50 %. Bei einem Reineiweißgehalt unter 50 % des gesamten Proteins war die Grassilagequalität beeinträchtigt und unter 40 % gar bedenklich (Eiken, 2005). Bei Betrieb C zeigten die Silagen insgesamt einen Reineiweißgehalt von unter 40 %, was auf eine schlechte Silagequalität hinweist (Eiken, 2005).

Die Silagen des Betriebs D wiesen ebenfalls zu geringe Energiegehalte auf, mit einer umsetzbaren Energie von 10,1 bzw. 10,2 MJ ME/kg TS und einer Netto-Energie-Laktation von 6,1 MJ NEL/kg TS. Hier spielten die weiteren Qualitätsparameter der Grassilagen eine wichtige Rolle. Silagen des Betriebs D zeigten einen erhöhten Ethanolgehalt von 11,14 g/kg; dies weist auf eine hohe Hefeaktivität hin (Wyss, 2005). Zudem wurde Buttersäure in der Silagen von Betrieb D nachgewiesen. Diese tritt hauptsächlich bei verschmutzten Silagen auf und führt durch die Buttersäuregärung zum Abbau von Zucker und Milchsäure und somit zu Konservierungsverlusten (Wyss, 2005).

Neben den bekannten Qualitätsparametern der Grassilagen wurden auch die Gehalte an BA und GABA in den Silagen bestimmt. Bisher gibt es keine Richtwerte für die einzelnen BA in den Silagen, lediglich der Gehalt der Summe aller BA sollte <5 g/kg TS liegen, um als unbedenklich zu gelten (Richard und Wein, 2011). Die Silagen von Betrieb C und D wiesen Werte zwischen 5 und 15 g/kg TS auf. Somit sind hier die BA-Gehalte an in der Silage erhöht, wodurch Einflüsse auf die Futteraufnahme und die Milchleistung sowie die Tiergesundheit nicht auszuschließen sind (Richard and Wein, 2011). Für Betrieb A und B lagen die Werte deutlich unter dem Grenzwert von 5 g/kg TS. Dennoch summiert sich die tägliche Aufnahme pro Kuh auf jedem Betrieb teilweise auf >10 g/kg TS und für Betrieb C und D auf etwa 70 g/kg TS. Die Studien von Saarinen (2002) und van Os et al (1996) haben gezeigt, dass große Mengen BA als Abbauprodukte der Proteolyse in Silagen entstehen, die die TS-Aufnahme stören und somit die Tiergesundheit beeinträchtigen. Dennoch werden weitere Studien benötigt, um die Entstehung von BA näher zu untersuchen sowie deren Einfluss auf die Milchleistung und die Tiergesundheit. Durch die Vielzahl der Einflussfaktoren lassen sich die Aminkonzentrationen in Silagen selbst bei bekannter TS nur schwer vorhersagen (Scherer et al., 2015). Für GABA dagegen gibt es keinen Grenzwert, sodass keine Aussage über den Einfluss von GABA auf die Silagequalität getroffen werden kann. Auch zeigt sich anhand der Ergebnisse, dass sich klare Trends, wie sie bei den BA_{oss} vorhanden sind, nicht zeigen. Zwar zeigt Betrieb A die geringsten täglichen Aufnahmen und Betrieb C die höchsten täglichen Aufnahmen, aber Betrieb B und D unterscheiden sich kaum voneinander, so dass sich keine Hinweise auf die Wirkungsweise von GABA auf die TS-Aufnahme bei Wiederkäuern zeigen. Dies zeigt auch die Studie von Scherer et al. (2015), hier wurde gezeigt, dass GABA nicht ausreichend beim Wiederkäuer untersucht ist, dies hängt unter anderem mit den verschiedenen Wirkungswegen von GABA im Hypothalamus, der Verabreichung von ungeschützter und pansengeschützter GABA oder aus Interaktionen zwischen diesen Faktoren zusammen. Zudem könnten die beobachteten Auswirkungen auf die Futteraufnahme auch mit oropharyngealen (Geruch, Geschmack) oder metabolischen (Sättigung) Prozessen zusammenhängen (Baile and Della-Fera, 1988).

5. Diskussion

Für die Gewinnung von Silagen von hoher Qualität spielen folglich nicht nur der optimale Schnitzeitpunkt, sondern auch weitere Faktoren wie der Verschmutzungsgrad des Erntegutes und der TS-Gehalt, eine wichtige Rolle. Daneben haben auch die Bildung von BA und GABA während der Silierung einen Einfluss auf die Silagequalität, deren unmittelbarer Einfluss auf die Tiergesundheit noch weiterer Forschung bedarf. Dennoch sollte auch alternative Konservierungsmethoden wie die Heubereitung bei Problem mit der Silierung in Betracht gezogen werden, da hier die Bildung von BA und GABA keine Rolle spielt.

5.2. Milchleistungsprüfung und Tiergesundheit

Um den Einfluss der Fütterung auf die Milchproduktion zu untersuchen, wurden die Ergebnisse der MLP näher betrachtet. Dabei zeigte sich in der vorliegenden Studie, dass die Fütterung die meisten Parameter der MLP wie die Milchleistung, den Eiweißgehalt, den Fett/Eiweiß Quotient sowie den Laktatgehalt nicht beeinflusste. Beim Fettgehalt dagegen zeigten sich bei allen Betrieben Schwankungen, die auf die unterschiedlichen Jahreszeiten zurückzuführen waren (Belitz et al., 2001). Der Harnstoffgehalt der Milch schwankte in allen Betrieben stark. Der Milchwarnstoffgehalt gilt als Parameter für die Proteinversorgung der Milchkühe. Als allgemein bekannte Faustregel gilt ein Harnstoffgehalt unter 150 mg/l Milch, welcher auf einen deutlichen Stickstoffmangel im Pansen hinweist. Dadurch wird die Aktivität der Pansenmikroben eingeschränkt. Die Futteraufnahme und damit auch die Leistung gehen zurück. Der optimale Harnstoffgehalt in der Milch liegt bei etwa 250 mg/l (Wurm, 2010). Harnstoffwerte >300 mg/l sind ein Hinweis auf N- bzw. XP-Überschuss im Pansen (Wurm, 2010). Dagegen zeigt Schmack (2016) in seinem Buch, dass der Harnstoffgehalt in der Milch <100 mg/l Milch liegen sollte, da Harnstoff als Abbauprodukt kein Bestandteil der Milch sein sollte und zu hohe Gehalte sowohl die Leber als auch die Nierenfunktion des Wiederkäuers stören. Bei Betrieb D schwankten die Harnstoffgehalte zwischen 150 mg/l und 300 mg/l und wiesen somit auf eine gute Versorgung der Pansenmikroben mit N hin (Wurm, 2010). Dagegen zeigten Betrieb A und B teilweise auch Harnstoffgehalte <150 mg/l Milch bei gleichbleibender Milchleistung sowie Fett- und Eiweißgehalten. Lediglich Betrieb C zeigte erhöhte Harnstoffgehalte >300 mg/l Milch und die Tiere hatten somit einen XP-Überschuss im Pansen (Wurm, 2010).

Zusätzlich zu der MLP wurde der BCS der Tiere auf den einzelnen Betrieben analysiert. Der BCS wurde für alle Tiere bestimmt und zusätzlich nach Melktagen unterteilt. Der optimale BCS lag für alle Tiere um 3, somit weisen die Tiere eine durchschnittliche Verfettung auf (Roche et al., 2009). Zu Beginn der Laktation (LKA₁) sollte der BCS um 3,5 liegen und die Bewertungsnote 4 (durchschnittlich bis leicht überkonditioniert) nicht überschreiten, in LKA₂ sowie in LKA₃ dagegen sollte der BCS zwischen 2,5 und 2,75 (leicht unterkonditioniert bis durchschnittlich konditioniert) liegen. Zum Ende der Laktation sollten die Tiere wieder Körperfett aufbauen und der BCS bei 3,25 sein (Roche et al., 2009). Bei der BCS Bestimmung zeigte sich, dass bei allen Betrieben der Anteil an unterkonditionierten und überkonditionierten Tieren bei Rationen mit hohen BA_{oSS}-Gehalten stieg, mit geringen Anteilen bei Betrieb A und B im Vergleich zu Betrieb C und D. Dennoch wies Betrieb A vor allem zu Beginn der Laktation einen hohen Anteil an unterkonditionierten Tieren auf. Dies deutete auf Probleme während der Trockenstehphase hin, die häufig durch Klauenprobleme oder Fütterungsfehler verursacht werden. Dadurch konnten die Tiere keine Körperfettreserven aufbauen. Eine negative Energiebilanz und eine reduzierte Milchleistung war die Folge (Roche et al., 2009). Zudem stieg der Anteil an unterkonditionierten Tieren, bei hohen BA_{oSS}-Gehalten in der Fütterung. Auch bei Betrieb B waren in LKA₁ 70 % der Tiere leicht und 20 % der Tiere unterkonditioniert, was ebenfalls auf Probleme während der

5. Diskussion

Trockenstehzeit hinweist (Roche et al., 2009). Jedoch waren auch durchschnittlich 10 % der Tiere überkonditioniert. Daraus können Probleme nach der Kalbung entstehen, denn mit sinkender Futteraufnahme wird vermehrt Körperfett abgebaut und es können Ketonkörper entstehen. Dies kann zu einer Ketose und einer damit verbundenen Unterkonditionierung der Tiere führen. Diese krankheitsbedingten Unterkonditionierungen führen dazu, dass die Kuh ihr volles Leistungspotential zur Mitte der Laktation nicht mehr erreicht, später brünstig wird und in der Folge zum Ende der Laktation mit zu langer Zwischenkalbezeit zu stark überkonditioniert (Roche et al., 2009). Auch hier lässt sich ein zeitlicher Zusammenhang zwischen BA_{OSS} -Gehalten in der Ration und der Futteraufnahme und den damit einhergehend BCS herstellen (Buchanan-Smith and Phillip, 1986; Saarinen, 2002; Scherer et al., 2015). Im Gegensatz zu Betrieb A und B, in denen unterkonditionierte Tiere hauptsächlich in LKA_1 auftraten, zeigte Betrieb C insgesamt einen sehr hohen Anteil an unterkonditionierten Tieren und nur ein geringer Anteil war überkonditioniert. Zudem war ein Trend zu erkennen, dass bei hohen BA_{OSS} -Gehalten in der Ration der Anteil an unterkonditionierten Tieren erhöht war, was auf die geringere TS-Aufnahme durch den hohen BA_{OSS} -Gehalt zurückzuführen war (Buchanan-Smith and Phillip, 1986; Saarinen, 2002; Scherer et al., 2015). Dieses Bild verstärkte sich noch einmal zu Beginn der Laktation, was ebenso wie auf den anderen Betrieben auf Probleme während der Trockenstehzeit hinweist (Roche et al., 2009). Ein ähnliches Bild zeigte sich bei Betrieb D, durchschnittlich 60 % der Tiere waren unterkonditioniert, wobei der Anteil an stark unterkonditionierten Tieren bei 10 % lag. Andererseits lag der Anteil an überkonditionierten Tieren bei durchschnittlich 10 %. Lediglich 30 % der Tiere lagen im optimalen Bereich. Hauptsächlich bei hohen BA_{OSS} -Gehalten in den Rationen schien sich sowohl der Anteil an unterkonditionierten als auch überkonditionierten Tieren zu erhöhen, was in beiden Fällen auf Probleme bei der Fütterung bzw. auf gesundheitliche Probleme der Tiere hinweist (Roche et al., 2009). Dies zeigt sich noch einmal deutlicher zu Beginn der Laktation. Insgesamt weisen sowohl Betrieb C und D deutlich höhere Anteile an unter- und überkonditionierte Tiere auf, dies könnte zu einem auf die höheren Gehalte an BA_{OSS} in den Rationen bei Betrieb C und D zurückzuführen sein, wobei hier weitere Untersuchungen benötigt werden.

Hinsichtlich der Betrachtung des LCS lag bei Betrieb A der Anteil lahmheitsfreier Tiere bei durchschnittlich 60 %, wobei dieser Anteil teilweise auf 80 % stieg. Die Anteile an Tieren mit abnormalem Bewegungsablauf bis geringgradig lahmen Tiers waren niedrig. Dieser Anteil der Kühe stieg allerdings bei Rationen mit hohen BA-Gehalten, was auf einen ursächlichen Zusammenhang hinweist. Bei Betrieb B dagegen lag der Anteil an lahmheitsfreien Tieren bei durchschnittlich 80 % und teilweise sogar darüber. Zu Beginn der Studie waren noch einige lahme Kühe mit bekannten Klauenproblemen in der Herde, diese verließen zeitnah die Herde. In der Phase mit erhöhten BA-Gehalten in der Ration war der Anteil an Tieren mit abnormalem Bewegungsablauf und geringgradig lahmen Tieren ebenfalls erhöht. Im Vergleich zu Betrieb A und B war bei Betrieb C der Anteil lahmheitsfreier Tiere deutlich geringer und lag bei durchschnittlich 50 %, wobei auch teilweise ein Anteil von etwa 60 % erreicht wurde. Gleichzeitig war der Anteil der Tiere mit abnormalem Bewegungsablauf bis hin zur geringgradigen Lahmheit erhöht und vereinzelt zeigten sich auch mittelgradig lahme Tiere. Dieser Anteil an Tieren stieg, sobald Rationen mit einem erhöhten BA-Gehalt verfüttert wurden. Dies spiegelten auch die Ergebnisse der BCS-Untersuchungen wider, da hier einhergehend der Anteil an unterkonditionierten Tieren erhöht war. Ähnliches gilt auch für den Betrieb D, wobei hier der Anteil an lahmheitsfreien Tieren in der Herde im Vergleich zu den anderen Betrieben am geringsten war und meist unter 50 % lag. Gleichzeitig war der Anteil an Tieren mit einem abnormalem Bewegungsablauf bis hin zur

5. Diskussion

Lahmheit stark erhöht. In diesem Betrieb traten, im Gegensatz zu allen anderen Betrieben, auch hochgradig lahme Tiere auf. Dies ist bedenklich, da die Behandlung von hochgradig lahmen Kühen meist zeit- und kostenintensiv ist. Zudem sind hier erfahrungsgemäß bereits umfangreiche wirtschaftliche Schäden entstanden (Fiedler, 2004). In Phasen mit Zunahme der BA_{oSS}-Gehalte in der Ration stieg der Anteil an Tieren mit abnormalem Bewegungsablauf bis hin zur Lahmheit an. Dies spiegelte sich ebenfalls in den Ergebnissen der BCS Auswertung wider. Allerdings werden weitere Untersuchungen benötigt, um den Einfluss der BA_{oSS} auf den BCS und LCS näher zu untersuchen und den hier gefunden Zusammenhang zu bestätigen, bzw. andere Einflussfaktoren auszuschließen.

Neben dem LCS wurden die Klauenkrankheiten während der routinemäßig stattfindenden Klauenpflege erfasst. Die häufigste infektiöse Klauenerkrankung war auf allen Betrieben die Mortellarosche Krankheit. Neben den infektiösen Krankheiten wurden auch die traumabedingten Krankheiten erfasst, die u.a. umschriebene und diffuse Sohlenblutungen, Seitenwanddefekte und Seitenwandabszesse sowie Rusterholzsche Sohlengeschwüre umfassen. Bei Betrieb A lag der Anteil an Klauenerkrankungen bei 45 %. Dabei war der Anteil an infektiösen Krankheiten und insbesondere *Dermatitis Digitalis* sowie der nicht infektiösen und nicht traumabedingten Krankheiten gering. Lediglich der Anteil an traumabedingten Erkrankungen war erhöht, was auf stallbauliche Probleme zurückgeführt werden könnte (Fiedler et al., 2004). Diese Ergebnisse spiegelten sich auch in den LCS- und BCS-Werten wider. Zudem zeigte sich, dass besonders bei der letzten Klauenuntersuchung der Anteil an infektiösen Krankheiten und dabei insbesondere *Dermatitis digitalis* erhöht war. Die entsprechende Klauenuntersuchung und Befunderhebung dazu fand ungefähr 6 - 8 Wochen nach der Fütterung mit der Futtermischung, welche die höchsten BA-Gehalte aufwies, statt. Normalerweise reagieren die Tiere durch das relativ langsame Hornwachstum erst 6 – 8 Wochen zeitversetzt auf einen krankheitsauslösenden Faktor mit sichtbaren Klauenproblemen, somit schien die Fütterung mit erhöhten BA_{oSS}-Gehalten einen Einfluss auf die Klauengesundheit zu haben. Allerdings lagen die Gehalte der BA_{oSS} deutlich unter dem von Richard and Wein (2011) angegebenen Grenzwert von 5 g/kg TS in der Silage. Es deutet darauf hin, dass bereits die geringen Gehalte die Klauengesundheit beeinflussen, deshalb werden weitere Untersuchungen benötigt, um dieses Ergebnis zu bestätigen. Auch in Betrieb B zeigte sich ein ähnliches Bild, wobei hier der Anteil an Klauenerkrankungen deutlich geringer war und zwischen 10 und 20 % lag. Lediglich im August 2018 war ein deutlicher Anstieg bei den Klauenerkrankungen festzustellen, der auf den Weidegang und die hohen Temperaturen zu dieser Jahreszeit zurückzuführen war. Gleichzeitig zeigte sich ein Anstieg von infektiösen Krankheiten, insbesondere DD, nach Futtermischungen mit erhöhten Gehalten an BA_{oSS}, ähnlich wie bei Betrieb A. Diese Ergebnisse spiegelten sich sowohl im LCS als auch beim BCS wider. Bei Betrieb C zeigte sich das gleiche Bild, wobei hier der Anteil an Klauenerkrankungen deutlich höher war und bei 60 - 80 % lag. Zudem waren die Gehalte an BA_{oSS} in den Silagen im Vergleich zu Betrieb A und B über den Grenzwert von 5 g/kg TS und können somit die Tiergesundheit beeinflussen. Darüber hinaus spielte die Herdengröße und die Herdenbeobachtung eine große Rolle, denn trotz regelmäßiger Klauenbehandlung sank die Anzahl an Klauenerkrankungen nicht deutlich, was auch auf ein Managementproblem schließen lässt (Sundrum, 2015). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei Betrieb D, wobei hier die Aussagekraft reduziert war, da ab Mai 2018 keine Klauenpflege auf dem Betrieb mehr stattfand. Dennoch zeigte sich auch hier der Einfluss der biogenen Amine in der Ration auf die Klauengesundheit, den auch hier lagen die BA_{oSS}-Gehalte über dem Grenzwert von 5g/kg TS. Diese These stützen die Werte des LCSs. Neben dem Einfluss der BA_{oSS} auf die

5. Diskussion

Klauengesundheit spielte auch hier die Herdengröße sowie das Management der Herde eine wichtige Rolle, dies zeigen auch die Studien von Richert et al. (2013) und Sundrum (2015). Auffällig war, dass sich insbesondere in den Betrieben A und B mit sehr geringen Mengen an BA_{oSS} die Klauengesundheit sowohl hinsichtlich der Entwicklung des LCS als auch hinsichtlich der Häufung von infektiösen und stoffwechselbedingten Klauenkrankheiten deutlich von den anderen Betrieben (C und D) abhob. Während es in den anderen zwei Betrieben, die grundsätzlich erhöhte Mengen an BA_{oSS} in den untersuchten Silagen aufwiesen, nach der Futterumstellung auf Silagen mit noch höheren Werten zu größeren Klauenkrankheitszahlen und einer Verschlechterung der Bewegungsnoten kam, zeigte die beiden Betriebe A und B wesentlich weniger Neuerkrankungen an den Klauen und auch der Anteil lahmer Kühe zeigte nur geringe Zunahmen in den gleichen Zeiträumen. Deshalb werden dringend weitere Fütterungsversuche benötigt, um auch differenzierte Empfehlungen und Bewertungen der Risiken aus den verschiedenen BA abgeben zu können.

Zusätzlich wurde ein Augenmerk auf den Gesundheitszustand der Milchkühe gelegt. Zur Beurteilung wurden die Leberwerte, die Entwicklung des BCS und des LCS sowie infektiöse, trauma- und stoffwechselbedingte Klauenkrankheiten herangezogen. Es zeigt sich, dass bei allen Betrieben der Anteil an auffälligen bzw. klinisch auffälligen Tieren je Leberwert sich deutlich unterscheiden und nur für die beiden Leberenzymwerte AST und γ -GT hohe Anteile an auffälligen bzw. klinischen Tieren je Betrieb gefunden wurden. Dagegen sind die Anteile bei GLDH und Bilirubin nur sehr gering unterschiedlich. Die Werte sind zwischen den Betrieben nur geringgradig verändert, nur Betrieb D zeigt bei GLDH eine stärkere Veränderung. Hier sollten weitere Untersuchungen der Herde erfolgen um Klarheit über diese hohe GLDH-Werte zu erhalten.

5.3 Handlungsempfehlungen

Aus den zuvor diskutierten Ergebnissen lassen sich folgende Handlungsempfehlungen ableiten:

- Bei Grünlandmanagement sollte in den einzelnen Beständen der Futterwert durch Leguminosen gesteigert werden und zusätzlich sollte bei der Düngung auf organische Düngung gesetzt werden, die dem Nährstoffbedarf und der Witterung angepasst sind. Mineralische Düngung sollte nur als Ergänzung der organischen Düngung dienen. Dadurch wird unter anderem der Futterwert der Flächen als auch die Biodiversität der Flächen in Abhängigkeit zur N-Düngung gesteigert.
- Die Presssaftanalyse auf Nitratkonzentrationen der Grasbestände kann Hinweise auf einen optimalen Erntezeitpunkt liefern. Zudem kann die Presssaftanalyse von Frischgras vor bzw. nach der Ernte eine Entscheidungshilfe für einen Siliermitteleinsatz sein.
- Die Ertragsmengen und -qualitäten nehmen mit jedem Schnitt ab, deshalb ist eine hygienische Futterkonservierung umso wichtiger. Die Heubereitung wäre eine gute Alternative zur Silagebereitung.
- Neben dem optimalen Schnittzeitpunkt spielten aber auch weitere Faktoren wie der Verschmutzungsgrad des Erntegutes und der TS-Gehalt eine wichtige Rolle bei der Silagegewinnung. Hier sollte die Schnitthöhe angepasst werden, um Verschmutzungen des Erntegutes zu vermeiden. Bei Wildschäden sollte diese Flächen nicht zur

5. Diskussion

Silagegewinnung genutzt werden, hier sollte vermehrt auf eine Heugewinnung gesetzt werden.

- Bei geringen Reineiweißgehalten in den Silagen müssen diese Verluste bei der Rationsgestaltung berücksichtigt werden und durch zugekauft Eiweißfuttermittel (zum Beispiel in Form von Sojaextraktionsschrot) ergänzt werden.
- Bei den tierbezogenen Daten lassen sich einige Handlungsempfehlungen ableiten. Bei zu hohen Harnstoffgehalten in der Milch sollte die Rationsgestaltung überarbeitet werden, da die Tiere einen Rohproteinüberschuss im Pansen aufweisen und um eine Verfettung der Tiere zu verhindern.
- Durch das Entstehen großer Betriebe mit hohen Tierzahlen und mehreren Mitarbeitern, ist häufig–das Einzeltier nicht im Fokus, sondern alle beteiligten Personen sind zur Kontrolle der gesamten Herde aufgefordert. So werden im Rahmen des BCS zwar Einzeltiere beurteilt, jedoch kann ein Herdenstatus bzw. ein Gruppenstatus erfasst werden. Dadurch sind Rückschlüsse auf Probleme in der Herde möglich. Somit können die gewonnenen Daten gezielt für die Ursachenforschung und vor allem für die Prophylaxe genutzt werden.
- In großen Herden muss dennoch verstärkt auf Einzeltierbeobachtungen gesetzt werden, auch die Lahmheitsuntersuchung des Einzeltieres erlaubt eine Aussage über den Herdenstatus. Denn Lahmheiten sind in der modernen Milchviehhaltung mit hohen direkten und indirekten Kosten verbunden.
- Insgesamt sollte verstärkt Augenmerk auf die Klauengesundheit gelegt werden, denn eine regelmäßige Kontrolle der Klauengesundheit und eine frühzeitige konsequente Behandlung in einer Herde gewährleisten eine gute Allgemeingesundheit der Tiere, womit auch eine gute Reproduktionsleistung einhergeht.

6. Fazit

6. Fazit

In der Grünlandregion Eifel wurde anhand von vier kleinen und mittelgroßen Milchviehbetrieben die Wertschöpfungskette vom Dauergrünland, der Weidewirtschaft und des mehrjährigen Futterbaus über die Silageproduktion hin zur Tiergesundheit untersucht. Diese ganzheitliche Studie ist die Grundlage für eine nachhaltige Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung. Akteure aus der Praxis, der Beratung und der Forschung haben gemeinsam landwirtschaftliche Praktiken und tiermedizinische Untersuchungen miteinander in Beziehung gesetzt, um Probleme in der Fütterung zu identifizieren und Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige und wirtschaftliche Milchviehwirtschaft zu geben.

Die Studie rückt das Thema der biogenen Amine in Grassilagen stärker in den Fokus, da diese überwiegend in minderwertigen Silagen in höheren Konzentrationen zu finden sind und sich ein Zusammenhang zwischen deren Gehalten in den Futtrationen und der Tiergesundheit, untersucht anhand von BCS, LCS, der Klauengesundheit und der Blut- und Lebewerte, herstellen lässt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich keine klaren Grenzwerte aus dieser Studie ableiten lassen und weitere Studien zur Fütterung benötigt werden, um die beobachteten Zusammenhänge auch statistisch zu bestätigen.

Zur Vermeidung von gesundheitsschädlichen Stoffen, wie sie bei der Silierung entstehen können ist auch die Heubereitung als Alternative zur Silagebereitung in Betracht zu ziehen. Diese stellt eine gute Alternative zur Silageerzeugung und dem damit einhergehenden Eiweißabbau durch die Clostridien sowie die Bildung von biogenen Aminen dar. Neben den positiven Effekten auf die Tiergesundheit hat die Heugewinnung und die Stärkung der Grünlandregion Eifel einen wirtschaftlichen Einfluss auf den Betrieb, denn sie führt zur Stärkung der Konkurrenzfähigkeit des Grünlands gegenüber dem Maisanbau. Durch die Stärkung der Grünlandregion Eifel kann die Wertschöpfung der Landwirtschaft in der Region gestärkt und zudem ihr Image beim Konsumenten verbessern. In der Folge kann dies zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung und zu einer höheren Wertschöpfung der Gesamtregion Eifel führen. Die Grünlandbewirtschaftung mit der Erzeugung qualitativ hochwertigen Futters ist ein aktiver Beitrag zum Ressourcen- und Landschaftsschutz und stellt die wirtschaftliche Grundlage zur Erhaltung der Kulturlandschaft mit hoher Biodiversität in der Fremdenverkehrsregion Eifel dar.

7. Literatur

7. Literatur

Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V. (2001). ADR - Richtlinie 1.1 für das Verfahren der Durchführung der Milchleistungs- und Qualitätsprüfung (MLP) bei Rindern (Bonn).

Baile, C.A., and Della-Fera, M.A. (1988). PHYSIOLOGY OF CONTROL OF FOOD INTAKE AND REGULATION OF ENERGY BALANCE IN DAIRY COWS. In *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*, (Elsevier), pp. 251–261.

Belitz, H.-D., Grosch, W., and Schieberle, P. (2001). *Lehrbuch der Lebensmittelchemie* (Berlin: Springer).

Bergsten, C., and Hultgren, J. (1998). Claw traits and foot lesions in Swedish dairy cows in relation to trimming interval and housing system. A preliminary report. In *Proceedings: 10th International Symposium on Lameness in Ruminants, September 7-10 1998, Casino Lucerne, Switzerland, International Symposium on Lameness in Ruminants*, Ch.J. Lischer, and P. Ossent, eds. (Zurich, Switzerland: University of Zurich), p.

Bortz, J., and Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg).

Buchanan-Smith, J.G., and Phillip, L.E. (1986). Food intake in sheep following intraruminal infusion of extracts from lucerne silage with particular reference to organic acids and products of protein degradation. *J. Agric. Sci.* *106*, 611–617.

Driehuis, F., and Elferink, S.J.W.H.O. (2000). The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. *Vet. Q.* *22*, 212–216.

Dunière, L., Sindou, J., Chaucheyras-Durand, F., Chevallier, I., and Thévenot-Sergentet, D. (2013). Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. *Anim. Feed Sci. Technol.* *182*, 1–15.

Egger-Danner, C., Nielsen, P., Fiedler, A., Müller, K., Fjeldaas, T., Döpfer, D., Daniels, V., Bergsten, C., Cramer, G., Christen, A.-M., et al. (2015). *ICAR Claw Health Atlas* (Rome: ICAR).

Eggers, M. (2016). Mykotoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) – eine wirkliche Gefahr für Milchkühe? *Fachartikel Rind* 1–5.

Eiken, K. (2005). Mögliche gesundheitliche Probleme von Milchkühen bei Grassilage-betonten Rationen. *Nutztierpraxis Aktuell* *13*, 13–16.

Elite (2010). *Auswirkung von Lahmheit auf die Milchleistung, die Fruchtbarkeit*. Elite.

Fiedler, A. (2004). *Locomotion Score* (Portal-rind.de).

Fiedler, A., Maierl, J., and Nuss, K. (2004). *Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes: mit 12 Tabellen* (Stuttgart: Schattauer).

7. Literatur

Fohler, S., Klein, G., Hoedemaker, M., Scheu, T., Seyboldt, C., Campe, A., Jensen, K.C., and Abdulmawjood, A. (2016). Diversity of *Clostridium perfringens* toxin-genotypes from dairy farms. *BMC Microbiol.* *16*, 199.

Geisler, A., and Ginzinger, W. (2010). Heumilch – Eine besondere Qualität? In 37. Viehwirtschaftliche Fachtagung: Physiologie und Verdauung, Mineralstoffversorgung, Milchproduktion, Gesundheitsmonitoring Rind; Rindfleischproduktion, Heumilch; gemäß Fortbildungsplan des Bundes, 13. und 14. April 2010, Viehwirtschaftliche Fachtagung Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, ed. (Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein), pp. 81–82.

te Giffel, M.C., Wagendorp, A., Herrewegh, A., and Driehuis, F. (2002). Bacterial spores in silage and raw milk. *Antonie Van Leeuwenhoek* *81*, 625–630.

Glória, M.B.A., Tavares-Neto, J., Labanca, R.A., and Carvalho, M.S. (2005). Influence of Cultivar and Germination on Bioactive Amines in Soybeans (*Glycine max* L. Merrill). *J. Agric. Food Chem.* *53*, 7480–7485.

Gollop, N., Zakin, V., and Weinberg, Z.G. (2005). Antibacterial activity of lactic acid bacteria included in inoculants for silage and in silages treated with these inoculants. *J. Appl. Microbiol.* *98*, 662–666.

Greenhalgh, J.F.D., and Reid, G.W. (1967). Separating the Effects of Digestibility and Palatability on Food Intake in Ruminant Animals. *Nature* *214*, 744–744.

Gresner, N., Südekum, K.H., and Höltershinken, M. (2014). Metabolism of ingested dietary nitrogen compounds in the rumen. *Übers. Zur Tierernähr.* *42*, 27–80.

Guttman, L. (1954). Some necessary conditions for common-factor analysis. *Psychometrika* *19*, 149–161.

Haigh, P.M. (1990). Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. *Grass Forage Sci.* *45*, 263–271.

Hoedtke, S., Gabel, M., and Zeyner, A. (2010). Protein degradation in feedstuffs during ensilage and changes in the composition of the crude protein fraction. *Übers. Zur Tierernähr.* *38*, 157–179.

Hostert, B. (2019). Gras-Presssaftanalysen als Entscheidungshilfe für einen Siliermitteleinsatz. Bachelorarbeit. TH Bingen.

Hünting, K., Aymanns, T., and Pries, M. (2009). Silierung von Gras unter schwierigen Erntebedingungen (Kleve: Landwirtschaftskammer NRW).

ICAR Dairy Cattle Milk Recording Working Group (2017). Section 2 - Guidelines for Dairy Cattle Milk Recording.

Ivemeyer, S., Klocke, P., and Spengler Neff, A. (2006). Anleitung zur Körper-Konditions-Beurteilung (Frick: FiBL).

7. Literatur

- Jensen, K.C., Frömke, C., Schneider, B., Do Duc, P., Gundling, F., Birnstiel, K., Schönherr, F., Scheu, T., Kaiser-Wichern, A., Woudstra, S., et al. (2019). Case-control study on factors associated with a decreased milk yield and a depressed health status of dairy herds in northern Germany. *BMC Vet. Res.* 15, 442.
- Kaiser, H.F. (1960). The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educ. Psychol. Meas.* 20, 141–151.
- Klapp, E. (1930). Zum Ausbau der Graslandbestandsaufnahme zu wissenschaftlichen Zwecken. *Pflanzenbau* 6, 197–210.
- Klapp, E., Boeker, P., König, and Stählin, A. (1953). Wertzahlen der Grünlandpflanzen. *Grünl.* 2.
- Klöcker, D. (2018). Pflanzenbestandsaufnahme auf Grünlandflächen im Rahmen des EIP Grünland und Tiergesundheit in der Eifel (Ettelbruck, Luxemburg: Convis).
- Kofler, J. (2009). Orthopädischer Untersuchungsgang. In *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere*, W. Baumgartner, and C. Aurich, eds. (Stuttgart: Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart), pp. 216–281.
- Křížek, M. (1993a). Biogenic amines in silage: 1. The occurrence of biogenic amines in silage. *Arch. Für Tierernaehrung* 43, 169–177.
- Křížek, M. (1993b). Biogenic amines in silage: 2. The dynamics of the formation of biogenic amines in silage. *Arch. Für Tierernaehrung* 43, 179–187.
- Luhmer, K. (2018). Rapid laboratory evaluation as a tool for improved forage production and utilization from grassland. Masterarbeit. Universität Bonn.
- Mackenzie, D.J., and Wylam, C.B. (1957). Analytical studies on the carbohydrates of grasses and clovers. VIII.—Changes in carbohydrate composition during the growth of perennial rye-grass. *J. Sci. Food Agric.* 8, 38–45.
- Mahlkow-Nerge, K. (2008). Stoffwechselstörungen bei Milchkühen – Wie kann der Landwirt diesen begegnen? *Neues Aus Ökol. Tierhalt.* 109–114.
- Mayr, A. (1986). Pathogenese und Bekämpfung infektiöser Faktorenkrankheiten in der Tierproduktion. *J. Vet. Med. Ser. B* 33, 637–649.
- McDonald, P., Henderson, N., and Heron, S. (1991). *The biochemistry of silage* (Marlow: Chalcombe Publications).
- Murray, J.A. (1919). Meat production. *J. Agric. Sci.* 9, 174–181.
- Nuss, K., and Steiner, A. (2004). Spezielle Diagnostik und Therapie. In *Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes: mit 12 Tabellen*, A. Fiedler, J. Maierl, and K. Nuss, eds. (Stuttgart: Schattauer), p.

7. Literatur

- Ohshima, M., McDonald, P., and Acamovic, T. (1979). Changes during ensilage in the nitrogenous components of fresh and additive treated ryegrass and lucerne. *J. Sci. Food Agric.* *30*, 97–106.
- Opitz von Boberfeld, W. (1994). *Grünlandlehre: biologische und ökologische Grundlagen ; 28 Tabellen* (Stuttgart: Ulmer).
- van Os, M., van Wikselaar, P.G., and Spoelstra, S.F. (1996). Formation of biogenic amines in well fermented grass silages. *J. Agric. Sci.* *127*, 97–107.
- Otto, K.L., Ferguson, J.D., Fox, D.G., and Sniffen, C.J. (1991). Relationship Between Body Condition Score and Composition of Ninth to Eleventh Rib Tissue in Holstein Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* *74*, 852–859.
- Pahlow, G., Honig, H., and Dyckmans, A. (1992). Gärverhalten von Gras aus Extensivherkünften – Einfluss von Schnittermin, Anwelkgrad und Siliermitteleinsatz. In *Ökologische Aspekte extensiver Landbewirtschaftung: Vorträge zum Generalthema des 104. VDLUFA-Kongresses vom 14. - 19.9.1992 in Göttingen und weitere Beiträge aus den Sitzungen der Fachgruppen*, H. Zarges, and Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, eds. (Darmstadt: VDLUFA-Verl), pp. 461–464.
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Elferink, S.J.W.H.O., and Spoelstra, S.F. (2015). Microbiology of Ensiling. In *Agronomy Monographs*, D.R. Buxton, R.E. Muck, and J.H. Harrison, eds. (Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America), pp. 31–93.
- Pelzer, A., and Kaufmann, O. (2016). DLG-Merkblatt 381 Das Tier im Blick – Milchkühe (DLG).
- Read, D.H., and Walker, R.L. (1998). In *Proceedings : 10th International Symposium on Lameness in Ruminants*, September 7-10 1998, Casino Lucerne, Switzerland, International Symposium on Lameness in Ruminants, Ch.J. Lischer, and P. Ossent, eds. (Zurich, Switzerland: University of Zurich), p.
- Resch, R., Wiedner, G., Buchgraber, K., Kaufmann, J., and Pötsch, E.M. (2013). Bedeutung des Eisengehaltes als Indikator für die Futtermittelverschmutzung von Grünlandfuttermitteln. In *ALVA-Tagungsbericht 2013*, (Klosterneuburg), pp. 86–88.
- Richard, W., and Wein, R. (2011). Bedeutung, Vorkommen und Nachweis von biogenen Aminen in Grassilagen – Auswirkungen auf Tiergesundheit und Futteraufnahme (Dummerstorf).
- Richert, R.M., Cicconi, K.M., Gamroth, M.J., Schukken, Y.H., Stiglbauer, K.E., and Ruegg, P.L. (2013). Perceptions and risk factors for lameness on organic and small conventional dairy farms. *J. Dairy Sci.* *96*, 5018–5026.
- Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford, K.J., and Berry, D.P. (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Sci.* *92*, 5769–5801.

7. Literatur

- Römer, A. (2010). Praxiserfahrungen zur Klauengesundheit (Dummerstorf: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg- Vorpommern).
- Saarinen, M.T. (2002). Determination of biogenic amines as dansyl derivatives in intestinal digesta and feces by reversed phase HPLC. *Chromatographia* 55, 297–300.
- Santos, M.H.S. (1996). Biogenic amines: their importance in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 29, 213–231.
- Scherer, R., Gerlach, K., and Südekum, K.-H. (2015). Biogenic amines and gamma-amino butyric acid in silages: Formation, occurrence and influence on dry matter intake and ruminant production. *Anim. Feed Sci. Technol.* 210, 1–16.
- Schmack, K.-H. (2016). Die beschädigte Kuh im Harnstoffwahnsinn oder Das Degenerationssyndrom des Rindes oder Die Beratung, die Kuh auf Milchwahnsinn von +/- 250 mg/l zu ernähren, ist die größte Katastrophe, die ihr Leben, ihre Gesundheit und ihre Wirtschaftlichkeit zerstört hat. Der ausschließliche Faktor, der diese Kriterien bestimmt, ist die Höhe der Rohproteinversorgung (Warendorf: Schnell Verlag).
- Seidel, S., and Schönherr, J. (2018). Mykotoxine in Futtermitteln - Wirkungen, Grenzwerte, Analytik.
- Spiekers, H. (2004). Tierphysiologische Anforderungen an die Silagequalität (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft).
- Spoelstra, S.F. (1983). Inhibition of clostridial growth by nitrate during the early phase of silage fermentation. *J. Sci. Food Agric.* 34, 145–152.
- Sprecher, D.J., Hostetler, D.E., and Kaneene, J.B. (1997). A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47, 1179–1187.
- Stählin, A. (1971). Gütezahlen von Pflanzenarten in frischem Grundfutter (DLG-Verlag).
- Stählin, A. (1976). Gütezahlen von Pflanzenarten in frischem Grundfutter (DLG-Verlag).
- Sundrum, A. (2015). Metabolic Disorders in the Transition Period Indicate that the Dairy Cows' Ability to Adapt is Overstressed. *Animals* 5, 978–1020.
- Thomas, J.W., Brown, L.D., Emery, R.S., Benne, E.J., and Huber, J.T. (1969). Comparisons Between Alfalfa Silage and Hay. *J. Dairy Sci.* 52, 195–204.
- Vissers, M.M.M., Driehuis, F., Te Giffel, M.C., De Jong, P., and Lankveld, J.M.G. (2007a). Minimizing the Level of Butyric Acid Bacteria Spores in Farm Tank Milk. *J. Dairy Sci.* 90, 3278–3285.
- Vissers, M.M.M., Te Giffel, M.C., Driehuis, F., De Jong, P., and Lankveld, J.M.G. (2007b). Minimizing the Level of *Bacillus cereus* Spores in Farm Tank Milk. *J. Dairy Sci.* 90, 3286–3293.

7. Literatur

- Voigtländer, G., and Voss, N. (1979). Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung: Grünland - Feldfutter - Rasen ; 45 Tabellen (Stuttgart: Ulmer).
- Weinberg, Z.G., and Ashbell, G. (2003). Engineering aspects of ensiling. *Biochem. Eng. J.* 13, 181–188.
- Weiß, K. (2001). Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitratarmen Grünfütter. Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät.
- Wieringa, G.W. (1966). The influence of nitrate on silage fermentation.
- Wildman, E.E., Jones, G.M., Wagner, P.E., Boman, R.L., Troutt, H.F., and Lesch, T.N. (1982). A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. *J. Dairy Sci.* 65, 495–501.
- Wurm, K. (2010). Fütterungsfehler und ihre Interpretation durch die Milchinhaltsstoffe. In 3. Tierärztetagung Raumberg-Gumpenstein 2010: tierärztliche Bestandsbetreuung für Milchviehbetriebe ; 28.- 30. Mai 2010, Tierärztetagung, and Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, eds. (Irdning: LFZ), pp. 5–8.
- Wyss, U. (2005). Beurteilung von Silagen. *ALP Aktuell* 18, 1–4.
- Zoetis Deutschland (2020). Mastitis.

8. Anhang

8. Anhang

A1: Luhmer, K. (2018): Rapid laboratory evaluation as a tool for improved forage production and utilization from grassland. Masterarbeit Universität Bonn. Bonn.

A2: Klöcker, D. (2018): Pflanzenbestandsaufnahme auf Grünlandflächen im Rahmen des EIP Grünland und Tiergesundheit in der Eifel. CONVIS. Ettelbrück.

A3: Hoster, B. (2019): Gras-Presssaftanalysen als Entscheidungshilfe für einen Siliermitteleinsatz. Bachelorarbeit TH Bingen. Bingen.

A4: Freun, S. (2021): Ergänzende Analysen zu Betrieb A.

8. Anhang

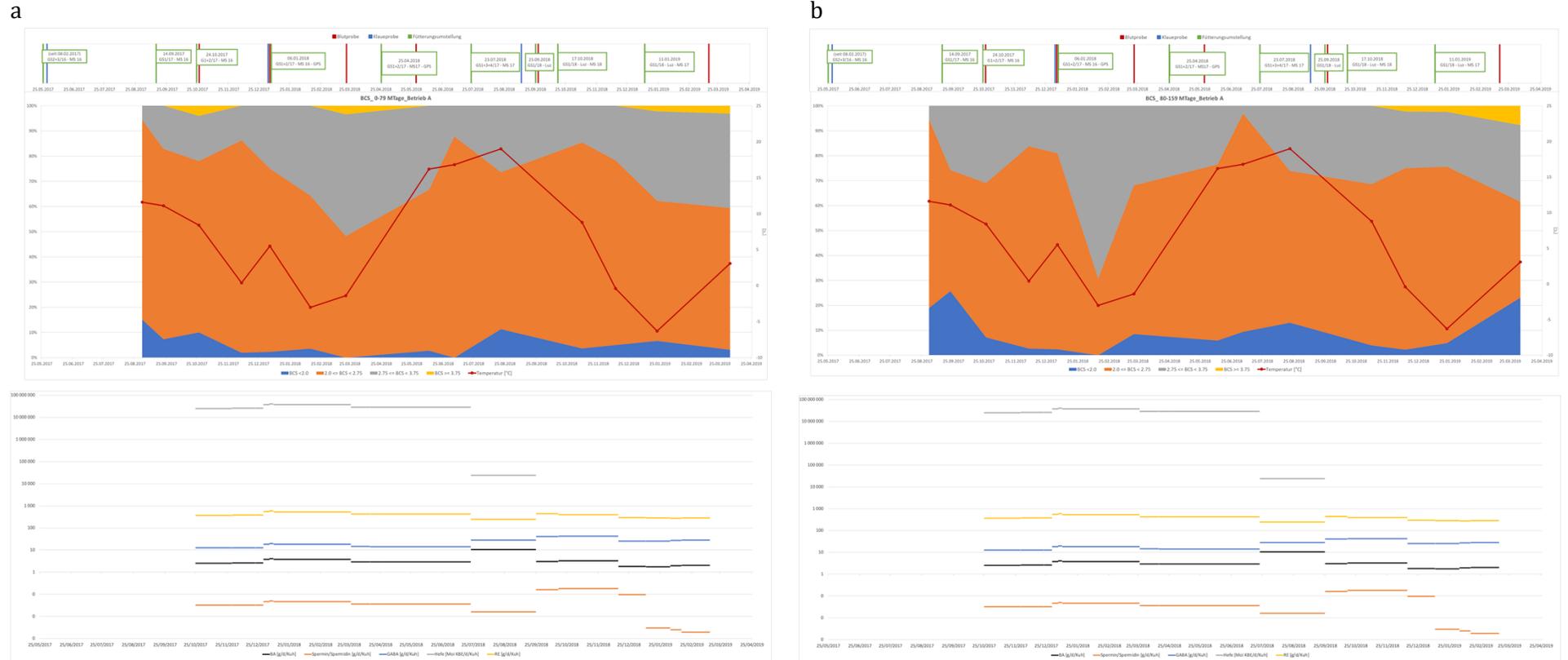
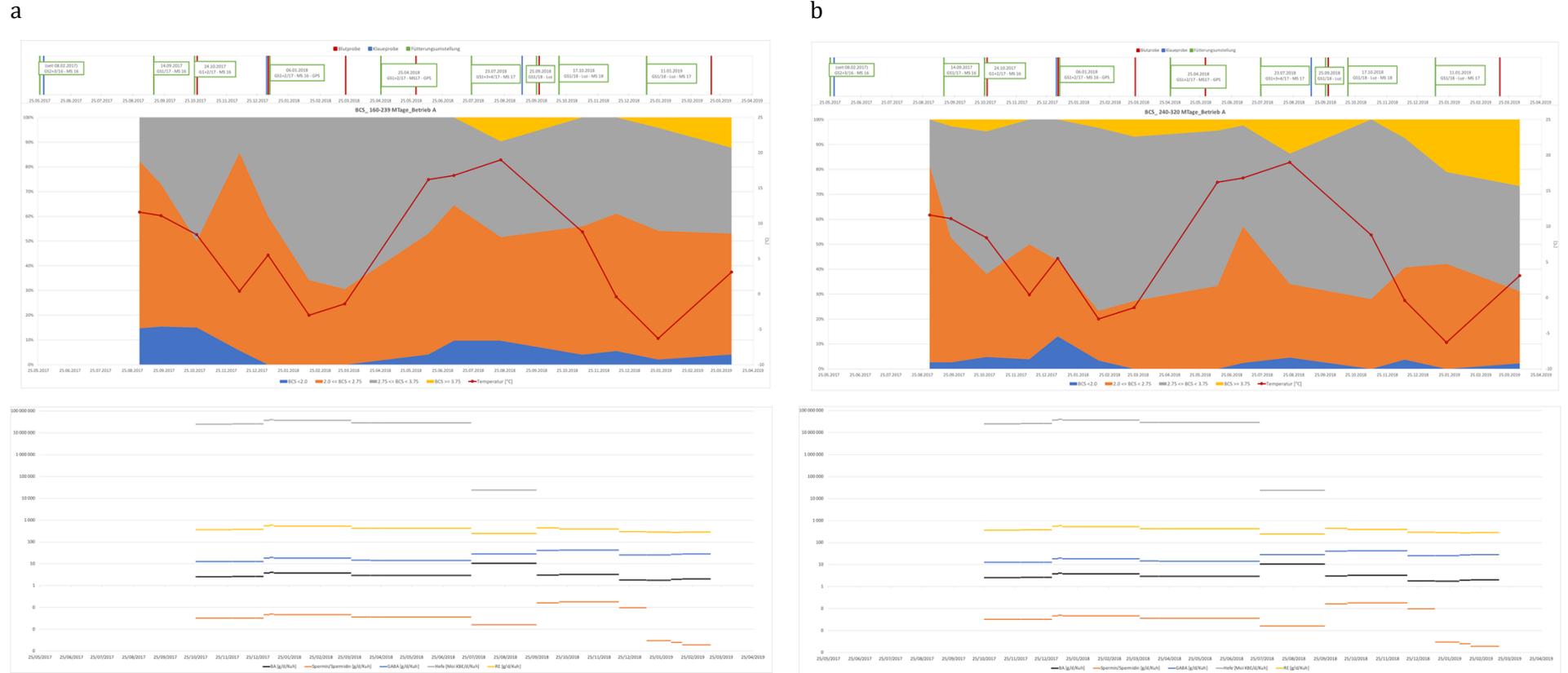


Abbildung 42: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA₁ (a) sowie LKA₂ (b) des Betriebes A mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

8. Anhang



8. Anhang

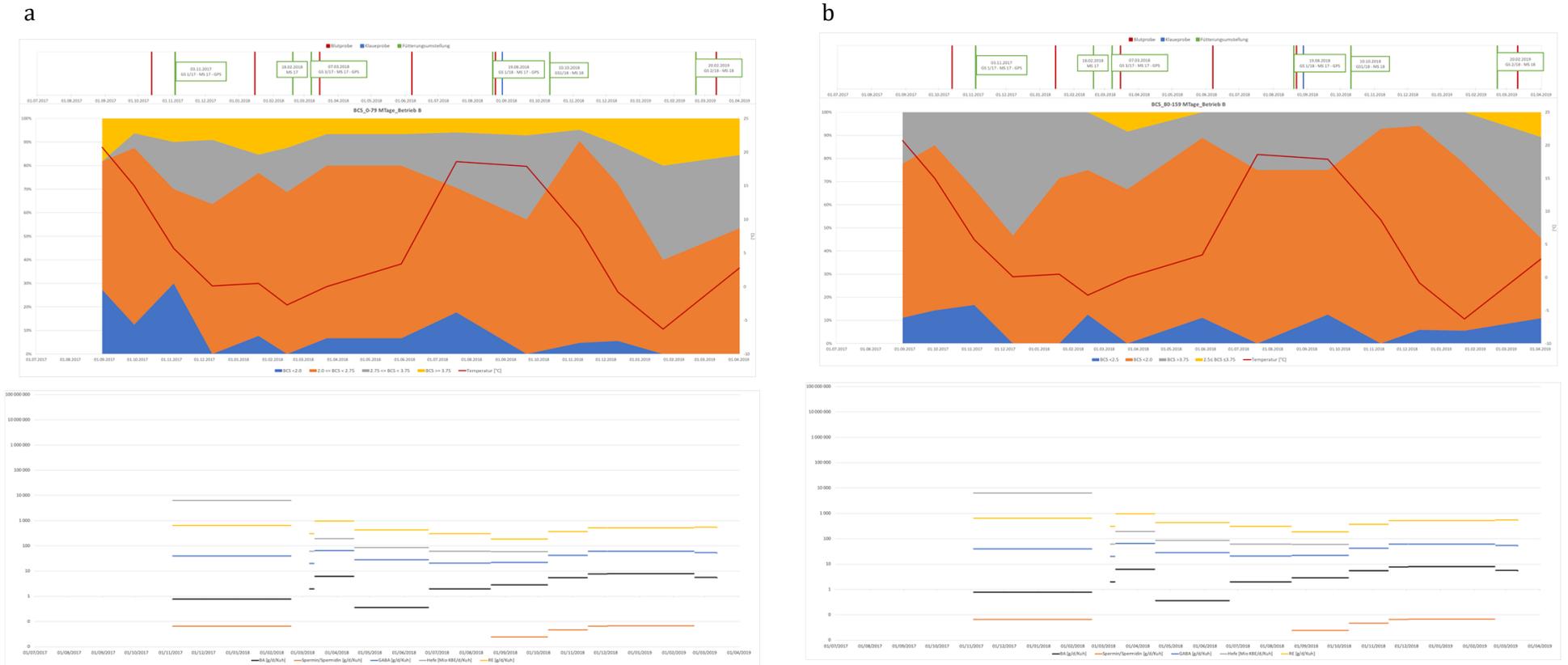


Abbildung 44: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA₁ (a) sowie LKA₂ (b) des Betriebes B mit BCS < 2 (blau), BCS 2 - < 2,75 (orange), BCS 2,75 - < 3,75 (grau), BCS > 3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

8. Anhang

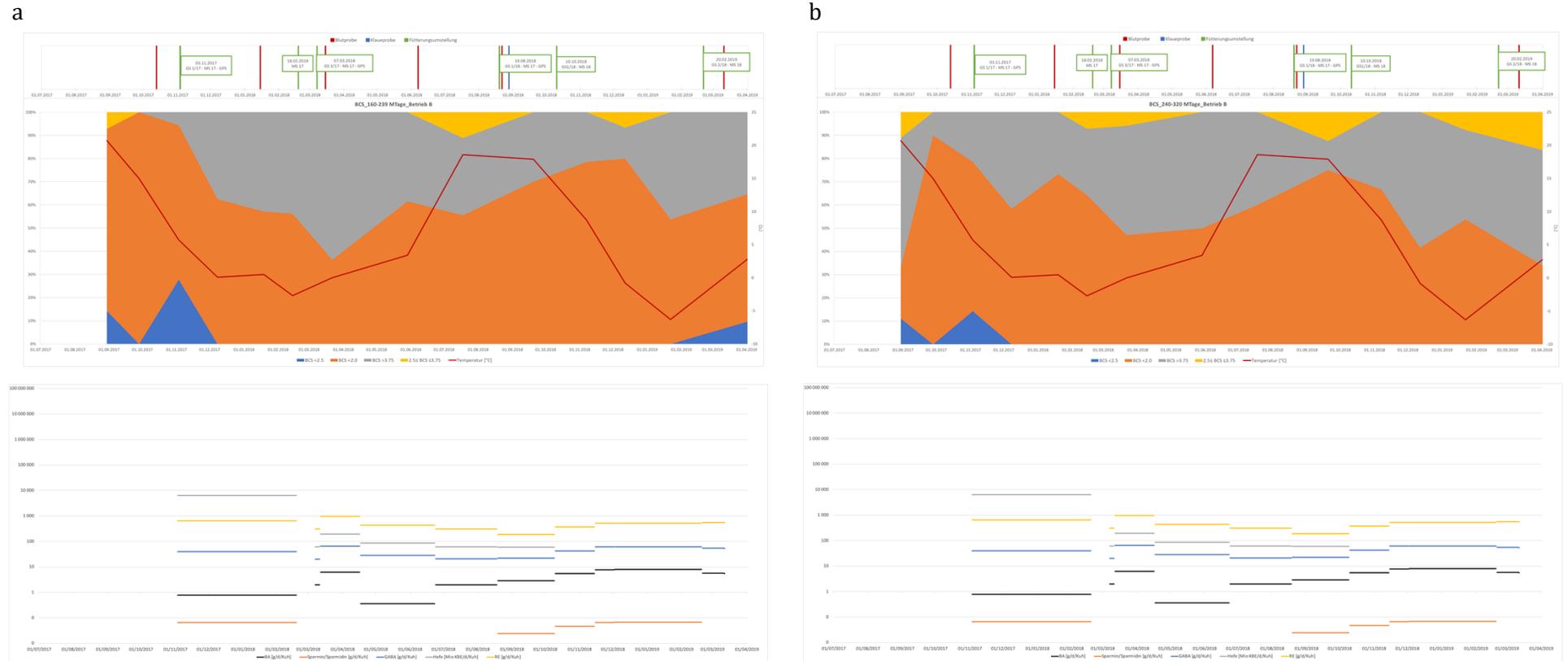
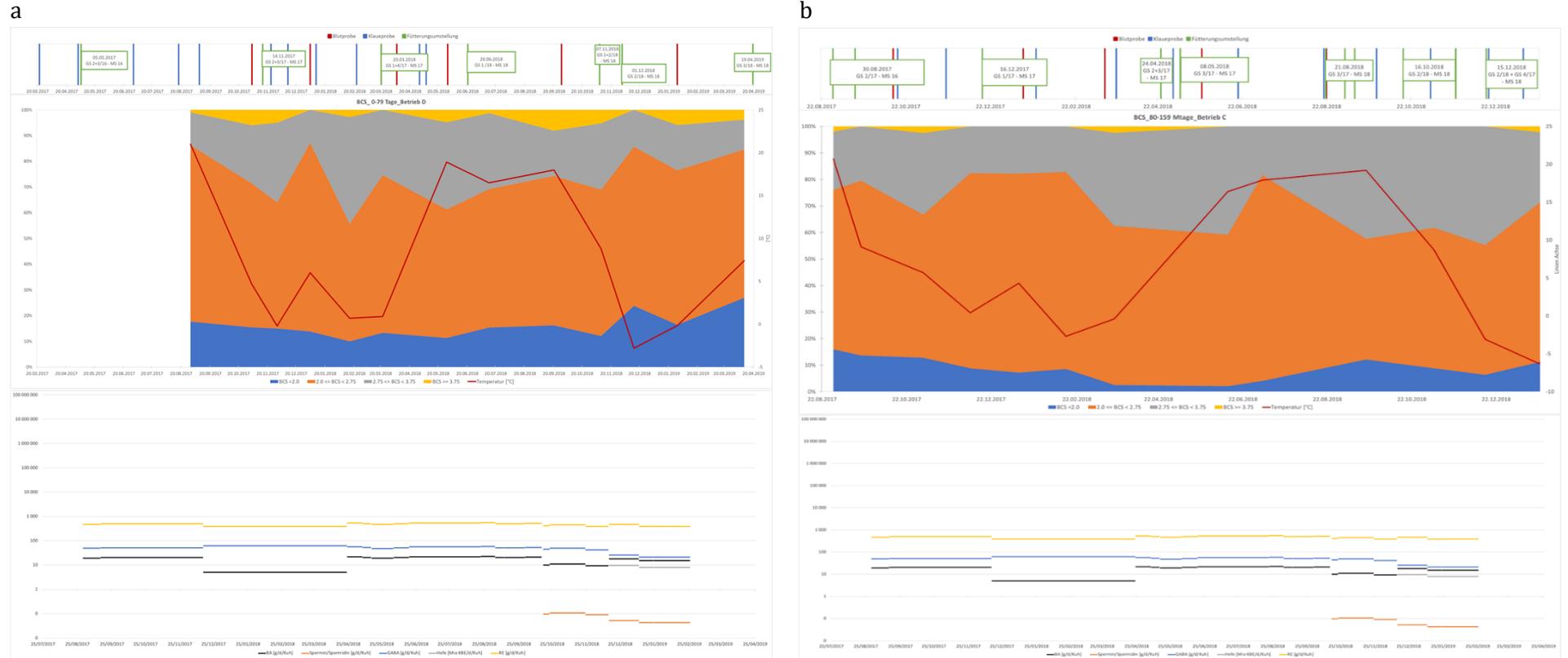
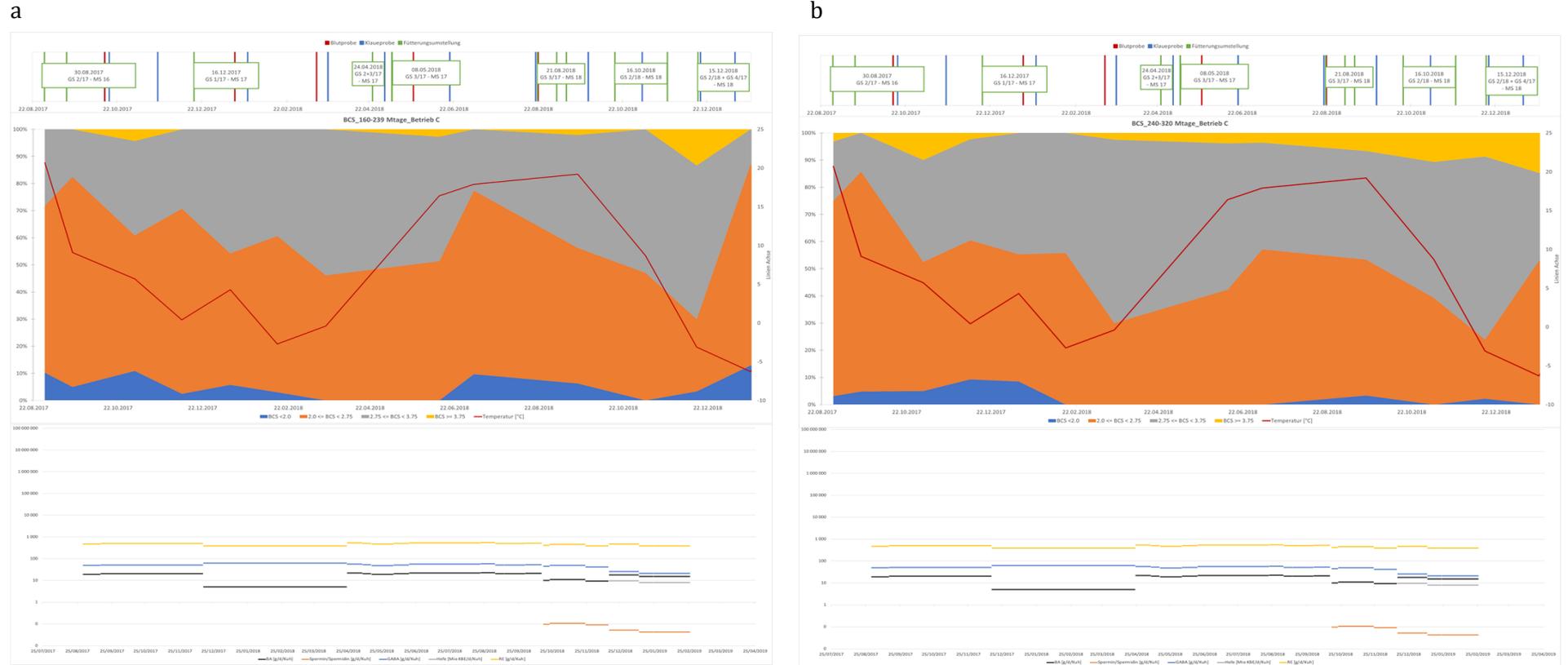


Abbildung 45: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA₃ (a) sowie LKA₄ (b) des Betriebes B mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

8. Anhang



8. Anhang



8. Anhang

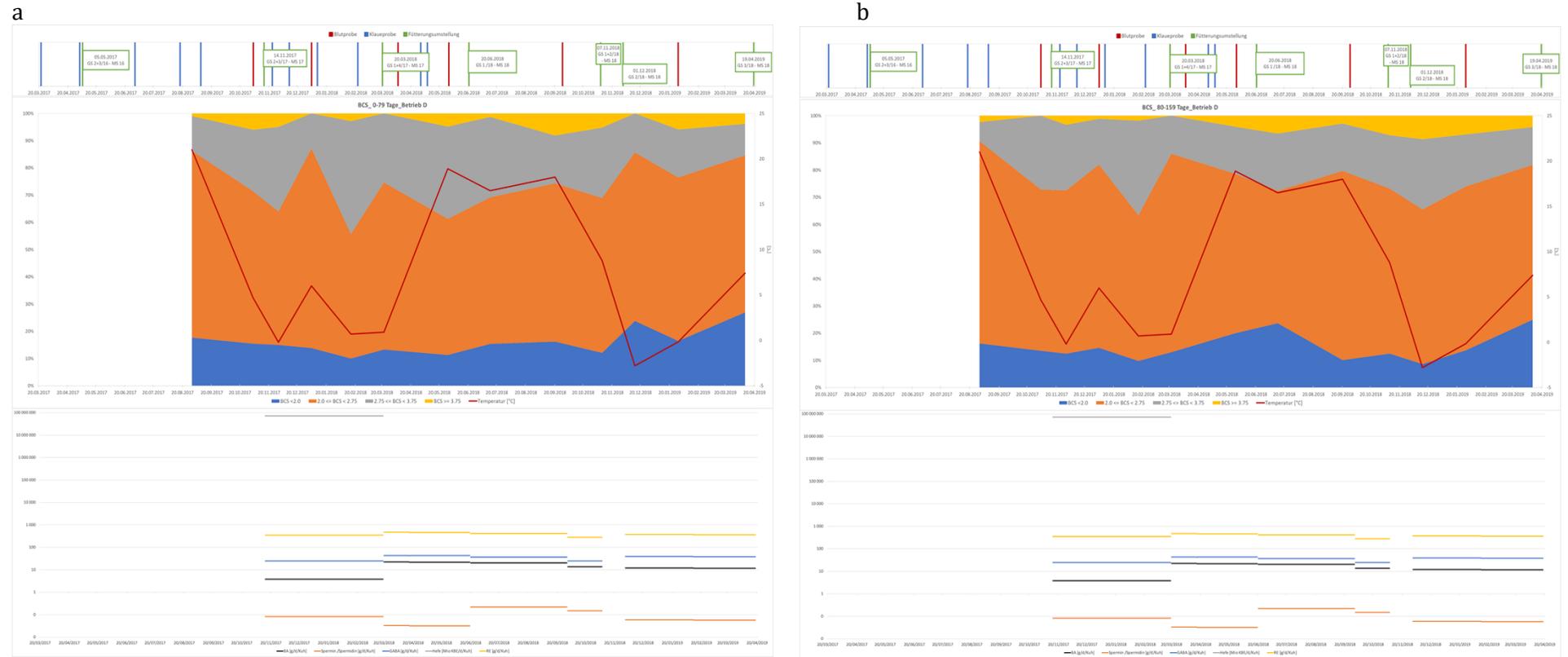


Abbildung 48: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA₁ (a) sowie LKA₂ (b) des Betriebes D mit BCS <2 (blau), BCS 2 -<2,75 (orange), BCS 2,75 -<3,75 (grau), BCS >3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.

8. Anhang

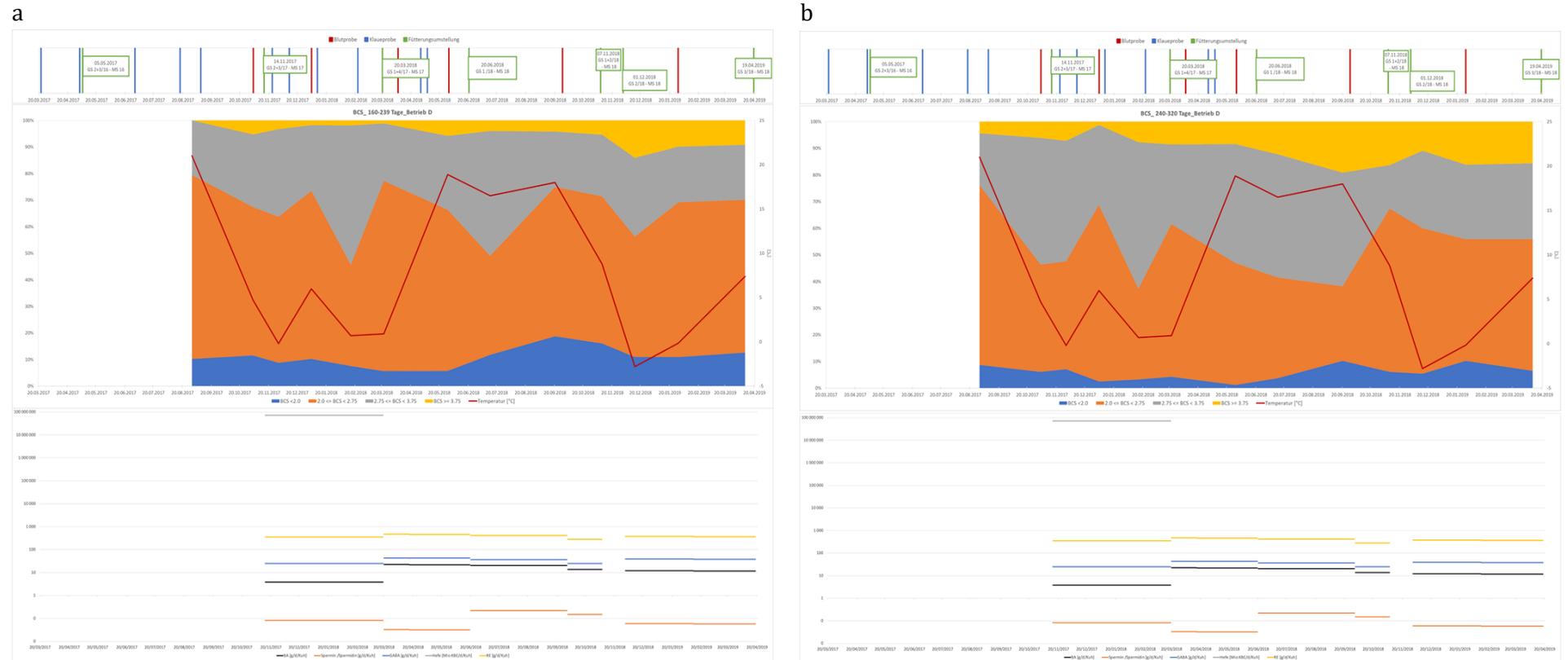


Abbildung 49: Ergebnisse des Body Condition Scores der Tiere in der LKA₃ (a) sowie LKA₄ (b) des Betriebes D mit BCS < 2 (blau), BCS 2 - < 2,75 (orange), BCS 2,75 - < 3,75 (grau), BCS > 3 (gelb) in Verbindung Anteilen an BA, Spermin/Spermidin, GABA, Hefen und Reineiweiß in der Ration.