

L A Z  B W

Projektbericht

**Automatisches Melken und Weidegang -
Umsetzung in der Praxis, Potenziale, Bewertung,
Empfehlungen und Aspekte des Tierverhaltens**



Baden-Württemberg

Landwirtschaftliches Zentrum
für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft,
Wild und Fischerei

Autor:

Uwe Eilers

Tel. 07525 942-308

Mail uwe.eilers@lazbw.bwl.de

Landwirtschaftliches Zentrum

für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei (LAZBW)

Atzenberger Weg 99

D - 88326 Aulendorf

Tel. 07525 942-300

Fax 07525 942-333

Mail poststelle@lazbw.bwl.de

Web www.lazbw.de

April 2021

Inhalt

| | | |
|------------|--|----|
| 1. | Einleitung | 5 |
| 2. | Material und Methoden..... | 5 |
| 2.1. | Datenerhebung auf Praxisbetrieben und Systembewertung | 6 |
| 2.2. | Best Practice-Beispiele | 10 |
| 2.3. | Einsatz von Weide-Selektionstoren..... | 10 |
| 2.3.1. | Parameter des Melksystems | 10 |
| 2.3.2. | Aspekte des Tierverhaltens..... | 11 |
| 3. | Ergebnisse und Diskussion | 15 |
| 3.1. | Datenerhebung auf Praxisbetrieben und Systembewertung | 15 |
| 3.1.1. | Betriebe und Leistungen | 15 |
| 3.1.2. | Systeme | 15 |
| 3.1.3. | AMS-Parameter und Saisoneffekt..... | 18 |
| 3.1.4. | Bewertung von Ökologie und Ökonomie (Nutzwertanalyse) | 19 |
| 3.2. | Best Practice-Beispiele | 21 |
| 3.2.1. | Betrieb L..... | 21 |
| 3.2.2. | Betrieb D | 24 |
| 3.3. | Einsatz von Weide-Selektionstoren..... | 28 |
| 3.3.1. | Milchleistung und Parameter des Melksystems | 28 |
| 3.3.1.1. | Betrieb L..... | 28 |
| 3.3.1.2. | Betrieb M..... | 34 |
| 3.3.2. | Aspekte des Tierverhaltens..... | 37 |
| 3.3.2.1. | Deskriptive Auswertungen..... | 37 |
| 3.3.2.1.1. | Besuchsfrequenzen an AMS und Weide-Selektionstor | 37 |
| 3.3.2.1.2. | Weidetorbesuche in Abhängigkeit von tierbezogenen Faktoren | 41 |
| 3.3.2.2. | Statistische Auswertungen | 45 |
| 3.3.2.2.1. | Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer | 45 |
| 3.3.2.2.2. | Korrelation zwischen Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer | 49 |
| 3.3.2.2.3. | Einfluss von Laktationsnummer und Laktationsstadium auf die Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer | 51 |
| 4. | Empfehlungen für die Praxis und Schlussfolgerungen | 55 |
| 4.1. | Voraussetzungen und Empfehlungen für die Praxis | 55 |
| 4.1.1. | Betriebliche Voraussetzungen..... | 55 |
| 4.1.2. | Steuerung des Weidezugangs | 55 |
| 4.1.3. | Ziele und Strategien | 56 |
| 4.1.4. | Management | 59 |
| 4.2. | Forschungs- und Entwicklungsbedarf | 61 |

| | | |
|------|----------------------------------|----|
| 4.3. | Weitere Schlussfolgerungen | 61 |
| 5. | Zusammenfassung..... | 62 |
| 6. | Literatur | 63 |

1. Einleitung

Weidegang und automatisches Melken sind in der Milcherzeugung Süddeutschlands zwei Trends, die vermehrt Verbreitung in der Praxis finden. Weidegang für Milchkühe wird zunehmend von Seiten des Marktes (Molkereien, Handel, Verbraucher) und für den ökologischen Landbau von Seiten der Erzeugerverbände, unter anderem auf Grundlage der EU-Öko-Verordnung, gefordert. Auch die Politik setzt mit „Weideprämien“ im Rahmen ihrer Förderprogramme Anreize für den Weidegang von Rindern. Daneben sind in Süddeutschland automatische Melksysteme (AMS) inzwischen vorherrschend bei Investitionen in neue Melktechnik. Ihr erfolgreicher Einsatz ist stark davon abhängig, dass die Kühe in möglichst gleichmäßigen Intervallen zum Melken gehen. Bei ausgedehntem Weidegang ist es dafür nötig Anreize zu schaffen, damit die Kühe freiwillig in den Stall kommen, um die angestrebte Anzahl an Melkungen je Kuh und Tag zu realisieren. Gelingt dies nicht, besteht die Gefahr, dass der Weidegang eingeschränkt wird (Bühlen 2013). Dies entspricht nicht der Idee des ökologischen Landbaues und mindert die Vorteile des Weideganges. Im Rahmen des Projektes „Optimierung des Systems Weidegang und automatisches Melken im ökologischen Landbau“ des LAZBW wurden Milcherzeugungsbetriebe in Baden-Württemberg und Bayern bezüglich ihrer aktuellen praktischen Umsetzung der Kombination von automatischem Melksystem und Weidegang untersucht. Aus der Status Quo-Erhebung und Bewertung der Systeme wurden Empfehlungen für die Praxis abgeleitet, die den potenziellen Zielkonflikt zur Ökonomie und Arbeitswirtschaft möglichst gut auflösen.

Automatische Melksysteme und technische Einrichtungen zur individuellen Steuerung des Weideganges (Weide-Selektionstore) eröffnen die Möglichkeit, mit Hilfe der Tieridentifikationen das Verhalten von Kühen bezüglich Melken und Weidegang sowie Einflüsse darauf zu untersuchen.

2. Material und Methoden

Die Datenerhebungen und Auswertungen im Rahmen des Projektes erfolgten im Zeitraum September 2015 bis Dezember 2020. Unter Betreuung des LAZBW wurden verschiedene Master- und Bachelorarbeiten durchgeführt, außerdem flossen eigene Auswertungen des LAZBW in den vorliegenden Bericht ein. Die statistischen Analysen dafür hat Dr. Elisabeth Gerster durchgeführt. Als Hochschulpartner haben die Universität Hohenheim, die Technische Universität München sowie die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf mitgewirkt. An der Datenbereitstellung waren neben den Landwirten insbesondere der Landesverband Baden-Württemberg für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V. (LKV), das Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern sowie die Firmen Lely, De Laval GmbH und GEA beteiligt.

Die durchgeführten Untersuchungen lassen sich in drei Abschnitte einteilen:

1. Status-Quo-Analyse: Datenerhebungen auf Praxisbetrieben mit Systembeschreibungen und –bewertungen
2. Detailanalyse des Managements von ausgewählten Einzelbetrieben (Best Practice Beispiele)
3. Einsatz von Weide-Selektionstoren: Parameter des Melksystems und Aspekte des Tierverhaltens in Betrieben mit AMS und Weide-Selektionstor.

2.1. Datenerhebung auf Praxisbetrieben und Systembewertung

Für den ersten Teil der Untersuchungen wurden mit Unterstützung vor allem der Erzeugerverbände für ökologischen Landbau - Bioland, Naturland und Demeter - Milcherzeuger mit AMS und Weidegang in Baden-Württemberg und Bayern identifiziert und nach ihrer Bereitschaft zur Teilnahme an dem Projekt gefragt. An der Untersuchung nahmen anschließend 12 Betriebe in Baden-Württemberg und 15 Betriebe in Bayern teil, die schwerpunktmäßig in den Regionen Oberschwaben, Allgäu und Oberbayern ansässig sind.

Mit Hilfe eines Fragebogens wurde im Rahmen eines Betriebsbesuches das Weide-, Fütterungs- und Arbeitsmanagement erfasst. Außerdem wurden rückwirkend technische Parameter des AMS generiert. Diese Datensätze waren aufgrund der unterschiedlichen Betriebsdauer des AMS und je nach Hersteller sehr heterogen. Einzelne Betriebe konnten aufgrund mangelnder Daten nicht für sämtliche Auswertungen herangezogen werden. Ergänzend wurden die Jahresberichte der Milchleistungsprüfung (MLP) der Jahre 2013 bis 2015 in die Systembeschreibungen und Auswertungen einbezogen (Bühler 2016 und Landwehr 2016). Die AMS-Daten aus den Reports der Melktechnikhersteller wurden in eine Stall- und eine Weidesaison unterteilt, um Unterschiede und Einflussfaktoren auf die Leistungen und technische Auslastung des AMS herauszuarbeiten. Die Übergangsmonate wurden separat davon betrachtet.

Folgende Parameter wurden berücksichtigt: Anzahl Melkungen je Box und Tag, Anzahl Melkungen je Kuh und Tag, Milchmenge kg je Box und Tag, Milchmenge kg je Kuh und Tag sowie die technische Auslastung in %. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programmpaket SAS 9.4 und der Prozedur MIXED. Als mögliche Kovariable wurden die Parameter Anzahl gemolkene Kühe, tägliche Weidezugangsdauer (Std.) und Weidefläche je Kuh (ha) verwendet. Neben der Saison wurden die Art des Weidezugangs, des Kuhverkehrs im Stall sowie das Weidesystem als fixer Effekt festgelegt. Zufallseffekt war in jedem Modell der Betrieb. Für jede der untersuchten Zielvariablen wurde aus den Monatsmittelwerten ein gemischtes Modell berechnet. Tabelle 1 enthält die betrachteten Zielvariablen, die jeweils untersuchten Variablen sowie das finale Modell (Merz 2016).

Tabelle 1: Untersuchte Zielvariablen mit finalem Modell und berücksichtigte Variable (Merz 2016)

| Zielvariable | Berücksichtigte Variablen | Finales Modell |
|------------------------|--|--|
| Milchmenge/Box und Tag | Kuhverkehr Selektion Weidesystem Melkungen/Kuh und Tag Kühe je Hektar tägl. Weidedauer Anzahl Melkende Saison Betrieb | Milchmenge/ Box und Tag = Melkungen/ Kuh und Tag+ Anzahl Melkende + Saison + Betrieb + Restfehler |
| Technische Auslastung | Kuhverkehr Selektion Weidesystem Milchmenge/Kuh und Tag Melkungen/Kuh und Tag Anzahl Melkende Milchmenge je Melkung Weidefläche [ha/Kuh] Tägl. Weidedauer Saison Betrieb | Technische Auslastung = Milchmenge/Kuh und Tag + Melkungen/Kuh und Tag + Anzahl Melkende + Saison + Be- trieb + Restfehler |
| Melkungen/Kuh und Tag | Kuhverkehr Selektion Weidesystem Milchmenge/Kuh und Tag Auslastung Anzahl Melkende Milchmenge je Melkung Weidefläche/Kuh Tägl. Weidedauer Saison Betrieb | Melkungen/Kuh und Tag = Weidesystem + Milchmenge/Kuh und Tag + Auslastung + Anzahl Melkende + tägl. Wei- dedauer + Milchmenge je Melkung + Saison + Betrieb + Restfehler |
| Milchmenge/Kuh und Tag | Kuhverkehr Selektion Weidesystem Melkungen/Kuh und Tag Weidefläche/Kuh Tägliche Weidedauer Anzahl Melkende Saison Betrieb | Milchmenge/Kuh und Tag = Anzahl Melkende + Melkungen/Kuh und Tag + Saison + Betrieb + Restfehler |
| Milchmenge/Box und Tag | Kuhverkehr Melkungen/Kuh und Tag Anzahl Melkende Saison Betrieb | Milchmenge/ Box und Tag = Melkungen/ Kuh und Tag+ Anzahl Melkende + Saison + Betrieb + Restfehler |
| Technische Auslastung | Kuhverkehr Milchmenge/Kuh und Tag Milchmenge/Melkung Melkungen/Kuh und Tag Anzahl Melkende Saison Betrieb | Technische Auslastung = Milchmenge/Kuh und Tag + Melkungen/Kuh und Tag + Anzahl Melkende + Saison + Be- trieb + Restfehler |
| Melkungen/Kuh und Tag | Kuhverkehr Milchmenge/Kuh und Tag Auslastung Milchmenge/Melkung Anzahl Melkende Saison Betrieb | Melkungen/Kuh und Tag = Milchmenge/Kuh und Tag + Auslastung + Anzahl Melkende + Milchmenge/Melkung + Saison + Betrieb + Restfehler |
| Milchmenge/Kuh und Tag | Kuhverkehr Anzahl Melkende Melkungen/Kuh und Tag Saison Betrieb | Milchmenge/Kuh und Tag = Anzahl Melkende + Melkungen/Kuh und Tag + Saison + Betrieb + Restfehler |

Nutzwertanalyse

Die Systembeschreibungen und Ergebnisse der 12 baden-württembergischen Betriebe wurden im Rahmen einer Nutzwertanalyse mit einem selbstentwickelten Bewertungssystem hinsichtlich der Umsetzung der Vorgaben und Ideen des ökologischen Landbaues auf Grundlage einschlägiger Quellen beurteilt. Die Bewertung ist in drei Themenbereiche gegliedert: Weidegang, Stallbereich und Management (siehe Tabellen 2, 3 und 4).

Tabelle 2: Bewertungskriterien für den Bereich Weidegang (Merz 2016)

| | + | 0 | - | Quelle |
|------------------------------------|---------------------------|--|-----------------|-------------|
| Weide & Weidemanagement | | | | |
| tägl. Weidedauer | > 5 Stunden | 5 Stunden | < 5 Stunden | LTZ |
| Dauer Weidesaison | > 120 Tage | 120 Tage | < 120 Tage | LTZ |
| Weidefläche/Kuh | > 0,4 ha | 0,4 | < 0,4 ha | LKW NRW |
| Tränke | dauerhaft verfügbar | während der meisten Zeit verfügbar, Entfernung 200 - 300 m | nicht verfügbar | LF Tierwohl |
| Zugang zu Weide | ständiger Zugang zu Weide | Selektionseinrichtung | X | EG Öko |

Tabelle 3: Bewertungskriterien für den Bereich Stallhaltung (Merz 2016)

| | + | 0 | - | Quelle |
|-----------------------------------|--------------------------|---|------------------------------|-------------|
| Stallhaltung | | | | |
| Stallfläche/Tier | > 6m ² | 6 m ² | < 6 m ² | EG Öko |
| Fressplatz - Liegeplatzverhältnis | > 1:1 | 1:1 | <1:1 | LTZ |
| Tier-Fressplatzverhältnis | > 1:1 | 1,2 1 : 1, bei Vorratsfütterung bis 1: | <1:1 | LTZ |
| Tier-Liegeplatzverhältnis | > 1:1 | 1:1 | <1:1 | LTZ |
| Abkalbebucht | > 10 m ² /Kuh | 10 m ² /Kuh, mind 4m x 4m | nicht vorhanden bzw. kleiner | LF Tierwohl |
| Krankerbucht | Tiefstreu bzw. mit LB | vorhanden, ohne Einstreu oder LB | nicht vorhanden | LF Tierwohl |
| Laufhof Fläche/Kuh mit Weidegang | vorhanden | nicht vorhanden | X | EG Öko |
| Laufhof Fläche/Kuh ohne Weidegang | > 4,5 m ² | 4,5 m ² | < 4,5 m ² | EG Öko |

Tabelle 4: Bewertungskriterien für den Bereich Management und sonstige Aspekte der Tierhaltung (Merz 2016)

| | + | 0 | - | Quelle |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| Management/Sonstiges | | | | |
| Zellzahl | < 250.000 /ml | 250.000 - 300.000 /ml | >300.000 /ml | LF Tierwohl |
| Kuhverkehr | frei | Feed First, teilweise gelenkt | Milk First | Harms |
| Fütterung | > 60 % Raufutter | mind 60 % Raufutter | < 60 % Raufutter | LTZ |
| Besatzdichte | | 170 kg N/ha bzw. 2 Kühe/ha | | EG Öko |
| Nutzungsdauer | > 3,5 | X | < 3,5 | Römer, 2011 |
| Anteil über 5. Kalbung | > 17,4 % | | < 17,4 % | LKV |
| Rasse | Lokalrasse /geeignete Rasse | X | ungeeignete Rasse | EG Öko |

Außerdem erfolgte eine ökonomische Bewertung der einzelbetrieblichen Systeme auf Grundlage von Kalkulationsdaten. Dabei wurden die Kosten für das Melksystem (AMS im Vergleich zu Melkstand) sowie für die Fütterung (Ration mit Weidegras im Vergleich zu reiner Stallfütterung mit Grünfütter, Grassilage und Heu bzw. nur Grünfütter und Heu) als maßgebliche Kostenblöcke des Systems berücksichtigt (nach Merz 2016).

Tabelle 5: Faktoren zur Ermittlung der Kosten des Melksystems und möglichen Kosteneinsparung durch Weidegang in der Sommerfütterung (Merz 2016)

| Betrieb | jährl. Milchleistung [kg] | Kosten AMS [€/kg] | Kosten Melkstand [€/kg] | Tierzahl | Kostenersparnis je kg Milch Ration 1 [€/kg] | Kostenersparnis je kg Milch Ration 2 [€/kg] |
|------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|----------|---|---|
| D | | | | | | |
| K | | | | | | |
| F | | | | | | |
| L | | | | | | |
| M | | | | | | |
| G | | | | | | |
| I | | | | | | |
| C | | | | | | |
| B | | | | | | |
| A | | | | | | |
| E | | | | | | |
| H | | | | | | |
| Mittelwert | | | | | | |

Die Berechnung der Kostenfaktoren in Tabelle 5 erfolgte in folgenden Schritten (nach Merz 2016):

- Ermittlung und Vergleich der jährlichen Kosten eines AMS mit denen eines vergleichbaren konventionellen Melksystems (2x8 Fischgräten-Melkstand)
- Bezug der jährlichen Kosten der Melksysteme auf die jährliche Milchproduktion der Projektbetriebe (€ je kg Milch)
- Ermittlung der Produktionskosten je MJ NEL für die Verfahren Weidegras, Grünfütterung, Heu und Grassilage
- Ermittlung des Energiebedarfs je Tag und Tier in MJ NEL für die Milchleistungsstufen 3.000 bis 7.000 kg und 8.000 bis 9.000 kg
- Berechnung der Kosten für die Rationen 1) Grünfütter, Silage und Heu zu je einem Drittel und 2) Heu und Grünfütter jeweils zur Hälfte, über den Jahresbedarf an MJ NEL für eine Milchkuh
- Ermittlung der anteiligen Energieaufnahme über Weidegras bei unterschiedlicher täglicher Weidedauer
- Ermittlung der jährlichen Kosten je Kuh und Jahr für die Rationen 1) und 2) unter Berücksichtigung einer täglichen Weidedauer von 6 Stunden bei 210 Weidetagen pro Jahr (Durchschnitt der Projektbetriebe).

2.2. Best Practice-Beispiele

Im zweiten Abschnitt der Untersuchung wurden die beiden Betriebe, die im Rahmen der Nutzwertanalyse (siehe oben) aus ökologischer bzw. ökonomischer Sicht am besten abgeschnitten haben, in ihrem Management bezüglich AMS und Weide eingehend analysiert.

Die Datenerhebung auf Betrieb D mit dem aufgrund der Kalkulationen ökonomisch erfolgreichsten Ergebnis erfolgte mit Hilfe eines selbstentwickelten Fragebogens im Rahmen eines persönlichen Gespräches mit dem Betriebsleiter. Der Fragebogen enthält folgende Themenbereiche:

1. Bauliche Gegebenheiten, Stalltechnik und Kuhverkehr
2. Weidemanagement
3. Fütterung während der Weidesaison
4. AMS Einstellungen und besondere Parameter
5. Betriebsmanagement und Routinearbeiten

Es handelt sich um einen konventionell wirtschaftenden Milcherzeuger mit Standort in Oberschwaben. Die Befragung fand am 07.07.2017 statt (Bayer 2017).

Betrieb L hat die Kriterien des ökologischen Landbaues vergleichsweise am besten erfüllt und gehört dem Demeter-Verband an. Sein Standort ist ebenfalls in Oberschwaben. Der Betriebsleiter wurde am 14.12.2017 mit Hilfe eines leitfadengeführten Experteninterviews zu der Forschungsfrage „Durch welche Maßnahmen, insbesondere im Management, lässt sich das AMS mit dem Weidegang optimal verbinden, um die Arbeitsbelastung zu reduzieren, das Tierwohl zu verbessern und eine gute Leistung zu erzielen?“ befragt. Das Interview wurde aufgezeichnet, wörtlich und vollständig transkribiert sowie einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen. Die Auswertung erfolgte per Extraktion, das heißt durch Entnahme der wichtigsten Informationen aus dem Text. Die Extraktion des Interviews wurde mit dem Computerprogramm MAXQDA 2018 durchgeführt. Die Aufbereitung erfolgte durch Gegenüberstellen der Informationen aus dem Interview und der Literatur. Ziel der Auswertung war es, die empirische Frage zu beantworten. Sie diente als Grundlage für die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse (Geier 2018).

2.3. Einsatz von Weide-Selektionstoren

Die Effekte des Einsatzes von Weide-Selektionstoren im dritten Teil des Projektes, wurden auf zwei Demeter-Betrieben in Oberschwaben im Rahmen mehrerer studentischer Abschlussarbeiten sowie eigener Auswertungen des LAZBW untersucht. Dabei spielten zwei Themenkomplexe eine Rolle:

1. Wie verändern sich ausgewählte technische Parameter des AMS durch den Einsatz des Tores im Vergleich zu zuvor nicht selektivem Weidegang in den untersuchten Projektbetrieben und wie sehen diese Parameter im Vergleich von Stall- und Weidesaison aus?
2. Welchen Einfluss hat ein Weide-Selektionstor auf das Verhalten der Kühe und wie unterscheidet sich das Weideverhalten zwischen Tieren innerhalb einer Herde?

2.3.1. Parameter des Melksystems

Zur Beantwortung der Fragen unter 1. wurden die AMS-Reports mit den Tageswerten zu den Parametern Anzahl gemolkene Kühe pro Tag, Milchmenge [kg] pro Kuh und Tag, Milchmenge [kg]

pro Box und Tag, Anzahl Melkungen pro Kuh und Tag, Anzahl Melkungen pro Box und Tag und Anteil freie Zeit [%] in zwei Projektbetrieben ausgewertet. Aus folgenden Zeiträumen flossen Datensätze in die Auswertungen ein:

Betrieb L:

- 01. April bis 30. September 2015 und 01. April bis 31. Oktober 2017 (Maier 2018)
- 01. Januar 2018 bis 29. März 2019 (Beigel 2020)

Betrieb M:

- 01. Januar 2019 bis 29. Oktober 2020 (eigene Auswertungen)

Stall- und Weidesaison werden wie folgt definiert:

Weidesaison: 01. Mai bis 30. September

Stallsaison: 01. November bis 31. März

Um eine saubere Abgrenzung zwischen beiden Perioden zu erhalten, werden die Übergangsmonate April und Oktober, in denen in der Regel nicht durchgängig Weidegang stattfindet, aus der Ermittlung der Mittelwerte ausgeschlossen.

2.3.2. Aspekte des Tierverhaltens

Zur Bearbeitung der Frage 2 wurden die Datensätze „Routing Visits“ des Melktechnikherstellers von Betrieb L für folgende Zeiträume zur Auswertung genutzt:

Stallhaltung:

- 21.01.2017 bis 31.03.2017 (Saur 2018)
- 21.01.2018 bis 31.03.2018 (Saur 2018)

Weidegang:

- 01.04.2017 bis 14.11.2017 (Beigel 2020)
- 01.05.2017 bis 09.07.2017 (Saur 2018)
- 01.05.2017 bis 30.09.2017 (eigene Auswertungen)
- 01.03.2018 bis 31.07.2018 (Beigel 2020)
- 01.05.2018 bis 09.07.2018 (Saur 2018)
- 01.04.2019 bis 30.11.2019 (Beigel 2020)
- 01.05.2019 bis 30.09.2019 (eigene Auswertungen)

Die Dateien „Routing Visits“ enthalten auf Einzeltierbasis jede Tiererkennung im AMS und am Weide-Selektionstor mit Zeitstempel und weiteren tierbezogenen Informationen wie Laktationsnummer und Laktationstag. Tabelle 6 stellt beispielhaft den Inhalt dar.

Tabelle 6: Auszug einer beispielhaften Datei „Routing Visits“ (Quelle Fa. Lely)

| Kuhnummer | Lebens-Nummer | Laktationsnummer | Laktationstage | Geraetenname | Datum Zeit Besuch 1 | Separationsrichtung - Kuh | Verweigerungstyp | |
|-----------|---------------|------------------|----------------|--------------|------------------------|---------------------------|------------------|------------|
| 102 | DE | | 1 | 385 | Heidi | 01.06.2019 00:09 | Stall | Melkbesuch |
| 74 | DE | | 2 | 341 | Grazeway | 01.06.2019 00:15 | Stall | |
| 119 | DE | | 1 | 159 | Heidi | 01.06.2019 00:17 | Stall | Melkbesuch |
| 93 | DE | | 2 | 230 | Heidi | 01.06.2019 00:23 | Stall | Melkbesuch |
| 51 | DE | | 3 | 410 | Grazeway | 01.06.2019 00:27 | Stall | |
| 126 | DE | | 1 | 93 | Heidi | 01.06.2019 00:36 | Stall | Melkbesuch |
| 120 | DE | | 2 | 85 | Heidi | 01.06.2019 00:42 | Spezialgruppe | Melkbesuch |
| 93 | DE | | 2 | 230 | Grazeway | 01.06.2019 00:50 | Stall | |
| 161 | DE | | 7 | 364 | Heidi | 01.06.2019 00:51 | Stall | Melkbesuch |
| 73 | DE | | 3 | 211 | Grazeway | 01.06.2019 00:54 | Weide A | |
| 56 | DE | | 3 | 254 | Heidi | 01.06.2019 00:59 | Stall | Melkbesuch |
| 96 | DE | | 2 | 144 | Grazeway | 01.06.2019 01:01 | Stall | |
| 56 | DE | | 3 | 254 | Grazeway | 01.06.2019 01:07 | Weide A | |
| 122 | DE | | 1 | 195 | Heidi | 01.06.2019 01:09 | Stall | Melkbesuch |
| 130 | DE | | 1 | 77 | Heidi | 01.06.2019 01:16 | Spezialgruppe | Melkbesuch |
| 59 | DE | | 4 | 160 | Grazeway | 01.06.2019 01:20 | Weide A | |
| 81 | DE | | 2 | 234 | Heidi | 01.06.2019 01:21 | Stall | Melkbesuch |

Saur (2018) hat für die tierbezogenen Parameter Alter, Laktationsstadium und Milchleistung den Einfluss auf den Weidegang untersucht. Für die in Tabelle 7 definierten Klassen wurden dafür jeweils fünf Fokustiere bestimmt.

Tabelle 7: Untersuchte Einflussparameter auf den Weidegang und jeweilige Klassen zur Bestimmung von Fokustieren (nach Saur 2018)

| <u>Parameter</u> | <u>Klasseneinteilung</u> |
|-----------------------|--|
| Alter der Kühe | Laktation 1, 2, 3, 4, 5, 6 |
| Laktationsstadium | Laktationstage 0 - 100, 101 – 200, > 200 |
| Milchleistung [in kg] | Milchleistung > 25, > 20, > 15, > 10 |

Folgende Parameter an AMS und Weide-Selektionstor wurden durch Saur (2018) ausgewertet:

- Durchschnittliche Anzahl Tiererkennungen (erfolgreich und abgelehnt) im AMS und Weide-Selektionstor je Kuh und Tag
- Durchschnittliche Anzahl Tiererkennungen im AMS und Weide-Selektionstor je Kuh und Stunde im Tagesverlauf
- Durchschnittliche Anzahl Tiererkennungen am Weide-Selektionstor je Kuh und Tag in Abhängigkeit von Laktationsnummer, Laktationsstadium und Milchleistung
- Durchschnittliche Anzahl unterschiedlicher Zeitintervalle zwischen erfolgreicher Melkung und erfolgreichem Weidetorbesuch je Kuh und Tag in Abhängigkeit von Laktationsnummer, Laktationsstadium und Milchleistung.

Auch Beigel (2020) hat die „Routing Visits“ der Firma Lely für Betrieb L ausgewertet. Seine Parameter waren unter anderem die durchschnittliche Anzahl Weidetorbesuche (erfolgreich und abgelehnt) je Kuh und Tag und das durchschnittliche Zeitintervall in Stunden von erfolgreichem Weidetorbesuch und AMS-Besuch. Beides wurde in Abhängigkeit von Laktationsnummer und Laktationstag betrachtet.

Für die eigenen statistischen Auswertungen der „Routing Visits“ des Betriebes L aus den Jahren 2017 und 2019 mit dem Programm SAS 9.4 wurden sämtliche Tiere ausgeschlossen, die nicht im gesamten Beobachtungszeitraum des Jahres 2017 bzw. 2019 gemolken wurden. Somit lagen Datensätze von 44 Kühen in 2017 mit Daten für 150 bis 153 Tage von maximal 153 Tagen vor sowie von 43 Tieren in 2019 (Daten für 143 bis 153 Tage von maximal 153 Tagen). Es wurden die beiden Variablen „erfolgreiches Passieren des Weidetors“ (nachfolgend „Weidegang“) sowie

„Zeitintervall in Minuten zwischen erfolgreichem Passieren des Weidetors und folgender Registrierung am Weidetor oder AMS“ (nachfolgend „Weidegangdauer“) geschaffen. Im Rahmen der weiteren Datenvalidierung wurden Ausreißer mit einer Weidegangdauer von > 879 min (=14,65 h) ausgeschlossen (95%-Quantil). Außerdem wurde der Tag 30.05.2017 komplett für alle Tiere verworfen, weil gehäuft (10 Tiere) Ausreißer vorkamen. Insgesamt wurden in 2017 1.769 und in 2019 1.718 Datensätze von der Auswertung ausgeschlossen. Anschließend lagen für die 44 Tiere in 2017 Daten für 124 bis 152 Tage von maximal 152 Tagen (in Summe 36.439 Datensätze) und für die 43 Tiere in 2019 Daten für 119 bis 153 Tage von maximal 153 Tagen (in Summe 29.139 Datensätze) vor. Danach wurde die „Anzahl Weidegänge“ (durch Zählen aller „Weidegänge“ pro Kuh und Tag) sowie die „tägliche Weidegangdauer“ (durch Aufsummieren aller „Weidegangdauern“ pro Kuh und Tag) berechnet. Die Auswertungen erfolgten auf Basis von Jahresmittelwerten je Tier der genannten Variablen („Anzahl Weidegänge“ und „tägliche Weidegangdauer“ pro Kuh und Tag). Die Jahre 2017 und 2019 wurden gemeinsam ausgewertet. Für die festen Effekte Laktationsnummer und Laktationstag wurden für eine gleichmäßige Verteilung Klassen gebildet (Tabelle 8).

Tabelle 8: Klasseneinteilung und Stichprobengröße (n = Anzahl Kühe*) für die Merkmale Laktationsnummer und Laktationstag

| Klasse (LnrcI) | Einteilung Laktationsnummer | n |
|-----------------------|------------------------------------|----------|
| 1 | 1. Laktation | 22 |
| 2 | 2. Laktation | 25 |
| 3 | 3. und 4. Laktation | 23 |
| 5 | 5. und mehr Laktationen | 17 |
| Klasse (LTGcl) | Einteilung Laktationstage | n |
| 1 | 1 bis 149 | 20 |
| 2 | 150 bis 199 | 16 |
| 3 | 200 bis 249 | 13 |
| 4 | 250 bis 299 | 18 |
| 5 | 300 und mehr | 20 |

* Kühe, die in 2017 und 2019 in die Auswertung einfließen, wurden doppelt gezählt

Um den signifikanten Einfluss von Laktationsnummer und Laktationstag auf die „Anzahl Weidegänge“ bzw. die „tägliche Weidegangdauer“ in den Beobachtungsintervallen zu untersuchen wurde eine Varianzanalyse mit den gemischten linearen Modellen

Mittelwert „Anzahl Weidegänge“ =

$LnrcI + LTGcl + Jahr / random\ Monat * Jahr / repeated\ Monat\ sub = StallNr * Jahr$

Mittelwert „tägliche Weidegangdauer“ =

$LnrcI + LTGcl + Jahr / random\ Monat * Jahr / repeated\ Monat\ sub = StallNr * Jahr$

durchgeführt. Anschließend erfolgte jeweils ein Mittelwertvergleich (Bonferroni-Korrektur). Die Voraussetzungen Normalverteilung und Homoskedastizität wurden über QQ-Plots der Residuen geprüft. Sie waren erfüllt. Tabelle 9 gibt die verwendeten Signifikanzniveaus zur Darstellung der Ergebnisse wieder.

Tabelle 9: Signifikanzniveaus

| p-Wert | Signifikanz |
|---------------|------------------------|
| > 0,1 | Nicht signifikant n.s. |
| ≤ 0,1 | Tendenz + |
| ≤ 0,05 | Signifikant * |
| ≤ 0,01 | Hoch signifikant ** |
| < 0,001 | Höchst signifikant *** |

Um einen etwaigen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen „Anzahl Weidegänge“ und „tägliche Weidegangdauer“ zu beschreiben, wurde ein Punkte-Diagramm erstellt, der Korrelationskoeffizient berechnet sowie eine Regressionsgleichung aufgestellt.

Die deskriptive Darstellung der Ergebnisse erfolgte auf Basis von Monatsmittelwerten je Tier der beiden Merkmale „Anzahl Weidegänge“ und „tägliche Weidegangdauer“ pro Kuh und Tag.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Datenerhebung auf Praxisbetrieben und Systembewertung

3.1.1. Betriebe und Leistungen

Tabelle 10 gibt zusammenfassend die Struktur und Milchleistungen der Projektbetriebe wieder, die in die Auswertungen einbezogen werden konnten (zwei Betriebe schieden wegen unzureichender Datengrundlage aus). Zwei Betriebe in Baden-Württemberg wirtschaften konventionell, alle anderen nach den Vorgaben des ökologischen Landbaues. In 15 Betrieben sind die Kühe hornlos, in den anderen mindestens zum Teil horntragend. Das vorherrschende Stallsystem ist der Liegeboxenlaufstall, zwei Betriebe in Baden-Württemberg besitzen einen Kompostierungsstall mit freier Liegefläche. Zusätzlich zum Weidegang ist auf neun Betrieben ein Laufhof für die Kühe vorhanden, davon ist einer ins Stallgebäude integriert, die übrigen außenliegend. Nach Abschluss der Untersuchung hat ein weiterer Betrieb einen Laufhof in Betrieb genommen.

Tabelle 10: Struktur und Milchleistung der untersuchten Milchviehbetriebe (n=25)

| | Mittelwert | Spanne von... bis... |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Kühe, Anzahl (30.09.2015) | 68 | 31 bis 192 |
| Milchleistung, kg(MLP 2015) | 6.827 | 4.557 bis 9.053 |
| Weidefläche für Kühe gesamt, ha | 7,7 | 1,0 bis 15,0 |
| Weidefläche je Kuh, ha | 0,12 | 0,02 bis 0,28 |

3.1.2. Systeme

24 der 25 Betriebe, deren AMS-Daten mindestens zum Teil ausgewertet werden konnten, besitzen eine Ein-Boxen-AMS-Anlage. Ein Betrieb mit einem Kuhbestand von 192 Kühen betreibt eine Drei-Boxen-Anlage mit einem Melkarm der Firma GEA. Unter den Einboxen-Anlagen befinden sich 12 Systeme der Firma DeLaval, 10 von Lely und je eines der Firmen GEA und Insentec/Happel. Die Melksysteme wurden zwischen den Jahren 2009 und 2016 in Betrieb genommen. In Tabelle 11 sind weitere Charakteristika der untersuchten Weide-AMS-Systeme enthalten.

Unter geblocktem Weidezugang wird das Aussperren der gesamten Herde auf die Weide verstanden, da vom jeweiligen Weidestück aufgrund eines Hindernisses (z.B. öffentlicher Weg, Straße) keine direkte Verbindung zum Stall besteht. Alle Betriebe füttern täglich Grundfutter im Stall zu. Auf 14 Betrieben kommt dabei eine Mischration (TMR), d.h. inklusive Kraffutterkomponenten zum Einsatz. Die vorherrschenden Weidesysteme sind Kurzrasen-, Umtriebs- und Portionsweide. Zwei Betriebe praktizieren Standweide. Die maximal eingesetzten Kraffuttermengen je Kuh und Tag betragen 4 bis 10 kg, eingesetzt über das AMS als Lockfutter und ggf. am Futtertisch (TMR). Vier Betriebe haben eine separate Kraffutterstation. Tabelle 12 beschreibt die Kennzahlen und Systeme aller Projektbetriebe im Detail.

Tabelle 11: Kennzeichen der Weide-AMS-Systeme in den untersuchten Milchviehbetrieben (n=25)

| System-Komponente | Anzahl Betriebe |
|---|------------------------|
| <u>AMS-Kuhverkehr</u> | |
| Frei | 19 ¹ |
| Feed First | 6 |
| <u>Tägliche Zugangsdauer zur Weide</u> | |
| Max. 5 Stunden | 12 |
| >5 bis 12 Stunden | 4 |
| >12 Stunden | 9 |
| <u>Steuerung Weidezugang</u> | |
| Frei | 14 ² |
| Selektiv (automatisiert) | 8 |
| Geblockt ³ | 5 ² |
| <u>Weide-Flächenwechsel</u> | |
| Nein | 11 |
| Ja | 14 |
| <u>Regelmäßige Krafftutternvorlage am Futtertisch</u> | |
| Nein | 8 |
| Ja | 17 |

¹ davon einer mit Vorselektion

² zwei Betriebe mit freiem und geblocktem Weidezugang, je nach genutztem Weideteilstück

³ Aussperren der gesamten Herde auf die Weide, da vom jeweiligen Weidestück aufgrund eines Hindernisses (z.B. öffentlicher Weg, Straße) keine direkte Verbindung zum Stall besteht.

Quelle: Eilers et al., 2017

Tabelle 12: Kennzahlen und Beschreibung der Systeme der Projektbetriebe

| AMS- und Weide-Systeme in Bayern und Baden-Württemberg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (Bühler, Landwehr, Ellers 2016) | | | | | | | | | | |
|--|-----------|--------------------|-------------|------------------|-------------|------------------------|---------------------------|----------|-----------------|----------------|--------------|-----|--------------------|------|---------------------|-------|-----------------------|-----|-------------------------|-----|------------------------------|-----|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| Betrieb Nr. | Verband | Anz. Kühe 30.09.15 | Horntragend | Anz. Stallplätze | Stallsystem | Laufhof m ² | Milchleistung kg MLP 2015 | AMS selb | AMS-Hersteller | AMS-Kuhverkehr | Melkfrequenz | | Milch kg/ T. u. T. | | Milch kg/Box u. Tag | | Melkungen/ Box u. Tag | | Technische Auslastung % | | Nachzehen Anz. Tiere täglich | | Weidesaison | Weidefläche für Kühe ha | Anz. Weide-Teilstücke | Weidefläche ha/Kuh | tägl. Zugangs- dauer Weide Std. Uhrzeit | Steuerung Weide- zugang | Selektion Weidezugang | Weide- system | Flächen- wechsel | Distanz Stall Weide m | GF-Zufütterung Ad lib / rationiert | GF-Komponenten | Vorlage Uhrzeit | GF-Vorlage getr./gem. | KF-Vorlage am Trog | max. KF kg/ T. u. T. |
| | | | | | | | | | | | So. | Wi. | So. | Wi. | So. | Wi. | So. | Wi. | So. | Wi. | So. | Wi. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | Bioland | 53 | nein | 55 | LB | - | 6.340 | 2011 | DeLaval | frei | 2,3 | 2,3 | 19,9 | 19,7 | 899 | 838 | 104 | 98 | 45 | 45 | 3-4 | 1 | Ende Apr.- Mitte Okt. | 6 (bis 15) | 3 (bis 1) | 0,28 | 6 08.00-14.00 | frei | - | Kurzrasen/Portion | ja | 20-100 | ad lib | Grün Heu | 14.00 | getrennt | - | 4,5 |
| B | Demeter | 65 | ja | 65 | LB | 55 | 5.670 | 2012 | DeLaval | frei | 2,0 | 2,1 | 20,5 | 15,4 | 1.043 | 729 | 103 | 101 | 62 | 59 | 8 | 2 | Apr.-Nov. | 4 08.00-12.00 | frei bzw. geblockt | - | Kurzrasen/Umtrieb | nein (ja) | 10-100 | ad lib | Grün Heu | 11.00 17.00 | getrennt | - | 4 | | | |
| C | Naturland | 53 | z.T. | 55 | TS/KO | - | 6.306 | 2013 | Lely | frei | 2,3 | 2,6 | 21,2 | 18,1 | 976 | 866 | 106 | 122 | 58 | 63 | 3-4 | 3-4 | Ende Apr.- Mitte Okt. | 4 08.00-12.00 | frei | - | Standweide | ja | 2 | ad lib (Silage) rat. (Grünfüt.) | Grün Gassil. Heu | 12.00 17.00 | gemischt | 08.00 17.30 getrennt | 6 | | | |
| D | konv. | 82 | nein | 89 | LB | - | 7.197 | 2006 | DeLaval | FeedFirst | 2,2 | 2,2 | 22,1 | 22,4 | 1.575 | 1.578 | 156 | 155 | 74 | 73 | 5-6 | 0 | Mitte Apr.- Mitte Nov. | 14 03.00-17.00 | Tor dezentral Stall | Milkanrecht > 2 Std. | Umtrieb | ja | 50 | ad lib | Grassil. Maissil. Heu | 08.00 u. 6 x autom. nachschieben | gemischt | 08.00 TMR | 9 | | | |
| E | Naturland | 51 | z.T. | 60 | LB | - | 4.576 | 2012 | Lely | frei | 2,4 | 2,6 | 14,4 | 15,2 | 716 | 687 | 117 | 115 | 65 | 57 | 1 | 0-1 | Mai-Okt. | 8,0 | 3 | 0,16 | 24 | Tor dezentral Stall | Milkanrecht >=70% | Kurzrasen/Portion | ja | 0 | ad lib | Grün Gassil. Maissil. Heu | 09.00 | gemischt | 09.00 TMR | 6 |
| F | konv. | 49 | z.T. | 48 | LB | - | 9.053 | 2011 | Lely | frei | 2,8 | 2,9 | 26,3 | 27,9 | 1.114 | 1.126 | 116 | 117 | 57 | 60 | 6 | 3-4 | Apr.-Ende Okt. | 8,0 | 2 (3) | 0,16 | 24 | AMS | Milkanrecht >=70% | Kurzrasen/Umtrieb | ja | 30 | ad lib | Grün Gassil. Maissil. Heu | 10.00 19.00 | gemischt | 10.00 TMR | 8 |
| G | k.A. | 69 | nein | 73 | LB | 200 | 5.416 | 2010 | GEA | frei | 2,2 | 2,0 | 16,9 | 18,4 | 960 | 1.092 | 117 | 117 | 64 | 71 | 10 | 10 | Mai-Okt. | 1,5 | 1 | 0,02 | 3 11.00-14.00 | frei | - | Kurzrasen | nein | 0 | ad lib | Grassil. Stroh | 16.00 | gemischt | 16.00 TMR | 7 |
| H | Bioland | 43 | nein | 80 | KO | - | 4.557 | 2014 | DeLaval | FeedFirst | 2,6 | | 16,8 | | 647 | | 101 | | 60 | | 0 | 0 | Apr.-Okt. | 12,0 | 1 | 0,28 | 24 | Tor zentral nach AMS | letzter Weidebesuch < 2 Std. | Kurzrasen | nein | 20 | ad lib | Grassil. Heu Maissil. | 07.00 | gemischt | 07.00 TMR | 8 |
| I | k.A. | 61 | nein | 68 | LB | 120 | 5.769 | 2013 | Lely | frei | 1,9 | 2,2 | 17,1 | 18,4 | 930 | 966 | 105 | 115 | 71 | 80 | 5-6 | 3-4 | Mai-Okt. | 9,0 | 3 | 0,15 | 5 07.00-12.00 | geblockt | - | Umtrieb | ja | 30-300 | ad lib | Grün Grassil. Heu | 06.00 12.00 | getrennt | - | 5,5 |
| K | k.A. | 87 | ja | 83 | LB | 90 | 6.367 | 2015 | DeLaval | FeedFirst | 2,2 | | 19,7 | | 1.450 | | 162 | | 77 | | 5 | 2 | Mai-Okt. | 10,0 | 3 | 0,12 | 12 06.00-18.00 | Tor dezentral Stall | Milkanrecht > 6,5/5,5 Std. | Umtrieb | ja | 0 | ad lib | Grün Grassil. Maissil. Heu | 18.00 | gemischt | 18.00 TMR | 8 |
| L | Demeter | 74 | ja | 80 | LB | ab 2016 | 7.270 | 2015 | Lely | frei | 2,5 | | 22,7 | | 1.452 | | 159 | | 73 | | 5 | 3 | Apr.-Okt. | 7,0 | 2 | 0,09 | 5 08.00-13.00 | frei (Weidestor ab 2017) | - | Kurzrasen/Umtrieb | ja | 0 | ad lib | Grün Heu | 13.00 17.00 | getrennt | 07.00 getrennt | 6 |
| M | Naturland | 51 | z.T. | 50 | LB | - | 8.775 | 2014 | Lely | frei | 2,7 | 2,9 | 25,8 | 27,5 | 1.215 | 1.279 | 128 | 133 | 55 | 54 | 6 | 4 | Mai-Nov. | 7,0 | 1 | 0,14 | 24 | frei | - | Kurzrasen | nein | 60 | rationiert | Grassil. Maissil. Heu | 09.00 | gemischt | 09.00 TMR | 9,5 |
| 1 | Bioland | 70 | nein | 88 | LB | - | 8.053 | 2015 | DeLaval | FeedFirst | 2,2 | 2,2 | 25,7 | 26,3 | 1.617 | 1.559 | 136 | 132 | 69 | 64 | 3 | 2-3 | Mai-Okt. | 1,5 | 1 | 0,02 | 3,5 08.00-11.30 | frei | - | Standweide | nein | 0 | ad lib | Grün Grassil. Heu | 10.00 | getrennt | 10.00 getrennt | 7 |
| 2 | Bioland | 192 | ja | 159 | LB | integr. 280 n.u. | 7.030 | 2012 | GEA | frei, Vorsel. | 2,2 | 2,2 | 22,8 | 21,4 | 3.250 | 2.962 | 309 | 301 | 191 | 190 | 30 | 25 | Apr.-Sept. | 11,0 | 3 | 0,06 | 4,5 13.30-18.00 | frei | - | Kurzrasen/Umtrieb | ja | 20 | ad lib | Grün Grassil. Maissil. Heu | 10.00 | gemischt | 10.00 TMR | 7,5 |
| 3 | Bioland | 65 | z.T. | 67 | LB | - | 6.400 | 2012 | Lely | frei | 2,3 | 2,5 | 18,3 | 17,8 | 908 | 827 | 112 | 114 | 72 | 67 | 4 | 3 | Juni-Sept. | 7,5 | 2 | 0,12 | 8 09.00-17.00 | frei | - | Portion | ja | 0 | ad lib | Grün Heu (Körnermais) | 07.00 16.30 | getrennt | - | 7 |
| 4 | Naturland | 68 | nein | 73 | LB | - | 6.178 | 2013 | DeLaval | FeedFirst | 2,6 | 2,6 | 20,9 | 20,7 | 1.225 | 1.309 | 155 | 164 | 70 | 76 | 0 | 1 | Mai-Nov. | 3,0 | 1 | 0,04 | 5 13.30-18.30 | frei | - | Kurzrasen | nein | 5 | rationiert | Grün Heu Stroh | alle 3 Std. | gemischt | alle 3 Std. TMR | 4,8 |
| 5 | k.A. | 45 | nein | 61 | LB | 100 | 6.271 | 2016 | DeLaval | frei | 2,8 | 2,6 | 23,7 | 22,7 | 854 | 877 | 100 | 101 | 63 | 68 | 1 | 1 | Mai-Nov. | 2,0 | 1 | 0,04 | 12,5 18.00-06.30 | frei | - | Standweide | nein | 10 | ad lib | Grün Grassil. Heu Kleie | 07.30 17.30 | getrennt | - (Kleie) | 6 |
| 6 | k.A. | 53 | ja | 56 | LB | 95 | 8.332 | 2012 | DeLaval | frei | 2,2 | 2,3 | 27,2 | 26,1 | 1.249 | 1.151 | 103 | 103 | 47 | 44 | 10 | 5 | Apr.-Nov. (nicht Juli/Aug.) | 13,0 | 1 | 0,25 | 5 07.00-12.00 | frei | - | Kurzrasen/Portion | ja | 10-300 | ad lib | Grün Grassil. Heu | 07.00 13.00 17.00 21.00 | gemischt | gelegentl. individuell | 9 |
| 7 | Naturland | 31 | nein | 40 | LB | - | 5.858 | 2015 | Lely | frei | 2,4 | 2,7 | 19,2 | 21,9 | 573 | 742 | 70 | 92 | 39 | 49 | 6 | 3 | Mai-Okt. | 8,0 | 3 | 0,26 | 4 08.00-12.00 | geblockt | - | Umtrieb | ja | 30-100 | ad lib | Grassil. Heu | n. Bedarf | getrennt | - | 6 |
| 8 | Naturland | 67 | nein | 77 | LB | - | 6.035 | 2014 | DeLaval | frei | 2,3 | 2,5 | 20,8 | 21,8 | 1.062 | 1.304 | 119 | 151 | 64 | 79 | 1 | 1 | Juni-Sept. | 6,0 | 1 | 0,09 | 3 bis 5 | geblockt | - | Standweide | nein | 20 | ad lib | Grassil. Heu | morgens | gemischt | TMR | 6 |
| 9 | Naturland | 56 | nein | 62 | LB | k.A. | 6.803 | 2010 | Insentec/Happel | frei | 2,6 | 2,6 | 21,5 | 20,5 | 958 | 896 | 117 | 114 | 77 | 80 | 5 | 5 | Apr.-Okt. | 3,2 | 1 | 0,06 | ganzt. (So.) 08.00-17.00 (Fr. u. He.) | Tor dezentral Stall | Milkanrecht > 1,5 Std. | Kurzrasen/Umtrieb | nein | 0 | ad lib | Grassil. Heu Stroh Luzerne | ca. 10x automatisch | gemischt | TMR | 6 |
| 12 | Bioland | 71 | nein | 72 | LB | - | 9.046 | 2009 | Lely | frei | 2,5 | 2,7 | 25,1 | 25,1 | 1.203 | 1.171 | 121 | 127 | 69 | 78 | 3 | 3 | März-Nov. | 10,0 | 3 | 0,14 | max. 3 11.00-14.00 | frei geblockt | - | Kurzrasen/Umtrieb | ja | 0-250 | ad lib | Grassil. Heu | 18.00 | gemischt | TMR | 9 |
| 13 | k.A. | 107 | nein | 110 | LB | 250 | 7.271 | 2011 | DeLaval | FeedFirst | 2,1 | 2,0 | 24,3 | 24,5 | 1.957 | 2.213 | 165 | 177 | 77 | 82 | 1 | 1 | Mai-Okt. | 7,0 | 2 | 0,07 | 24 | frei | - | Kurzrasen | nein | 0-300 | ad lib | Grün Grassil. Heu | unregelm. für 3 Mahlzeiten | gemischt | TMR | 7 |
| 14 | Naturland | 53 | nein | 65 | LB | - | 8.276 | 2012 | DeLaval | frei | 2,3 | 2,6 | 20,9 | 23,7 | 933 | 1.098 | 102 | 118 | 54 | 57 | 8 | 4 | Apr.-Okt. | 1,0 | 1 | 0,02 | 5,5 09.30-15.00 | AMS | Milkanrecht | Standweide | nein | 40-150 | ad lib | Grün Grassil. Maissil. Heu | 07.00 18.00 | gemischt | TMR | 4,5 + TMR |
| 15 | Bioland | 78 | nein | 96 | LB | 280 | 7.815 | 2016 | Lely | frei | 2,3 | 2,4 | 26,7 | 24,6 | 2.024 | 1.922 | 172 | 183 | 83 | 90 | 4-5 | 2-3 | Mai-Okt. | 20,0 | 1 | 0,26 | 24 | Tor dezentral Laufhof | Milkanrecht >3-4 Std. | Portion | ja | 3-500 | ad lib | Grün Grassil. Heu | 09.00 18.00 | getrennt | - | 10 |

3.1.3. AMS-Parameter und Saisoneffekt

Tabelle 13 gibt wichtige AMS-Parameter im Mittel der Projektbetriebe wieder (ohne Betrieb mit Drei-Boxen-Anlage).

Tabelle 13: Ausgewählte AMS-Parameter in den untersuchten Milchviehbetrieben (Merz 2016 ergänzt)

| Parameter | Mittelwert in den Betrieben (n=24) | Spanne (Saisonwerte, vgl. Tab. 12) |
|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Milchmenge/Box und Tag, kg | 1.044 | 647 bis 2.213 |
| Melkungen/Kuh und Tag, Anzahl | 2,5 | 1,9 bis 2,9 |
| Milchmenge/Kuh und Tag, kg | 21,5 | 14,4 bis 27,9 |
| Technische Auslastung, % | 66 | 39 bis 90 |
| Melkende Kühe, Anzahl | 48 | 31 bis 107* |

* Kühe gesamt (nicht nur melkend)

Tabelle 14: Signifikante Unterschiede der Zielvariablen zwischen Weide- und Stallsaison (Merz 2016)

| Parameter | Weidesaison | Stallsaison | Differenz Weide-Stall (%) |
|-------------------------------|-------------|-------------|---------------------------|
| Milchmenge/Box und Tag, kg | 1.036 | 1.010 | + 2,49 |
| Technische Auslastung, % | 61 | 64 | -3,98 |
| Melkungen/Kuh und Tag, Anzahl | 2,46 | 2,5 | - 1,6 |
| Milchmenge/Kuh und Tag, kg | 21,3 | 20,7 | + 3,1 |

Die Weidesaison wirkte sich im Vergleich zur Stallsaison positiv auf die Milchmenge je Melkstation und Tag sowie auf die Milchmenge je Kuh und Tag aus (Tabelle 14). Auch Häusler et al. (2019) haben bei einem Vergleich von reiner Stallhaltung und täglich 6-stündigem Weidegang eine höhere Milchleistung für die Weidegruppe beobachtet. Während der 168 Tage dauernden Weideperiode hatte die Weidegruppe eine durchschnittliche energiekorrigierte (ECM) tägliche Milchleistung von 22,5 kg gegenüber 18,2 kg der Stallgruppe. Außerdem verlief die Laktationskurve der Weidegruppe deutlich flacher. Daraus resultierte im Verlauf der Weidezeit eine signifikant höhere Milchleistung der Weidegruppe (3.756 vs. 2.975 kg ECM). Pérez-Ramírez et al. (2009) haben für eine Kuh-Gruppe mit 22 Stunden täglichem Weidegang ebenfalls eine um 1,3 kg höhere tägliche Milchleistung im Vergleich zu restriktivem Weidegang erhoben. In dieser Untersuchung gab es hingegen keinen Unterschied in der Milchleistung zwischen den Gruppen mit restriktivem Weidegang: täglich neun Stunden Weidegang bzw. zweimal 2,75 Stunden nach jeder Melkzeit.

Die statistische Analyse ergab für alle AMS-Parameter in Tabelle 14 einen signifikanten Effekt der Saison. Jedoch konnte für keinen der untersuchten vier Weideparameter (Zugang/Selektion, Weidesystem, Weidefläche je Kuh und tägliche Weidezugangsdauer) ein signifikanter Einfluss auf die Kennzahlen des AMS festgestellt werden. Ein Zugewinn an Information wurde im Modell auf die Zielvariable Anzahl Melkungen je Kuh und Tag durch die tägliche Weidezugangsdauer und das Weidesystem gefunden. Somit führten eine zunehmende Weidezugangsdauer und die Weidesysteme Kurzrasen-/Joggingweide (im Vergleich zu Umtriebs-/Portionsweide) zu mehr Melkungen je Kuh und Tag (Merz 2016).

Die Mittelwerte der AMS-Parameter in den Tabellen 13 und 14 kamen durch relativ große Bandbreiten auf einzelbetrieblicher Ebene zustande. Diese sind unter anderem durch die großen Unterschiede in der Struktur und Milchleistung (Tabelle 11) sowie der Umsetzung des AMS-Weide-Systems (Tabelle 12) bedingt. Zum Beispiel wurden technische Auslastungen des AMS während der Weidesaison zwischen 39% und 83% gefunden.

3.1.4. Bewertung von Ökologie und Ökonomie (Nutzwertanalyse)

Tabelle 15 zeigt die Reihung der 12 ausgewerteten Betriebe hinsichtlich der Kriterien des ökologischen Landbaus und der Ökonomie. Details zur Umsetzung der AMS-Weide-Systeme in den einzelnen Betrieben sind Tabelle 12 zu entnehmen.

Tabelle 15: Rangfolgen der untersuchten Betriebe nach Bewertung in Kriterien der Ökologie und Ökonomie (nach Merz 2016)

| Betrieb | L | A | E | I | C | F* | H | G | D* | K | B | M |
|--------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rangfolge Ökologie | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 6 | 6 | 8 | 9 | 9 | 11 | 12 |
| Rangfolge Ökonomie | 4 | 10 | 11 | 7 | 8 | 3 | 12 | 6 | 1 | 2 | 9 | 5 |
| Rangsumme | 5 | 12 | 14 | 11 | 12 | 9 | 18 | 14 | 10 | 11 | 20 | 17 |

* Konventionelle Wirtschaftsweise

Die ökonomische Bewertung des Systems AMS und Weidegang erfolgte in zwei Stufen. Einerseits wurde ein Vergleich zwischen einem AMS und einem konventionellen Melkstand durchgeführt, andererseits wurde die mögliche Kostenersparnis durch das Weidefutter berechnet.

Die kalkulierten Kosten für die Melktechnik inklusive Arbeitskosten für das AMS bewegten sich im Mittel der untersuchten Betriebe auf Grundlage der erzeugten Jahresmilchmenge bei 10 ct und für den Melkstand bei 7 ct je kg Milch. Die Spanne lag zwischen 19 ct und 6 ct beim AMS sowie zwischen 13 ct bzw. 4 ct beim Melkstand. Bezüglich der Futterkosten wurde durch Weidegang eine Kostenersparnis von 1 ct je kg Milch gegenüber ganzjähriger Stallfütterung ermittelt. Bei Addition der beiden Kostenkomponenten (Melksystem und Futter), konnten lediglich die Betriebe mit relativ hoher Milchleistung und dadurch niedrigen Kosten für die Melktechnik die Mehrkosten für das AMS durch die Ersparnis durch Weidegang ausgleichen. Dieses Ziel erreichten die Betriebe D und K. In Abbildung 1 sind die Betriebe aufsteigend nach jährlicher Milcherzeugung sortiert. Das heißt, dass Betrieb D die höchste, Betrieb H die niedrigste Jahresmilchmenge erzielte. Deutlich zu sehen ist die Kostendegression für das Melksystem mit steigender Milchleistung. Das Niveau der Kosteneinsparung durch den Weidegang dagegen verläuft nicht nach einem solchen Schema, sondern ist für jeden Betrieb individuell. Außer den Betrieben D und K konnte kein Betrieb die höheren Kosten des AMS durch den Weidegang ausgleichen. Allerdings verringerte sich diese Differenz der Systeme unter Berücksichtigung des Weidegangs für alle Betriebe (Merz 2016).

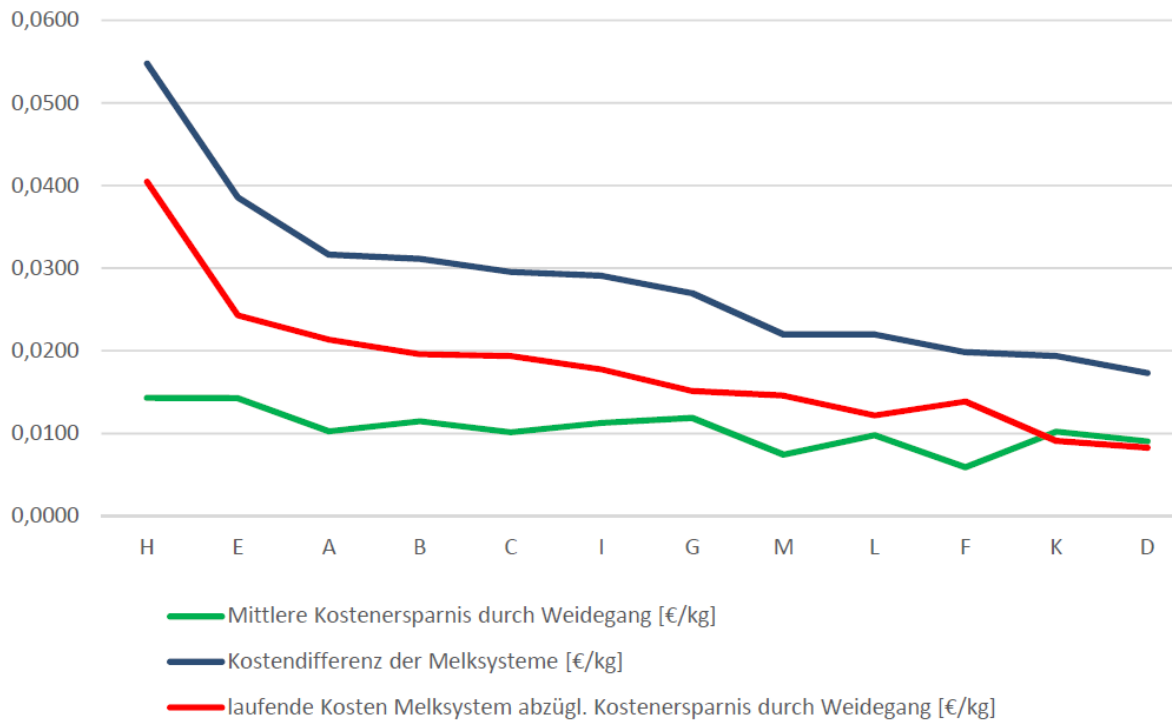


Abbildung 1: Kalkulierte Kostenersparnis durch Weidegang und Mehrkosten durch AMS in den baden-württembergischen Projektbetrieben (Merz 2016).

Der Demeter-Betrieb L schneidet unter dem Aspekt ökologischer Landbau und insgesamt am besten ab während der konventionell wirtschaftende Betrieb D in der vorgenommen ökonomischen Betrachtung der Beste ist. Details zu diesen beiden Betrieben sind im folgenden Kapitel (3.2. Best Practice-Beispiele) beschrieben.

Aus der vorliegenden Status-Quo-Analyse von 25 milcherzeugenden Betrieben in Bayern und Baden-Württemberg mit Weidegang und automatischem Melksystem zeigt, daß es den meisten Betrieben nicht gelingt, das AMS nach konventionellen Gesichtspunkten auszulasten. Die Ursachen dafür liegen in einem geringeren Milchleistungsniveau sowie einem kleineren Milchkuhbestand. Der Weidegang an sich führt in diesen Betrieben im Mittel zwar zu einer geringfügig geringeren technischen Auslastung, allerdings erhöht sich die Milchleistung und somit die Menge an ermolkenen Milch je Melkstation und Tag gegenüber der Stallperiode. Ursache dafür könnte grundsätzlich eine Aufwertung des Grundfutters durch das Weidegras oder auch ein saisonal bedingter Unterschied im Laktationsstadium sein. Dadurch trägt der Weidegang nicht zu ökonomischen Nachteilen im Mittel der Betriebe bei. Die kalkulatorisch festgestellten ökonomischen Vorteile eines hohen Weidegrasanteiles in der Futterration wurden konkret unter den Bedingungen eines stallbasierten AMS durch Brocard et al. (2015) bestätigt.

Hinweise für die erfolgreiche Gestaltung der Systeme geben auch Philipsen et al. (2015). Sie beschreiben fünf Konzepte mit unterschiedlichem Ausmaß an täglichem Weidegang und entsprechendem Anteil des Weidegrases an der täglichen Futterration hinsichtlich jeweils geeignetem Weidesystem und –management, Kuhverkehr, AMS-Einstellungen sowie Fütterungsmanagement.

3.2. Best Practice-Beispiele

Als „Best Practice“- Beispiele eignen sich für die vorliegende Thematik am ehesten Betriebe und Systeme, die mit der Kombination von AMS und Weidegang das Potenzial haben, gleichermaßen die Ziele des ökologischen Landbaues und der Ökonomie zu erfüllen. Eilers (2017) hat auf Grundlage der untersuchten Betriebe Eckpunkte dazu formuliert:

- Milchleistung 7.000 kg
- Durchschnittliches Tagesgemelk 23 kg
- Laktationsspitze max. 30 kg
- Max. 10 dt Krafffutter je Kuh und Jahr
- Max. 7 kg Krafffutter je Kuh und Tag
- Aktive Tierselektion nach dem Melken auf die Weide
- Mind. 5, besser mind. 8 bis 10 Stunden tägliche Weidedauer
- Mind. 0,06, besser mind. 0,12 ha Weidefläche je Kuh
- Portionsweide/rotierende Standweide (möglichst täglich neue Parzelle/Portion)
- Zufütterung entsprechend des Weideanteiles in der Ration in festem Tagesrhythmus.

Aus der untersuchten Stichprobe entsprachen diesen Eckpunkten am ehesten die Betriebe D und L in Baden-Württemberg sowie 3 und 9 in Bayern. Deren Weide-AMS-Systeme sind mit ausgewählten Kennzeichen in Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 16: Weide-AMS-Systemkennzeichen ausgewählter Betriebe im Jahr 2016

| Betrieb Nr. | Technische Auslastung AMS % | | Anz. Kühe 30.09.15 | Milchleistung kg MLP 2015 | AMS-Kuhverkehr | Weidefläche ha/Kuh | tägl. Zugangs-dauer Weide Std. Uhrzeit | Steuerung Weide-zugang | Weide-system | Flächen-wechsel | Vorlage Uhrzeit | max. KF kg/ T. u. T. |
|-------------|-----------------------------|-----|--------------------|---------------------------|----------------|--------------------|---|-------------------------------|-----------------------|-----------------|---|----------------------|
| | So. | Wi. | | | | | | | | | | |
| D | 74 | 73 | 82 | 7.197 | FeedFirst | 0,06 | 14 03.00-17.00 | Tor dezentral Stall | Umtrieb | ja | 08.00 u. 6x autom. nach- schieben | 9 |
| L | 73 | | 74 | 7.270 | frei | 0,09 | 5 08.00-13.00 | frei (Weidetor ab 2017) | Kurzrasen/ Umtrieb | ja | 13.00 17.00 | 6 |
| 3 | 72 | 67 | 65 | 6.400 | frei | 0,12 | 8 09.00-17.00 | frei | Portion | ja | 07.00 16.30 | 7 |
| 9 | 77 | 80 | 56 | 6.803 | frei | 0,06 | ganzt. (So.) 08.00-17.00 (Fi. u. He.) | Tor dezentral Stall | Kurzrasen/ Umtrieb | nein | ca. 10x automatisch | 6 |

FF: Feed First, KF: Krafffutter

Die Rangsumme in Tabelle 15 macht deutlich, dass Betrieb L (Rangsumme 5) und den beiden konventionell wirtschaftenden Betrieben F (9) und D (10) die Kombination aus Ökonomie und Ökologie am ehesten gelingt. Die Systeme der baden-württembergischen Betriebe L und D werden im Folgenden näher beschrieben.

3.2.1. Betrieb L

Betrieb L liegt im Landkreis Ravensburg. Er wird im Haupterwerb mit dem Produktionsschwerpunkt Milchviehhaltung geführt und gehört dem Demeter-Verband an. Der Hof wird als GbR mit 2,5 Arbeitskräften bewirtschaftet. Die landwirtschaftliche Nutzfläche des Betriebs umfasst 65 ha, wovon 3,7 ha aus Ackerland und 60 ha aus Grünland bestehen. Der Standort weist eine mittlere Lufttemperatur von 6,8 °C auf. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge beträgt

1.061 mm bei einer Höhenlage von 690 m über NN. Der Milchviehbestand umfasst 82 horntragende Kühe (Stand 2018) der Rasse Deutsches Braunvieh. Die jährliche Durchschnittsleistung je Kuh beträgt rund 6.700 kg Milch. Die Kälberaufzucht erfolgt muttergebunden. Der Betrieb ist Mitglied der Erzeugergemeinschaft „Demeter HeuMilch Bauern“ (Geier 2018, Beigel 2020, korrigiert und ergänzt).

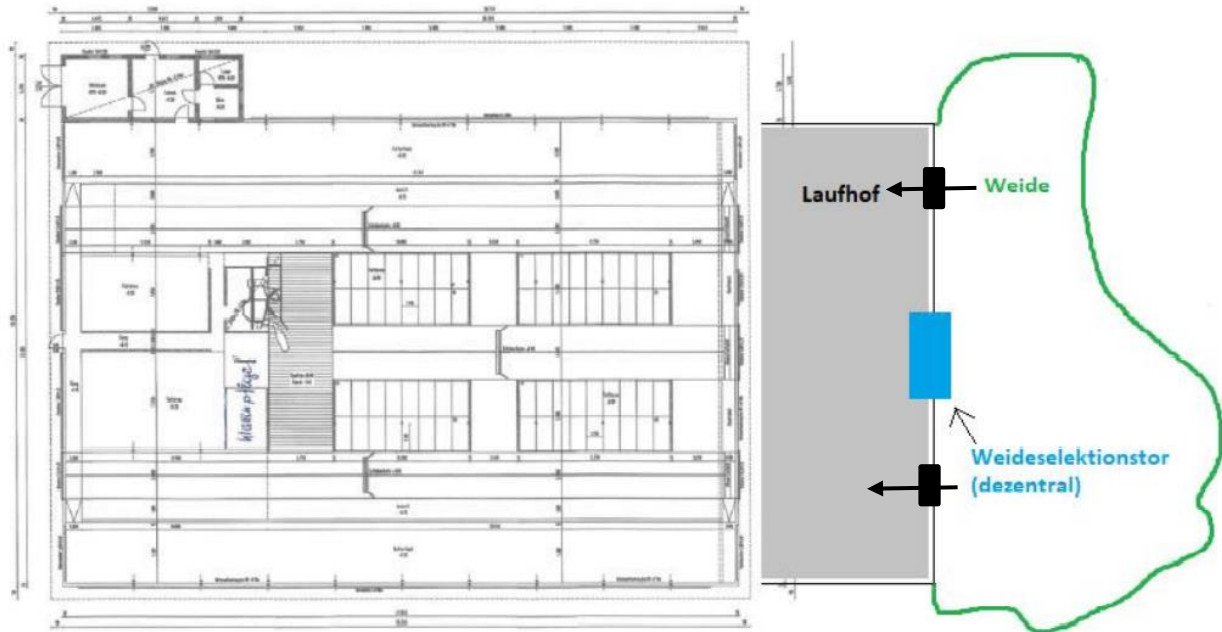


Abbildung 2: Stallgrundriss mit Laufhof, Weideselektionstor und Weidefläche des Betriebs L (Maier 2018, ergänzt).

Stall

Der vierreihige Milchvieh-Boxenlaufstall wurde im Jahr 2014 fertiggestellt und bezogen. Zwei außenliegende Futtertische sorgen für ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1,3. Die Fressplätze sind gegenüber dem planbefestigten Laufgang insgesamt angehoben. Der Kuhverkehr zum Melken ist frei. An der Rückseite des AMS gliedern sich Strohboxen zum Abkalben und für die muttergebundene Kälberaufzucht an. An der dem AMS gegenüberliegenden Stirnseite des Stalls liegt der Laufhof, welcher für die Kühe ganzjährig zur Verfügung steht. Im Laufhof befindet sich das Weide-Selektionstor sowie links und rechts davon zwei Einwegtore (schwarz), die den Kühen jederzeit von der Weide Zugang in den Stall erlauben.

AMS und Krafftutter

Am AMS bekommen die Kühe Krafftutter als Lockmittel. Im Durchschnitt erhalten sie 2 kg Grascobs und 1 kg Krafftutter über den Tag verteilt. In den ersten 50 Laktationstagen bekommen sie unabhängig von der Milchleistung jeweils 2 kg Getreide und Grascobs je Kuh und Tag. Mit abnehmender Milchleistung wird die angebotene Krafftuttermenge am AMS reduziert. Am Ende der Laktation werden nur noch 0,5 kg Grascobs zugeteilt. Das reicht, um die Tiere zum Melken ins AMS zu locken. Der Krafftutteraufwand je Kuh und Jahr beträgt 350 kg zuzüglich Grascobs. Bei dem Krafftutter handelt es sich um das Bio-Krafftutter Meika 14/4. Tabelle 17 gibt die AMS-Einstellungen hinsichtlich der Melkberechtigung wieder.

Tabelle 17: Einstellungen zur Melkberechtigung in Betrieb L (Saur 2018)

| Einstellungen | 1 | 2 | 3 |
|---|------|-------|----------------|
| Maximale Anzahl an Melkungen pro Tag | 4,0 | 4,0 | 3,0 |
| Optimaler Milchertrag pro Melkung [in kg] | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Minimale Anzahl von Melkung pro Tag | 3,0 | 2,5 | 2,0 |
| Laktationstage | 0-30 | ab 31 | Letzte 20 Tage |

Weide und Weidegang

Die angrenzende Weidefläche umfasst 7,5 ha und war für die Kühe während der Datenerhebung vollständig zugänglich. Die Weidesaison dauert von April bis November. Die Weide wird zunächst als Kurzrasenweide und im späteren Verlauf als Umtriebsweide mit zwei Schlägen betrieben. Bei großem Weidegrasangebot (Mai und Juni) werden morgens alle Kühe ausgetrieben, um 11 Uhr kommen sie wieder rein (Frischgrasvorlage siehe unten). Anschließend erfolgt der Weidezugang über das Weide-Selektionstor (siehe unten).

Auf der Weidefläche besteht kein Wasserangebot, so dass die Kühe zur Wasseraufnahme in den Stall müssen.

Das Weide-Selektionstor wurde im Juni 2017 in Betrieb genommen. Die Kühe können das Tor in Richtung Weide passieren, wenn von der Zwischenmelkzeit maximal 35 % abgelaufen sind. Außerdem wird das Tor von 5 bis 8 Uhr für fast alle Kühe gesperrt, um die Stallarbeit durchzuführen, Tiere zu kontrollieren und den Nachtreibeaufwand zu reduzieren. Kühe bei denen das Melkintervall überzogen war, wurden laut Angaben des Landwirts nach 12 bis 15 Stunden nachgetrieben (Saur 2018, geändert). Vor Inbetriebnahme des Weidetors mussten bei täglich 20 Stunden Weidezugang abends häufig etwa 25 Tiere zum Melken nachgetrieben werden. Durch das Weidetor konnte dieser Aufwand auf 6 bis 8 Kühe reduziert werden (Geier 2018, verändert, ergänzt).

Zufütterung

In den Winterzeiträumen bekommen die Kühe Heu ad libitum am Futtertisch. In den Sommerzeiträumen wird im Stall morgens Heu und zweimal täglich frisches Gras vorgelegt, um 11 und um 17 Uhr. Das Gras wird zwischen 5 und 6 sowie um 8 und 15 Uhr nachgeschoben. Des Weiteren bekommen die Kühe sowohl im Winter als auch im Sommer morgens 1,5 kg Grascobs am Futtertisch und werden eingesperrt. Im Sommer dient das als Lockfutter für die Kühe, um von der Weide in den Stall zu kommen. Dadurch müssen so gut wie keine Kühe von der Weide nachgetrieben werden.

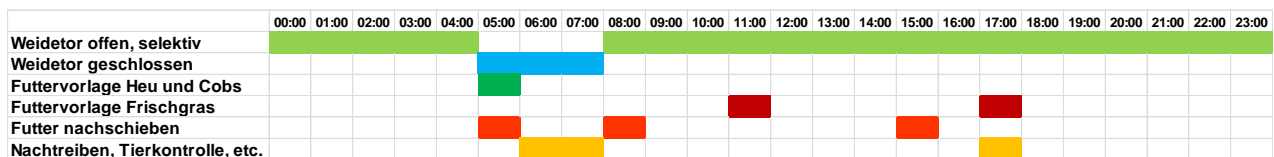


Abbildung 3: Management-Maßnahmen im Tagesablauf in Betrieb L.

Auf folgende Punkte legt der Betriebsleiter für die Kombination von AMS und Weide besonderen Wert:

- Bereits bei der Stallplanung wurde darauf geachtet, dass die Tiere viel Platz durch breite Laufgänge haben, um vor ranghohen Tieren ausweichen und alle Funktionsbereiche stressfrei erreichen zu können. Entsprechend sind die Fressgänge 340 cm breit zuzüglich 160 cm angehobener Fressplatz. Der mittlere Laufgang zwischen den Liegeboxen ist mit 400 cm ebenfalls großzügig bemessen. Das nutzbare Platzangebot je Tierplatz beträgt für die laktierenden Kühe 12,3 m². Außerdem gibt es keine Sackgassen in dem Stall. Die Abkalbebox hat eine direkte Anbindung zum AMS.
- Der Aufwuchs wird regelmäßig beobachtet. Die Weidesaison beginnt mit Kurzrasenweide und wird abhängig vom Aufwuchs auf eine Umtriebsweide umgestellt. Ist viel Aufwuchs vorhanden, lässt er morgens alle Kühe bis 11 Uhr auf die Weide. So stellt der Landwirt sicher, dass ausreichend Futter für die Tiere vorhanden ist und dieses gleichmäßig abgefressen wird.
- Durch die Investition in ein Weidetor kann der Nachtreibeaufwand verringert werden. Vor Einbau des Weidetors waren am Abend etwa 30% der Tiere auf der Warteliste und mussten nachgetrieben werden. Durch das Weidetor kann dies verhindert werden.
- Als wichtig wird auch die regelmäßige Tierkontrolle angesehen. Sie sollte zu einem festen Termin erfolgen. Der Landwirt führt Sie morgens und abends während der Fütterung durch. Um keine Tiere nachtreiben zu müssen füttert er am Futtertisch Grascobs. Als Grundlage der Tierkontrolle werden die Roboterdaten zur Hilfe genommen (nach Geier 2018, ergänzt).

3.2.2. Betrieb D

Betrieb D liegt ebenfalls im Landkreis Ravensburg, in Oberschwaben am Übergang zum Westallgäu. Der Standort ist wie folgt charakterisiert: Parabraunerde, sandiger Lehm, 720 m ü. NN im Mittel 1.090 mm Niederschlag und mittlere Jahrestemperatur 9,4 °C.

Der Betrieb wird konventionell im Haupterwerb bewirtschaftet. Es wird Milchviehhaltung mit eigener Nachzucht betrieben. Die landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt 98 ha. 48 ha davon sind Ackerland mit den Hauptkulturen Silomais, Wintergerste, Winterweizen, Winterraps. Hinzu kommen 50 ha Dauergrünland wovon 8 ha als arrundierte Weidefläche direkt hinter dem Stallgebäude genutzt werden. Der Bestand umfasst 82 Milchkühe plus Nachzucht. Es handelt sich um die Rasse Deutsches Braunvieh. Die mittlere jährliche Milchleistung beträgt rund 7.200 kg je Kuh. Die komplette Herde ist hornlos. Die Arbeitskräfteausstattung beträgt 2 AK und besteht aus dem Betriebsleiter und einem/er Auszubildenden.

Betrieb D weist mit rund 590.000 kg die höchste Jahresmilcherzeugung der baden-württembergischen Projektbetriebe auf (vgl. Abb. 1).

Stall

Der ehemalige Anbindestall des Gutshofes wurde im Jahr 2006 weitgehend modernisiert und zu einem Boxenlaufstall mit AMS der Firma DeLaval umfunktioniert. Der Hauptfuttertisch ist außenliegend und in Richtung des Innenhofes ausgerichtet. Er besitzt 72 Fressplätze. Die Aufstallung besteht aus vier Liegeboxenreihen mit insgesamt 81 Liegeboxen. Der Kuhverkehr für das Melken ist als Feed First-System angelegt. Für die Frischmelker steht eine Strohbucht mit 50 m², separater Futterachse und 10 Fressplätzen zur Verfügung. Die Kühe in diesem Bereich haben freien Zugang zum AMS und werden nach dem Melken in ihre Bucht zurückselektiert. Auf der

hofabgewandten Seite grenzen direkt zum Stall die hofeigenen Weideflächen an. Sowohl die Trockenstehergruppe als auch die laktierende Hauptherde haben die Möglichkeit die Weide zu nutzen. Der gelenkte Kuhverkehr mit Feed First, dem Rücktrieb vom Futtertisch auf die Drei-Wege-Selektion sowie ein weiteres gesteuertes Weide-Selektionstor am Stallausgang ermöglichen dem Betrieb, die Weide sowie die AMS-Auslastung relativ gut zu steuern.

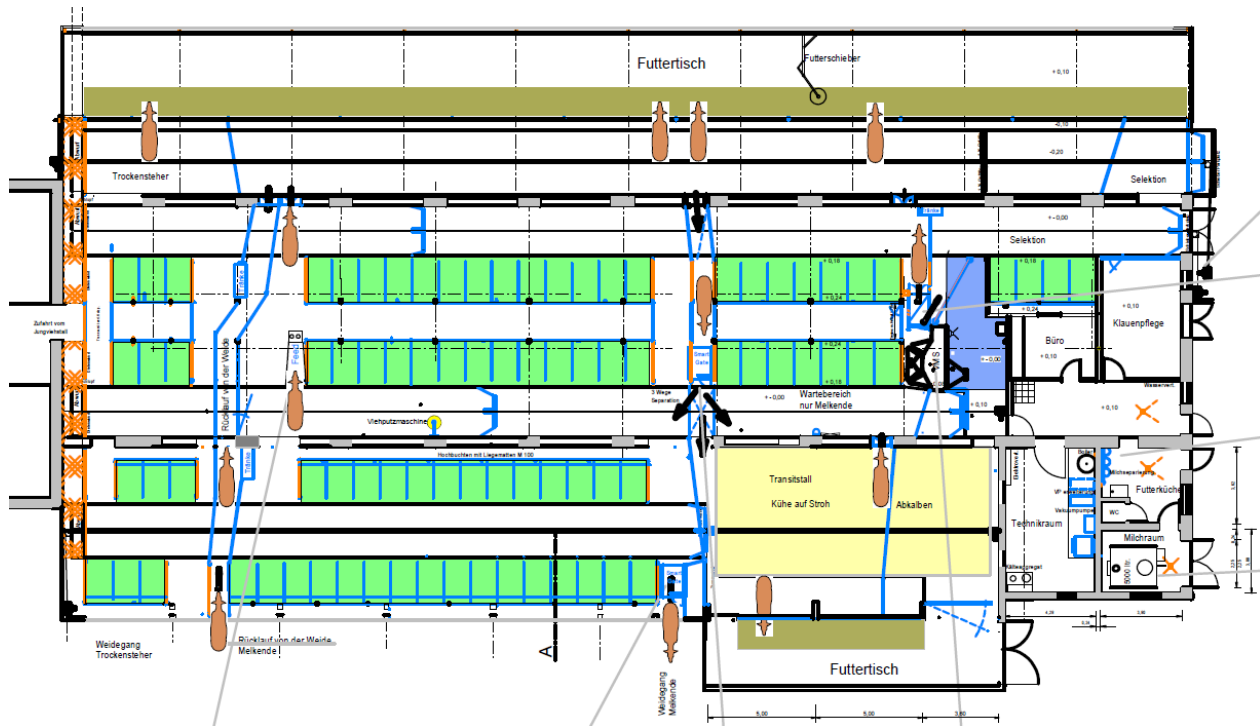


Abbildung 4: Stallgrundriss von Betrieb D (Quelle: DeLaval).

AMS und Kraftfutter

Bei den im AMS hinterlegten Zwischenmelkzeiten trifft der Betriebsleiter vor allem Unterscheidungen in der Herde zwischen Erstkalbskühen, dem Laktationsstadium und dem Alter der Kuh. So ist insbesondere bei Erstkalbskühen und frisch laktierenden Kühen die Zwischenmelkzeit geringer damit sie öfters den Roboter aufsuchen können. Durch die morgendliche Fütterung lassen sich im Anschluss daran gewisse Stoßzeiten im Melkroboter erkennen. Nach der Fütterung kommt es demnach nicht selten vor, dass 6 bis 8 Kühe im Vorwartebereich des Melkroboters stehen und auf den Melkzugang warten. Bei genauer Betrachtung der Kühe wurde festgestellt, dass nicht alle ein optimales Euter für ein Robotersystem vorweisen. Dennoch liegt der Anteil der missglückten Anrüstversuche, dass eine Kuh aus dem Roboter geschickt wird und eine Fehlermeldung verzeichnet wird, bei unter einem Tier pro Monat. Mit 1.578 kg Milch pro Box und Tag erfüllt der Betrieb die anzustrebende Milchmenge zwischen 1.500 kg und 1.700 kg Milch pro Box und Tag, um unter konventionellen Bedingungen wirtschaftlich profitabel zu melken.

Für die Eingewöhnung hochtragender Färsen hat der Landwirt eine spezielle Strategie entwickelt, um einen möglichst reibungslosen Ablauf im Melkvorgang nach dem Abkalben sicherzustellen. Zwei Wochen vor der Abkalbung werden die hochtragenden Rinder in den Transitstall umgestellt. Dieser Stallbereich mit Stroheinstreu befindet sich direkt neben der Hauptherde. Um die Färsen an die anderen Kühe zu gewöhnen und um sie nach der Abkalbung leichter in die Gruppe zu integrieren, werden die Tiere vom Transitbereich durch die Melkbox zum Futtertisch getrieben. Dort

können sie gemeinsam mit der Hauptgruppe fressen. Beim Rücklauf vom Futtertisch werden die Färsen anschließend über ein 3 Wege Selektionstor in den Transitbereich geleitet. Durch diese Vorbereitung dauert eine Angewöhnung der Färsen an das Melksystem in der Regel nicht länger als 5 Tage.

Die tierindividuelle Krafftutterzuteilung für die Milchkühe erfolgt an drei verschiedenen Orten. 50% der KF-Ration erhalten die Tiere über eine TMR am Futtertisch. Die anderen 50% erhalten die Kühe in der Melkbox sowie an einer Krafftutterabrufstation. Die Aufteilung des Krafftutters auf Melkbox und KF-Automat errechnet das AMS-System selbstständig. Wenn eine Kuh fertig mit dem Melkvorgang ist, allerdings noch nicht die vorgesehene Krafftuttermenge gefressen hat, wird die noch ausstehende Menge dem Tier zu einer späteren Zeit im KF-Automat hinzugerechnet. Fester Bestandteil der Ration in der Melkbox ist ganzjährig 1 kg Grascobs pro Kuh und Tag. Die restlichen 4 kg KF setzen sich aus Maiscobs und einem Getreide-Eiweißmix zusammen. Durch die Zugabe der Maiscobs in die KF-Ration hat der Betriebsleiter eine signifikante Steigerung in der Milchleistung feststellen können. Ein tierindividuelles Krafftutterzuteilungsmuster wird monatlich anhand von LKV-Krafftutterempfehlungen und je nach Stand der Trächtigkeit vom Betriebsleiter angepasst.

Weide und Weidegang

Durch die Aufteilung seiner 5 ha großen Weidefläche in zwei gleichgroße Teilstücke von etwa 2,5 ha ergibt sich eine Weidefläche je Kuh von 0,03 bzw. 0,06 ha. Als Weidesystem wird die Umtriebsweide auf den beiden Teilstücken betrieben. Die trockenstehenden Kühe können beliebig ohne Selektion zwischen Stall und Weide wechseln. Die laktierenden Kühe können mittels eines Weide-Selektionstors die Weide begehen. Ob der Kuh ein Zutritt zur Weide gewährt wird, hängt davon ab, ob sie ein Melkanrecht besitzt oder nicht. Jeweils zwei Stunden bevor das Melkanrecht in Kraft tritt, erhalten die Tiere keinen Zugang mehr zur Weide und das Weide-Selektionstor wird geblockt. Das Melkanrecht variiert bei jedem Einzeltier zwischen 6,5 bis 8 Stunden. Zusätzlich hat der Betriebsleiter eine Sperrung des Weidezugangs zwischen 17.00 Uhr und 20.00 Uhr im System hinterlegt. In dieser Zeit sollen die Tiere im Stall bleiben oder, falls sich noch vereinzelt welche auf der Umtriebsweide befinden, in den Stall zurückkehren. Insbesondere überfällige Kühe, die ihr Melkanrecht nicht wahrgenommen haben, sollen so in Richtung Roboter geführt werden. Je nach Witterung und Saison variiert der Betriebsleiter die Sperrzeiten des Weidetors. Bei einer länger anhalten Regenperiode kann es auch vorkommen, dass das Tor über mehrere Tage gesperrt bleibt. Die Triebwege aus dem Stall auf die Weide bestehen ausschließlich aus Wiese und Naturboden. Für eine ausreichende Wasserversorgung auf der Weide wird durch ein Tränkefass gesorgt. Es wird analog zum Weideumtrieb mit den Tieren auf das neue Weidestück umgestellt. Der Betriebsleiter hat festgestellt, dass eine etwas weitere Entfernung des Tränkefasses vom Stall die Tiere eher animiert, die gesamte Weidefläche abzugrasen. Als Hauptbeweggründe für den Weidegang nennt der Betriebsleiter vor allem eine Entlastung des Stalls, eine verbesserte Fruchtbarkeit und eine bessere Klauengesundheit. Ebenfalls wurde betont, dass der Weidegang bereits seit mehreren Generationen auf diesem Betrieb praktiziert wird und aus der Tradition und der persönlichen Einstellung heraus Kühe einen Weidezugang bekommen.

Zufütterung

Der Weideanteil an der gesamten Futterration beträgt über die gesamte Saison 10 bis 20%. Die Tiere erhalten ganzjährig eine angepasste Totalmischration aus Gras-/Kleegrassilage, Maissilage, Heu, Stroh und Krafftutter. Diese wird während der Weidesaison und entsprechend dem

Rohproteinangebot der Weide angepasst. Für die laktierende Milchviehherde von 82 Kühen und einige hochtragende Rinder werden im Winter circa 90 Futterportionen am Futtertisch vorgelegt. Diese Anzahl wird während der Weidesaison auf circa 80 Futterportionen herabgesetzt. Wenn der Aufwuchs der Weide zu gering ist oder zu viel Futter am Futtertisch bis zur nächsten Futtervorlage liegen bleibt, werden die Futterportionen angepasst. Das TMR Futter wird einmal täglich um 8 Uhr zubereitet und mit einem Futtermischwagen gefüttert. Ein hydraulischer Futterschieber sorgt sechs Mal pro Tag dafür, dass das Futter nachgeschoben wird und die Tiere ungehindert fressen können. Das Nachschieben erfolgt alle 4 Stunden. Der geringe Futteranteil der Weide zeigt auf, dass die Verwendung des kostengünstigen Weidegrases nicht als betriebswirtschaftliches Potenzial voll ausgenutzt wird.

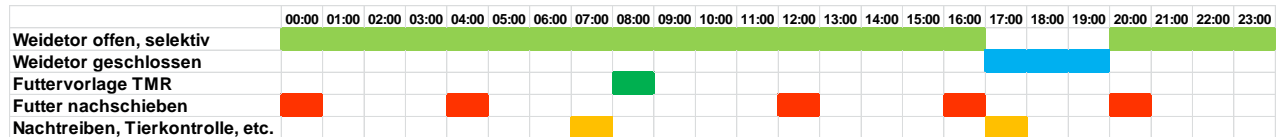


Abbildung 5: Management-Maßnahmen im Tagesablauf in Betrieb D.

Den gelenkten Kuhverkehr und den Rücktrieb auf die Selektion nach dem Melken sieht der Betriebsleiter als entscheidenden Faktor für das Gelingen des Systems Weidegang und AMS in seinem Betrieb (nach Baier 2017).

3.3. Einsatz von Weide-Selektionstoren

3.3.1. Milchleistung und Parameter des Melksystems

3.3.1.1. Betrieb L

Das AMS-Weide-System des Betriebes L wurde im vorangegangenen Kapitel ausführlich beschrieben. Nachdem ein neuer Milchviehstall mit AMS im Jahre 2014 bezogen wurde, wurde das Weide-Selektionstor im Juni 2017 in Betrieb genommen. Vorher hatten die Tiere täglich 20 Stunden freien Zugang zur Weide.

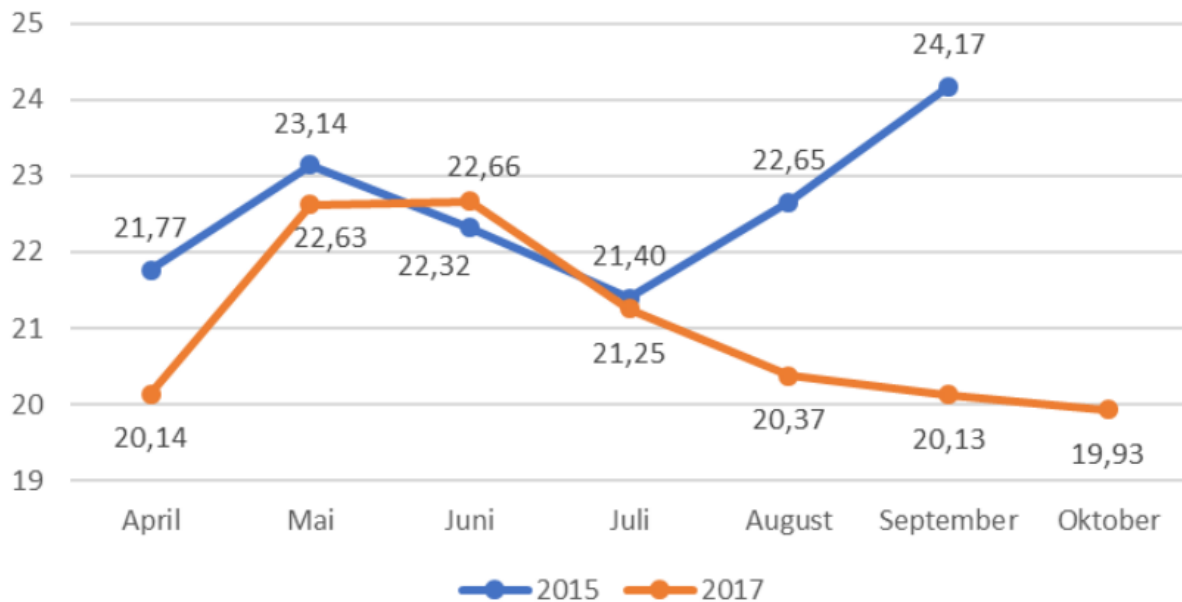


Abbildung 6: Verlauf der mittleren Milchleistung in Milch kg je Kuh und Tag (Maier 2018).

Abbildung 6 stellt die Entwicklung der mittleren täglichen Milchleistung je Kuh im Verlauf der Vegetationsperioden 2015 (ohne Weidetor) und 2017 (ab Juni mit Weidetor) dar. Im Jahr 2015 bewegte sie sich zwischen 21,4 kg im Juli und 24,17 kg im September. Im Mittel der Periode lag sie bei 22,57 kg. Im Jahr 2017 war sie im Mittel mit 21,02 kg niedriger. Sie bewegte sich zwischen 22,66 kg im Juni und 19,93 kg im Oktober. In beiden Jahren gab es einen Frühjahrs-/Frühsommer-Peak im Mai bzw. im Juni. Anschließend nahm die Milchleistung ab. Während sie 2015 im August und September jeweils anstieg, sank sie 2017 ab Juni kontinuierlich bis zum Oktober.

Der mittlere tägliche Milchertrag orientiert sich relativ stark an der Anzahl gemolkener Kühe (Abb. 7). 2015 hat er monatlich ständig zugenommen. Selbst im September stieg er bei abnehmender Kuhzahl, was auf die steigende tägliche Milchleistung zurückgeführt werden kann (Abb. 6). Er betrug im Mittel des Jahres 2015 1.423 kg. 2017 gab es mit 1.764 kg einen Peak in der Milchmenge im Juni, als auch die meisten Kühe (78) gemolken wurden. Anschließend kam es von Monat zu Monat zu einem kontinuierlichen Rückgang in der Milchmenge auf 1.426 kg im Oktober. Als Gründe dafür können sowohl die sinkende Kuhzahl als auch die sinkende mittlere Milchleistung je Kuh (Abb. 6) genannt werden. Im Mittel des Jahres 2017 wurden 1.579 kg Milch täglich ermolken.

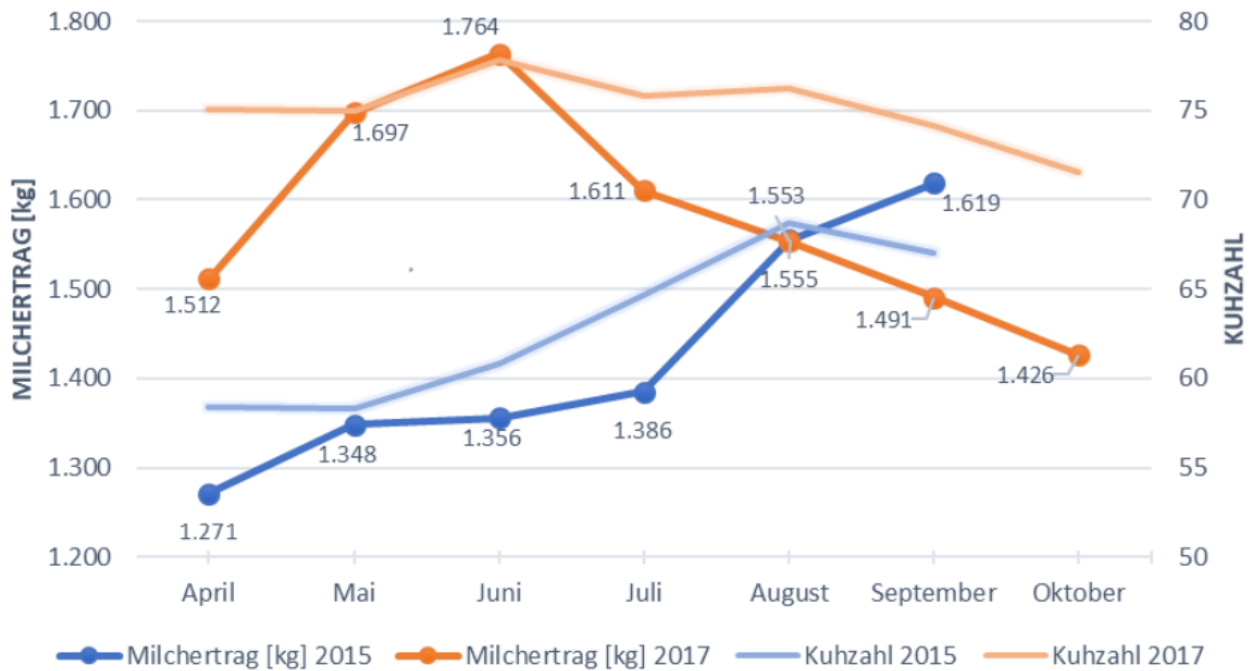


Abbildung 7: Verlauf des mittleren Milchertrages je Tag und der Anzahl gemolkener Kühe (Maier 2018).

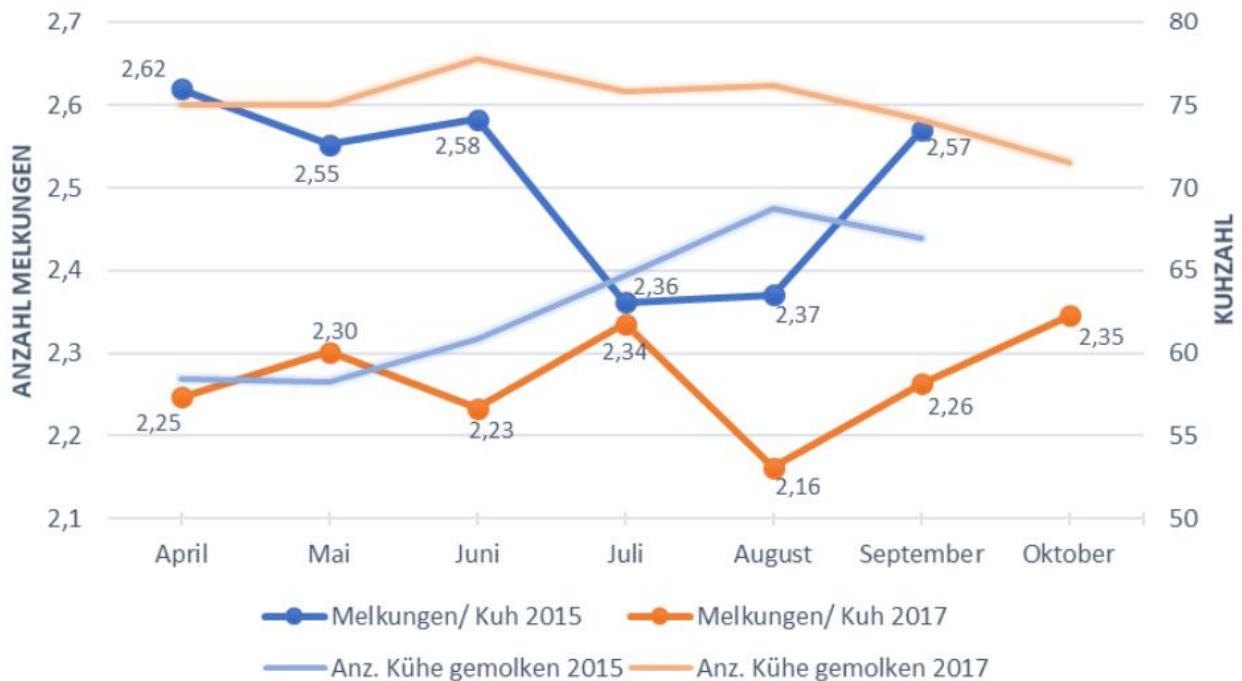


Abbildung 8: Verlauf der mittleren Anzahl Melkungen je Kuh und Tag und der Anzahl gemolkener Kühe (Maier 2018).

Abbildung 8 gibt den Verlauf der Anzahl Melkungen je Kuh und Tag sowie die Anzahl gemolkener Kühe in den Vegetationsperioden 2015 und 2017 wieder. 2015 wurden im Mittel 63 Kühe gemolken. Der Bestand befand sich nach Bezug des neuen Stalles 2014 im Aufbau und nahm im Verlaufe des Jahres 2015 von 58 Kühen im April auf 67 Kühe im September zu. 2017 wurden 70 Kühe im Mittel gemolken. Die Melkungen je Kuh und Tag gingen im Mittel von 2,51 in 2015 auf 2,27 in 2017 zurück. In 2015 folgt die Anzahl Melkungen je Kuh und Tag in etwa der Entwicklung der täglichen Milchleistung (Abb. 6) während es 2017 ab Juli und vor allem im September und

Oktober diesbezüglich eine Entkopplung gab. Die Zahl der Melkungen stieg bei sinkender Milchleistung je Kuh und Tag.

Aus Abbildung 9 geht hervor, dass die größere Anzahl von Kühen in 2017 trotz geringerer Milchleistung (Abb. 6) und weniger Melkungen je Kuh (Abb. 8) zu einer höheren Anzahl von Melkungen je Melkbox und Tag geführt hat. Im Mittel waren es in 2015 159 Melkungen gegenüber 171 Melkungen in 2017. Der Rückgang der Milchleistung hat jedoch ab August 2017 zu einer deutlichen Abnahme der Melkungen je Tag geführt.

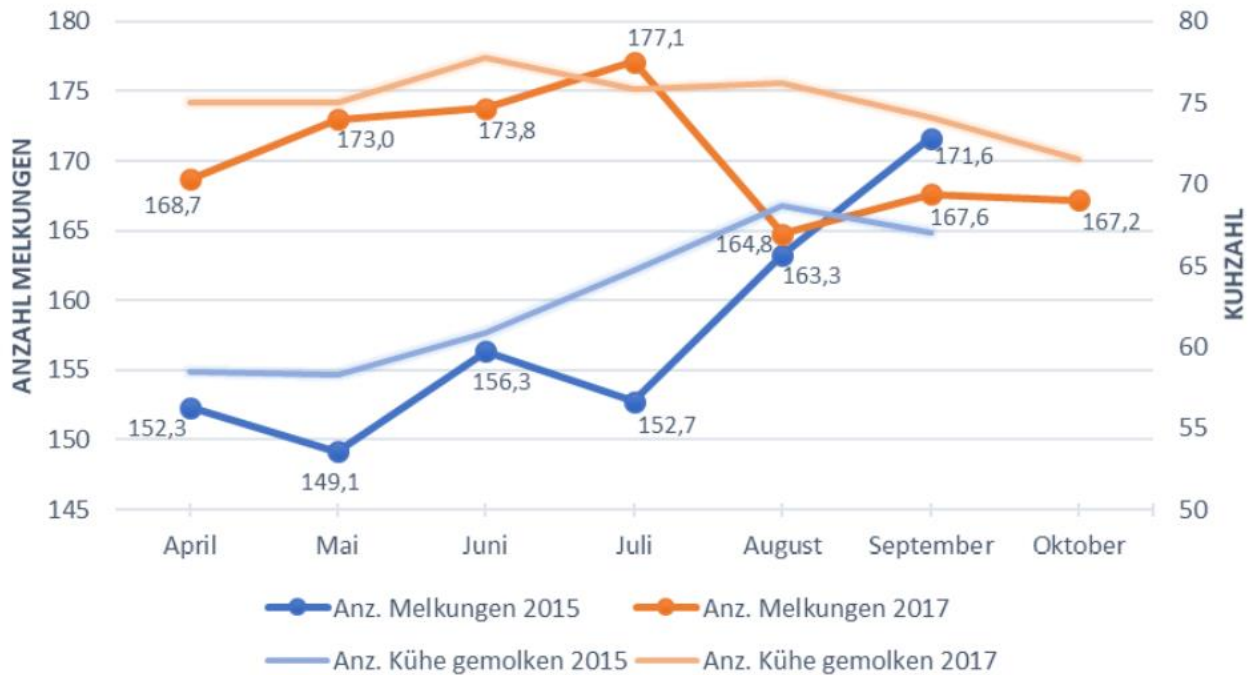


Abbildung 9: Verlauf der Anzahl Melkungen je Box und Tag und der Anzahl gemolkener Kühe (Maier 2018).

Abbildung 10 lässt erkennen, dass die technische Auslastung des Melksystems in Betrieb L weitgehend der Anzahl gemolkener Kühe folgt. Lediglich im September 2015 nimmt sie trotz geringerer Kuhzahl zu, was jedoch mit einer steigenden Milchleistung (Abb. 6) und mehr Melkungen je Kuh und Tag (Abb. 8) erklärt werden kann. Im Oktober 2017 findet ebenfalls eine Entkopplung von technischer Auslastung und Anzahl gemolkener Kühe statt. Hier sinkt jedoch die Milchleistung je Kuh während die Anzahl Melkungen je Kuh steigen (Abb. 6 und 8). Die Anzahl Melkungen je Melkstation und Tag bleibt annähernd gleich (Abb. 9).

Die technische Auslastung des Melksystems betrug im Mittel 73% in 2015 und 83% in 2017. Im Verlauf des Jahres 2015 stieg sie kontinuierlich von 67,1% im April auf 78,8% im September. Nur im September gab es eine Entkoppelung von der Zahl gemolkener Kühe. 2017 verlief die technische Auslastung nicht kontinuierlich. Das Maximum wurde im Juni mit 88,3% erreicht. Anschließend fiel sie bis auf 79,4% im September, um im Oktober noch einmal auf 82,9% anzusteigen.

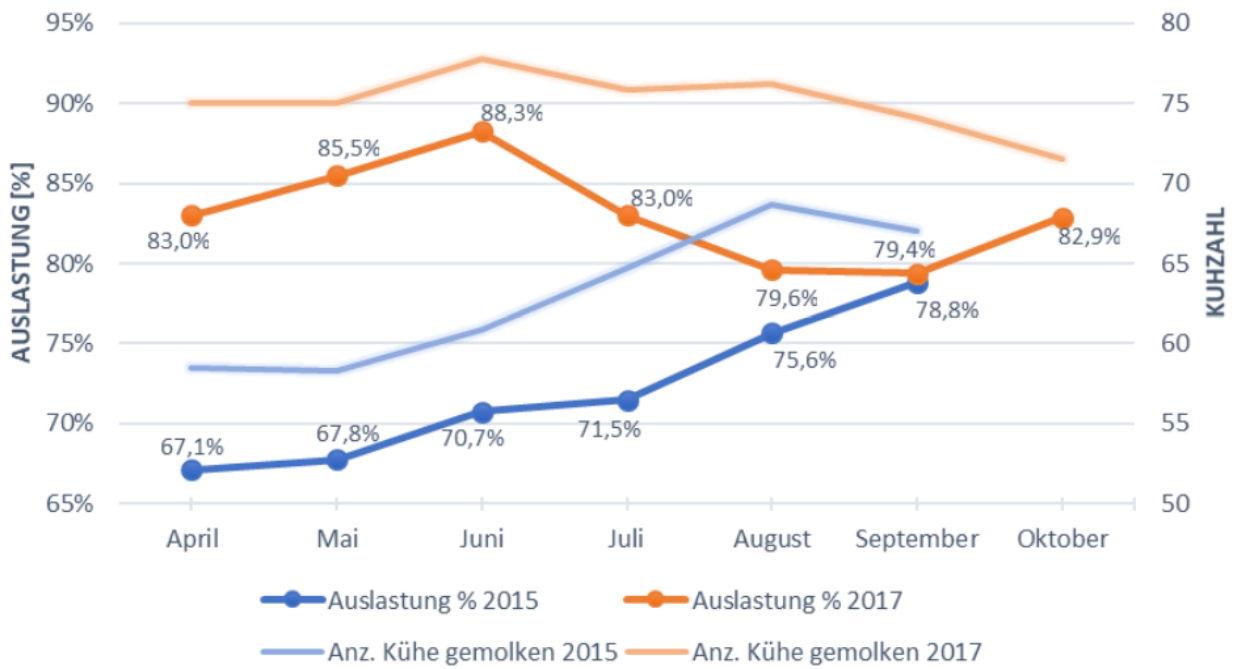


Abbildung 10: Verlauf der Auslastung des AMS in % und der Anzahl gemolkener Kühe (Maier 2018).

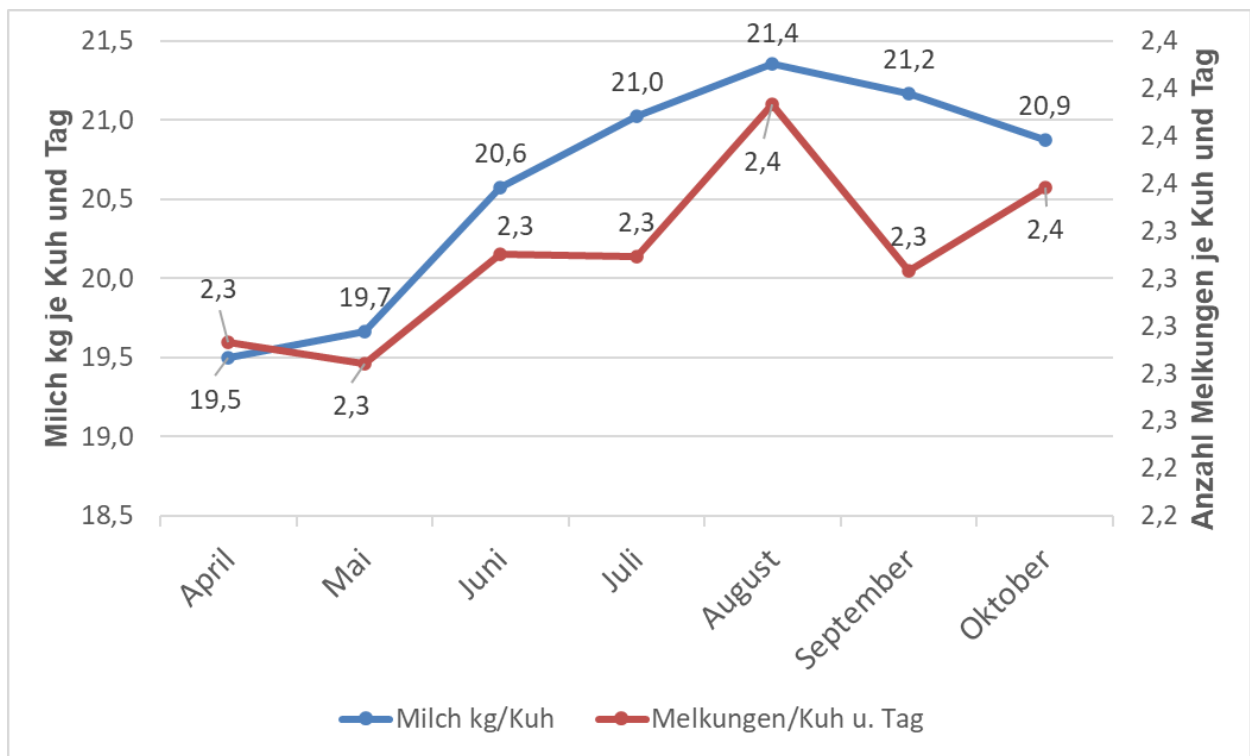


Abbildung 11: Verlauf der mittleren Milchleistung sowie der Anzahl Melkungen je Kuh und Tag in der Vegetationsperiode 2018.

Im Jahr 2018 nimmt in Betrieb L die tägliche Milchleistung je Kuh einen ähnlichen Verlauf wie 2017 (Abb. 6), allerdings mit einem Maximum von 21,4 kg im August (Abb. 11). Das Minimum befindet sich im April (19,5 kg). Im Oktober ist sie nicht so stark wie in 2017 sondern lediglich auf 20,9 kg abgesunken.

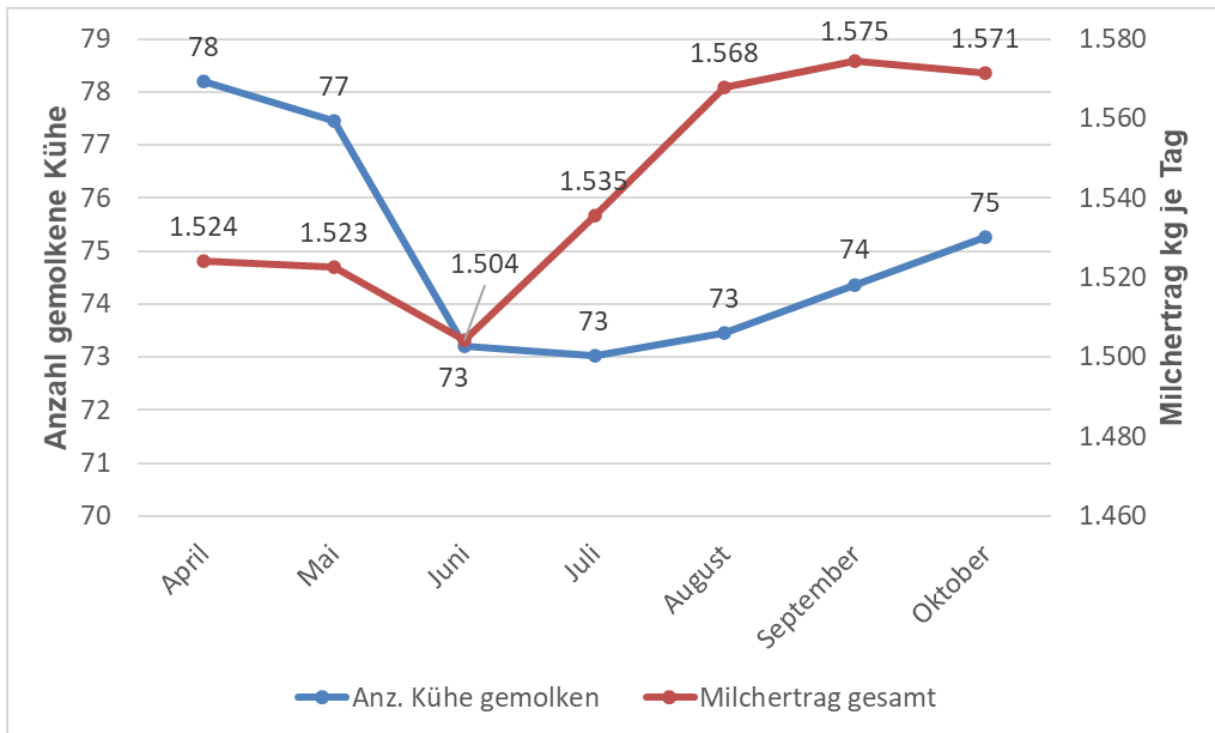


Abbildung 12: Verlauf der mittleren Anzahl gemolkener Kühe sowie des täglichen Milchertrages in der Vegetationsperiode 2018.

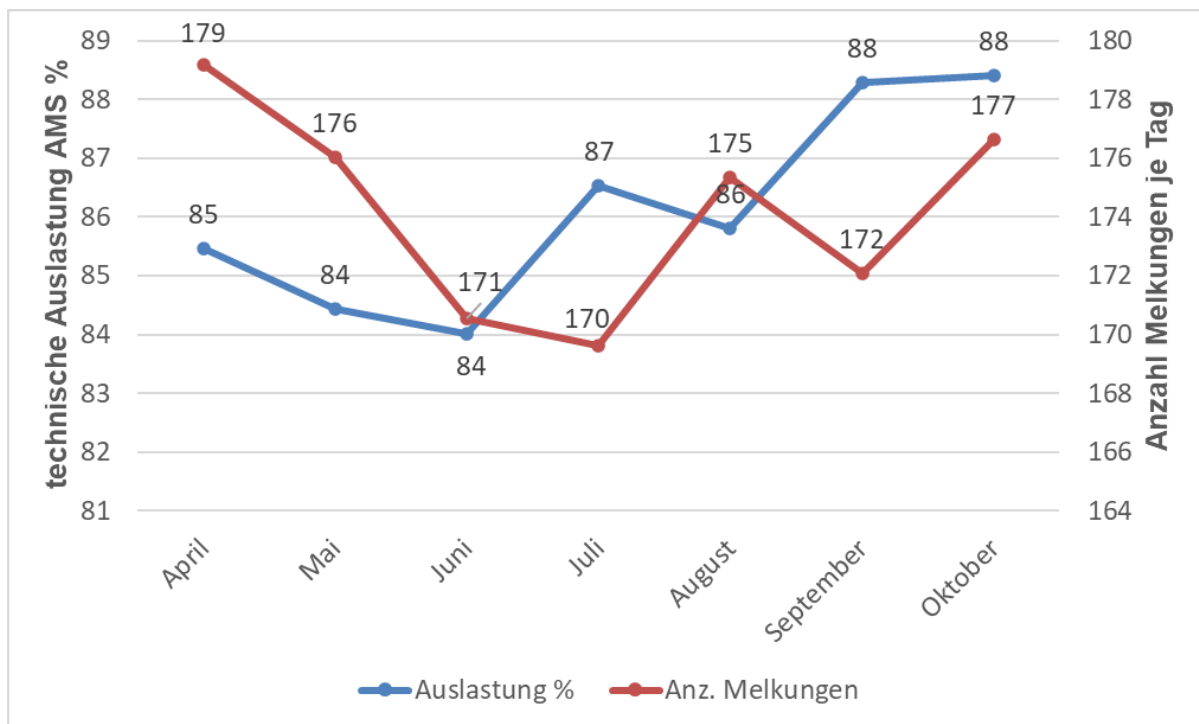


Abbildung 13: Verlauf der mittleren Anzahl täglicher Melkungen sowie der technischen Auslastung des AMS in der Vegetationsperiode 2018.

Abbildung 12 lässt erkennen, dass 2018 der tägliche Milchertrag von April bis Juni vor allem in Folge der abnehmenden Kuhzahl abnimmt. Von Juni bis September steigt er durch eine leicht zunehmende Kuhzahl und eine steigende Milchleistung. Die technische Auslastung des Melksystems sinkt von April bis Juni durch eine abnehmende Kuhzahl und Anzahl Melkungen. Ab

Juni entwickelt sie sich gegensätzlich zur Anzahl Melkungen (Abb. 13). Im September und Oktober erreicht sie Spitzenwerte von 88% bei 172 bzw. 177 Melkungen je Tag. Die gleiche Auslastung kommt durch eine etwas geringere tägliche Milchleistung und mehr Melkungen je Kuh und Tag (Abb. 11) sowie einer mehr gemolkenen Kuh im Oktober zustande.

Das Weideselektionstor wurde im Betrieb L im Juni 2017 in Betrieb genommen. Allerdings ließ der Betriebsleiter im Mai und Juni diesen Jahres aufgrund des starken Graswuchses die Tiere morgens komplett auf die Weide ohne Regulierung durch das Tor. Erst ab Juli wurde die Selektion im Zugang zur Weide konsequent umgesetzt. Dieser regulierte Weidezugang und der Stress der damit auf die Tiere wirkte, könnte ein Grund für die ab diesem Zeitpunkt sinkenden Milchleistungen der Kühe sein (Abb. 6).

Die Jahresmilchleistung pro Kuh ist laut MLP-Bericht von 2015 auf 2017 um 497 kg Milch geringer geworden. Die Herde ist um über 15 Tiere aufgestockt worden und der Anteil Kühe mit erster Kalbung betrug 27,2 %. Somit waren 2017 rund 22 Jungtiere von insgesamt 83 Milchkühen im Bestand. Dies könnte über das Weidejahr gesehen die durchschnittlich 1,55 kg geringere Tagesleistung der Kühe erklären. Eilers (2010) bestätigt, dass sich die Milchleistung physiologisch von der ersten bis mindestens zur sechsten Laktation steigern kann (nach Maier 2018). Dadurch ließe sich die gesunkene Milchleistung im Jahr 2017 erklären. Außerdem wurde ab 2017 mit der muttergebundenen Kälberaufzucht begonnen, die auch einen negativen Einfluss auf die gemessene Milchleistung haben konnte.

Ein positiver Effekt des Weide-Selektionstors lässt sich am ehesten im Spätsommer/Herbst 2017 erkennen. Hier kommt es trotz sinkender Milchleistung und Kuhzahl zu einer steigenden Zahl an Melkungen je Tag gesamt und je Kuh sowie einer steigenden Auslastung des Melksystems. Ein ähnlicher Effekt ist 2018 zu beobachten. Außerdem berichtet der Betriebsleiter von einem deutlich geringeren Nachtreibeaufwand bezüglich zum Melken fälliger Kühe, die abends von der Weide geholt werden müssen. Dieser Umstand kann als Erklärung für die höheren Zahlen bei den Melkungen dienen.

Insgesamt gab es in Betrieb L in den drei betrachteten Jahren 2015, 2017 und 2018 keine typischen Verläufe der Milchleistungs- und AMS-Parameter. Schwankende Kuhzahlen, die muttergebundene Kälberaufzucht, mit der experimentiert wurde sowie unterschiedliche Witterungsverhältnisse können darauf Einfluss genommen haben. Auch kann deshalb kein eindeutiger Effekt des Weide-Selektionstors nachgewiesen werden. Der Blick auf die Durchschnittszahlen der standardisierten Saisons (Mai bis September und November bis März) in Tabelle 18 ist dagegen noch aufschlussreich. Während der Weideperiode erzielte die Herde von Betrieb L regelmäßig höhere Milchleistungen als während der Stallperiode. Außerdem konnte 2018 erstmals eine technische Auslastung von 86% erreicht werden. Unter den Bedingungen der Heumilchproduktion mit geringem Krafffutteraufwand, stellt sich die Weidehaltung offensichtlich als leistungssteigernd gegenüber der Stallhaltung dar.

Tabelle 18: Entwicklung verschiedener Mittelwerte von AMS-Parametern in Betrieb L

| Jahr | Anzahl gem. Kühe | Milchmenge je Box und Tag kg | | Anz. Melkungen je Box und Tag | | Anz. Melkungen je Kuh und Tag | | Milchmenge je Kuh und Tag kg | | Technische Auslastung % | |
|-----------|---------------------|---------------------------------|-------|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|---------------------------------|-------|----------------------------|-------|
| | | Weide | Stall | Weide | Stall | Weide | Stall | Weide | Stall | Weide | Stall |
| 2015 | 64 | 1.454 | | 159 | | 2,5 | | 22,7 | | 73 | |
| 2016/2017 | 72 | | 1.427 | | 176 | | 2,4 | | 19,5 | | 86 |
| 2017 | 76 | 1.622 | | 171 | | 2,3 | | 21,4 | | 83 | |
| 2017/2018 | 74 | | 1.394 | | 169 | | 2,3 | | 18,9 | | 84 |
| 2018 | 74 | 1.541 | | 173 | | 2,3 | | 20,8 | | 86 | |
| 2018/2019 | 76 | | 1.356 | | 176 | | 2,3 | | 17,9 | | 86 |

3.3.1.2. Betrieb M

Betrieb M hält aktuell ca. 50 Kühe für die eine Weidefläche von 7,0 ha zur Verfügung steht. Die mittlere Jahresmilchleistung liegt bei rund 8.700 kg. Am Trog wird täglich rationiert eine TMR vorgelegt. Die maximale Kraffuttermenge beträgt 9,5 kg je Tier und Tag. Weitere Details zum System können Tabelle 12 entnommen werden.

Bevor Ende Mai 2020 ein Weide-Selektionstor in Betrieb genommen wurde, hatten die Kühe 24 Stunden täglich freien Zugang zur Weide. Die Eingewöhnungsphase an das Weidetor dauerte rund einen Monat. In dieser Zeit wurde der Weidegang nicht über das Melkanrecht reguliert. Nach der Angewöhnung wurde das Weideanrecht langsam auf maximal 70% der Zwischenmelkzeit gesteigert. Während niederschlagreicher Witterung und entsprechend nasser Bedingungen auf der Weide wurde das Weideanrecht auf maximal 60% der Zwischenmelkzeit reduziert, um die Tierfrequenz auf der Weide und Trittschäden zu reduzieren.

Abbildung 14 lässt erkennen, dass der mittlere Laktationstag der Herde in Betrieb M meistens keinen engen Zusammenhang zur mittleren Tagesmilchleistung aufweist. Lediglich in der Periode Juli bis September 2019 und Januar bis April 2020 findet die erwartbare Entwicklung von steigendem Laktationstag und sinkender Milchleistung sowie umgekehrt statt. In der gesamten Vegetations-/Weideperiode 2020 liegt eine völlige Entkopplung diesbezüglich vor. Ab Juli, d.h. nach Etablierung des Weide-Selektionstors, sinkt die mittlere Milchleistung während der mittlere Laktationstag ebenfalls sinkt. Im vergleichbaren Vorjahreszeitraum sinkt die Milchleistung ebenfalls, jedoch in geringerem Ausmaß und bei ansteigendem mittlerem Laktationstag.

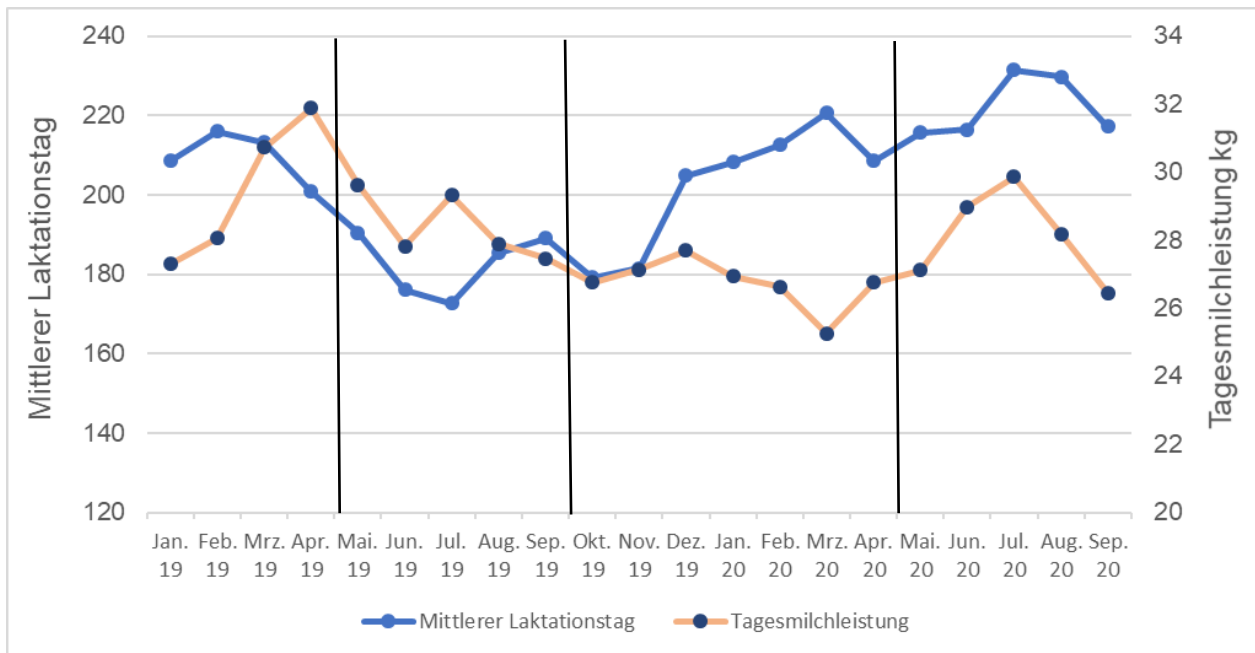


Abbildung 14: Entwicklung von mittlerem Laktationstag und mittlerer täglicher Milchleistung je Kuh in Betrieb M.

Abbildung 15 macht deutlich, dass die tägliche Milchproduktion sehr eng an die Zahl gemolkener Kühe gekoppelt ist. Die Milchleistungsspitzen im März/April 2019 und Juli 2020 sorgen für eine erkennbare Lockerung dieses Zusammenhangs.

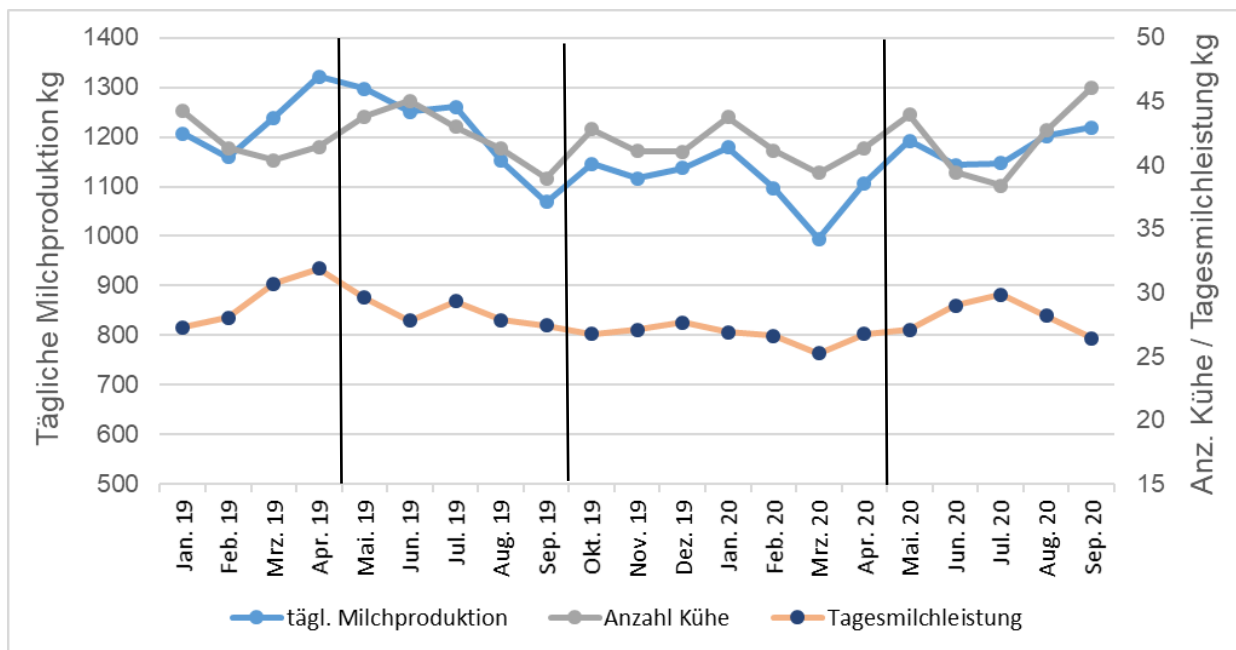


Abbildung 15: Entwicklung von mittlerer täglicher Milchproduktion, mittlerer Anzahl gemolkener Kühe und mittlerer täglicher Milchleistung je Kuh in Betrieb M.

Wie Abbildung 16 zeigt, stehen die tägliche Milchproduktion und tägliche Anzahl Melkungen auch in engem Zusammenhang. Auffällig ist, dass von April bis Juni 2019 die Anzahl täglicher Melkungen sinkt, obwohl die Zahl der Kühe steigt. Die tägliche Milchproduktion sinkt ebenfalls. Eine Ursache dafür kann die sinkende tägliche Milchleistung je Kuh sein. Auch der Beginn der Weidezeit ist ein möglicher Einfluss sowohl auf die Milchleistung als auch auf die Anzahl der Melkungen. Im Gegensatz zu 2019 steigt von März bis Juli 2020 die tägliche Milchleistung je Kuh.

Entsprechend steigt die tägliche Milchproduktion an, während die Zahl der Melkungen je Tag sinkt. Als Einfluss für diese Entwicklungen kommt der Weidegang in Frage. Die steigende Milchproduktion und Anzahl Melkungen im August und September 2020 bei sinkender Milchleistung ist durch die zunehmende Anzahl Kühe zu erklären. Gegebenenfalls kommt auch eine Regulierung des Weidegangs durch das Weidelektionstor als Einfluss in Frage.

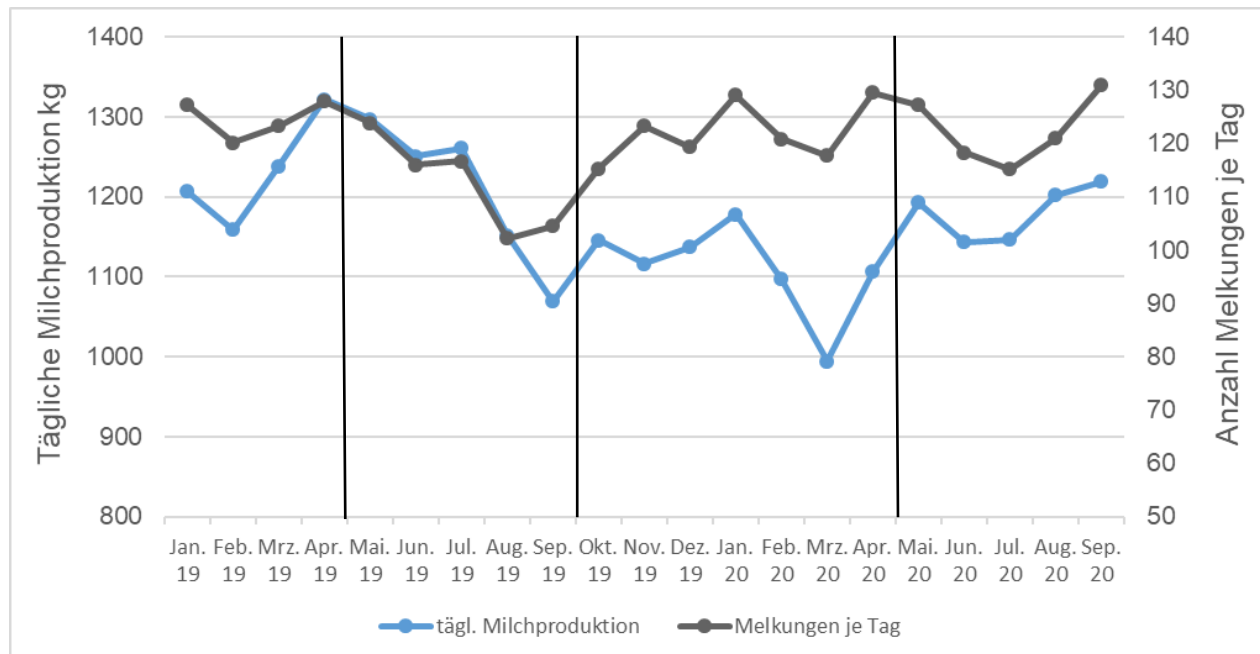


Abbildung 16: Entwicklung von mittlerer täglicher Milchproduktion und mittlerer Anzahl Melkungen je Tag in Betrieb M.

Tabelle 19: Entwicklung verschiedener Mittelwerte von AMS-Parametern in Betrieb M

| Jahr | Anzahl gem. Kühe | Laktations-tage | Milchmenge je Box und Tag kg | | Anz. Melkungen je Box und Tag | | Anz. Melkungen je Kuh und Tag | | Milchmenge je Kuh und Tag kg | |
|-----------|------------------|-----------------|------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| | | | Weide | Stall | Weide | Stall | Weide | Stall | Weide | Stall |
| 2015 | 48 | | 1.241 | | 131 | | 2,7 | | 26,1 | |
| 2019 | 42 | 183 | 1.206 | | 113 | | 2,7 | | 28,4 | |
| 2019/2020 | 41 | 206 | | 1.105 | | 122 | | 3,0 | | 26,7 |
| 2020 | 42 | 222 | 1.180 | | 123 | | 2,9 | | 28,1 | |

Tabelle 19 enthält die Mittelwerte der Herde für die abgegrenzte Weide- und Stallsaison. Das Milchleistungsniveau ist deutlich höher als in Betrieb L. In der Stallsaison 2019/2020 ist die tägliche Milchleistung mit 26,7 kg je Kuh und Tag spürbar niedriger als in den Weidesaisons 2019 und 2020. Selbst bei diesem Leistungsniveau muss sich demnach der Weidegang nicht nachteilig auf die Milchleistung auswirken. Der Einfluss des im Jahr 2020 in Betrieb genommenen Weide-Selektionstors lässt sich dahingehend positiv interpretieren, dass im Vergleich zu 2019 bei etwas geringerer Milchleistung je Kuh und Tag sowie täglicher Milchmenge die Zahl der täglichen Melkungen von 113 auf 123 zugenommen hat. Auffällig ist außerdem, dass gegenüber der Stallsaison 2019/2020 die Milchleistung je Kuh und Tag bei deutlich fortgeschrittenem mittleren Laktationstag der Herde in der Weidesaison 2020 von 26,7 auf 28,1 kg gestiegen ist.

Bezüglich des Nachtreibeaufwandes berichtet der Betriebsleiter von eindeutig positiven Effekten durch das Weidetor: Früher waren es rund fünf Kühe, die regelmäßig von der Weide geholt werden mussten, während es nun in der Regel lediglich zwei sind. Bezüglich des augenfälligen Aufenthaltes der Kühe im Stall bzw. auf der Weide und des Fressverhaltens bzw. der

Futteraufnahme (vorgelegte Futtermenge im Stall) hat der Betriebsleiter keine Veränderungen wahrgenommen.

3.3.2. Aspekte des Tierverhaltens

Die nachfolgenden Auswertungen des Besuchsverhaltens von Kühen am Weide-Selektionstor und im AMS erfolgten ausschließlich auf dem oben bereits ausführlich behandelten Betrieb L.

3.3.2.1. Deskriptive Auswertungen

3.3.2.1.1. Besuchsfrequenzen an AMS und Weide-Selektionstor

Abbildung 17 zeigt, dass die Besuchsfrequenz sowohl am AMS als auch am Weide-Selektionstor im Jahr 2018 höher als im Jahr 2017 war. Beides könnte damit begründet werden, dass die Kühe im Jahr 2017 im Frühjahr aufgrund des hohen Weidegrasangebotes morgens komplett ohne Torpassage auf die Weide getrieben wurden. 2017 gab es im Mittel je Kuh und Tag 3,4 Besuche im AMS und 1,4 Besuche des Weidetors. Im Jahr 2018 lagen diese Werte bei 4,0 bzw. 2,7 (Vergleich I). Die Zahl der Ablehnungen am Weidetor war jeweils mindestens so hoch wie die erfolgreichen Passagen zur Weide. Die Kalbinnen fielen 2018 durch jeweils geringere Frequenzen als die Mittelwerte der gesamten Herde auf.

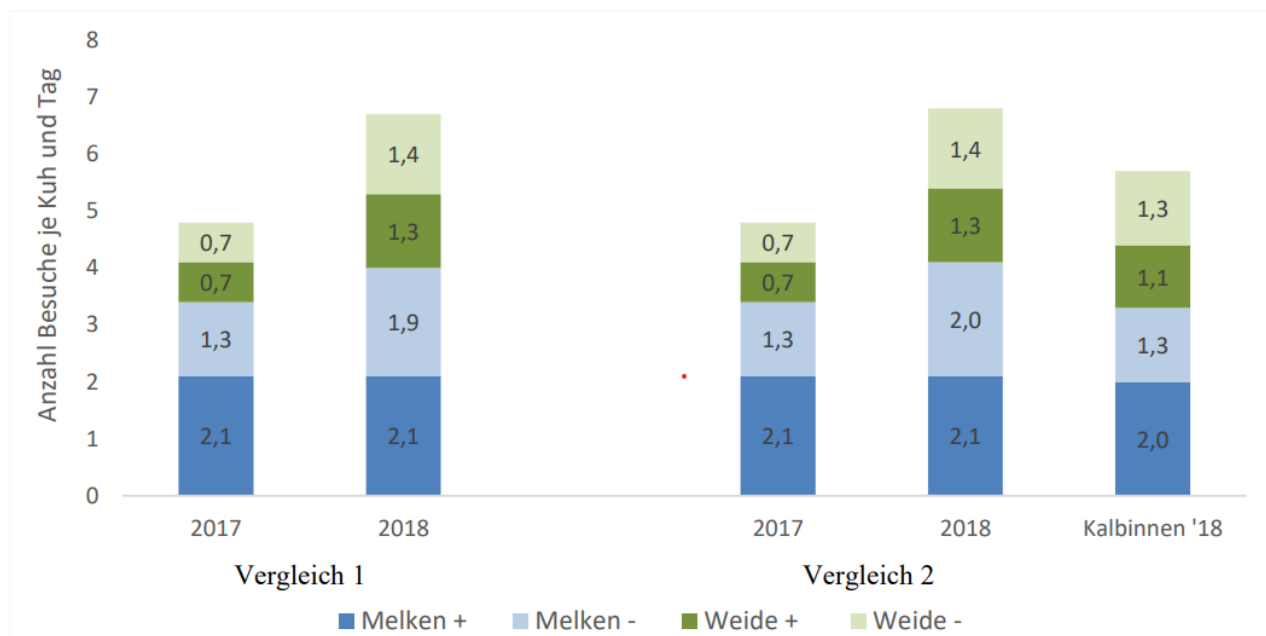


Abbildung 17: Durchschnittliche Anzahl an erfolgreichen (+) und abgelehnten (-) AMS- und Weidetorbesuchen im Sommerzeitraum (Vergleich I: sämtliche Kühe (2017 n=65, 2018 n=76), Vergleich II: nur Kühe, die 2017 und 2018 im Bestand waren (n=60) sowie Kalbinnen 2018 (n=11)) (Saur 2018).

Abbildung 18 und 19 stellen die mittleren Besuchsfrequenzen je Kuh und Tag am Weidetor in den Monaten der Vegetationsperioden 2018 und 2019 dar. Insbesondere in den Monaten April bis Juni ist der Anteil von Ablehnungen teilweise deutlich höher als die erfolgreichen Weidetorbesuche. Im Jahr 2018 nehmen die Besuche von April bis Juli kontinuierlich ab. Im Mai wächst der Anteil an erfolgreichen Weidetorbesuchen. 2019 gab es im September einen auffälligen Peak in den Weidetorbesuchen. In den Monaten April bis Juli ist die Frequenz 2018 deutlich höher als im Jahr 2019.

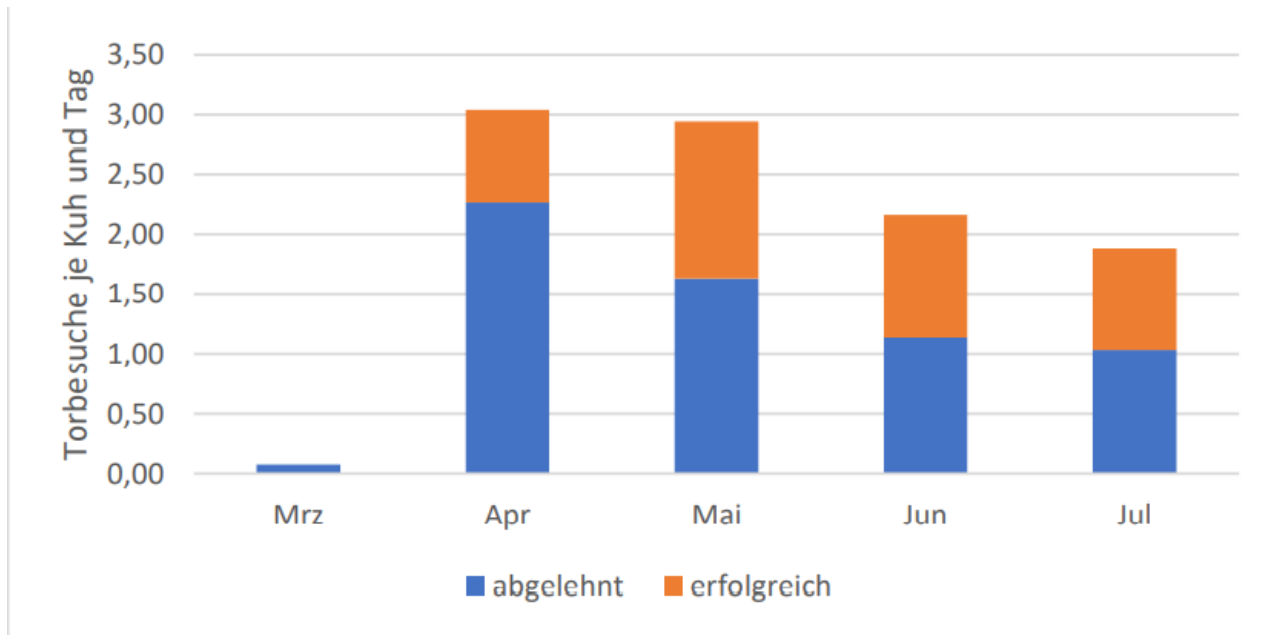


Abbildung 18: Anzahl Weidetorbesuche im Verlaufe des Jahres 2018 (n=80) (Beigel 2020).

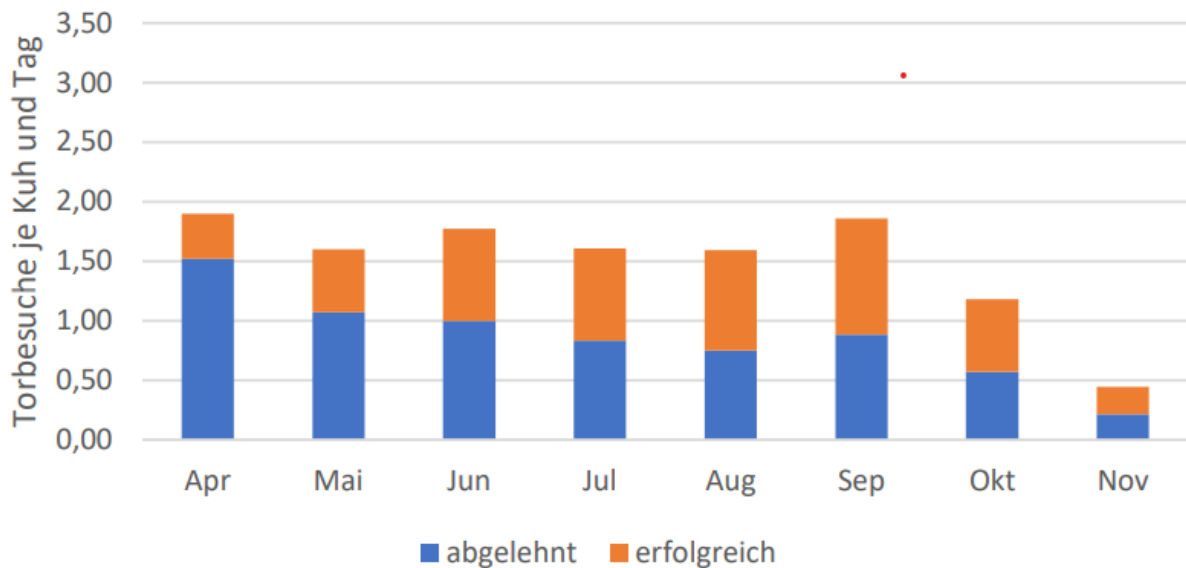


Abbildung 19: Anzahl Weidetorbesuche im Verlaufe des Jahres 2019 (n=79) (Beigel 2020).

In Abbildung 20 ist dargestellt, wie sich die Besuche im AMS und am Weidetor im Mittel im Tagesverlauf entwickeln. Zwei Tageszeiten sind dabei besonders auffällig. Zwischen 5 und 8 Uhr ist das Weidetor geschlossen, um möglichst viele Kühe im Stall für die Tierkontrolle und das Nachtreiben zu sammeln. Entsprechend gibt es keine Weidetorpassagen. In dieser Zeit wird lediglich das AMS zur Melkung (blau) und mit Verweigerungen (grau) besucht. Außerdem ist die starke Frequenz am Weidetor ab etwa 19 Uhr bis in die frühen Morgenstunden erkennbar. Da die Besuche am AMS nicht spürbar zunehmen, sind die Ablehnungen (graue Fläche) ganz überwiegend dem Weidetor zuzuordnen. Diese Beobachtungen korrespondieren mit Ergebnissen verschiedener Studien. Kismul et al. (2019) empfehlen zum Beispiel auf Grundlage ihrer schwedischen Untersuchungen für Milcherzeuger mit automatischem Melksystem und Weidegang, den Kühen am späten Nachmittag und abends Weidezugang zu gewähren, da die Tiere in dieser

Periode die Weide bevorzugt aufsuchen. Bei restriktiver Fütterung von Grassilage im Stall erfolgte dieser Weidegang in der Regel einmal für wenige Stunden, bevor die Kühe für den Rest der Nacht in den Stall zurückkehrten und dort blieben. Smid et al. (2018) und Charlton et al. (2013) beobachteten, dass Milchkühe den größten Anteil ihrer Weidezeit nachts dort verbringen. Tober (2019) hat festgestellt, dass Milchkühe mit ständig freiem Zugang zu einem Auslauf, diesen zu 90% in der Zeit zwischen 1 und 8 Uhr nutzen. Dass die Motivation von Kühen nach dem Abendmelken auf die Weide zu gehen größer ist als nach der Morgenmelkzeit, haben auch van Keyserlingk et al. (2017) beobachtet.

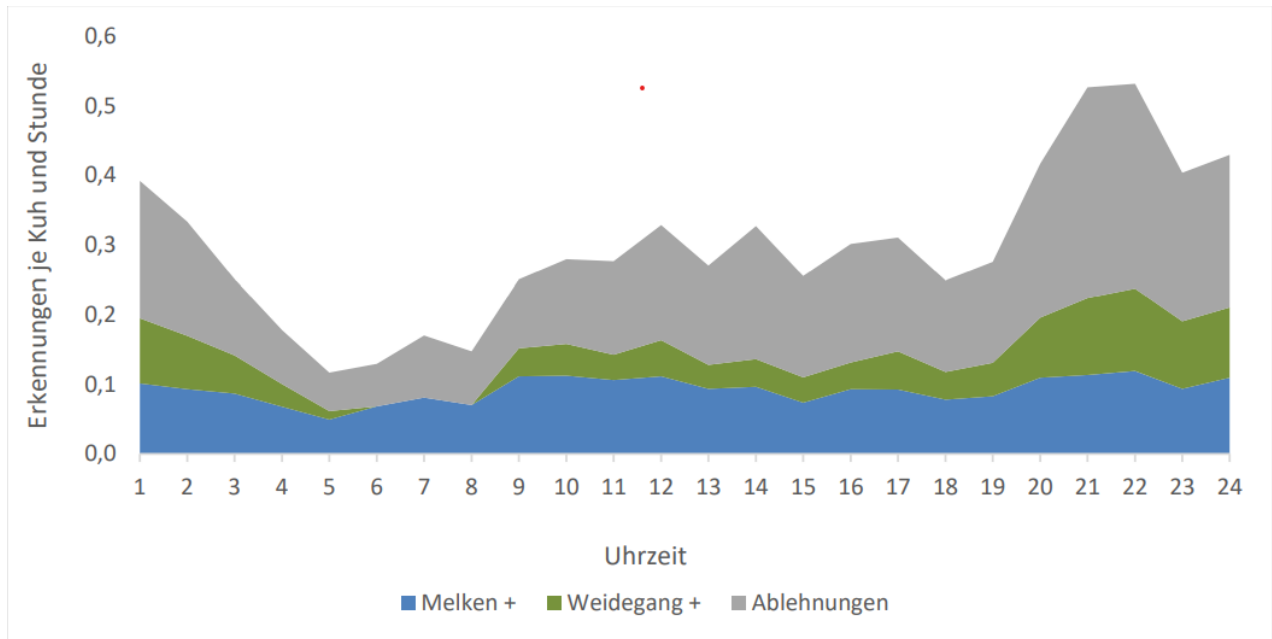


Abbildung 20: Durchschnittliche Anzahl an AMS- und Weidetorbesuchen im Tagesverlauf, Sommerzeitraum 2018 (n=76) (Saur 2018).

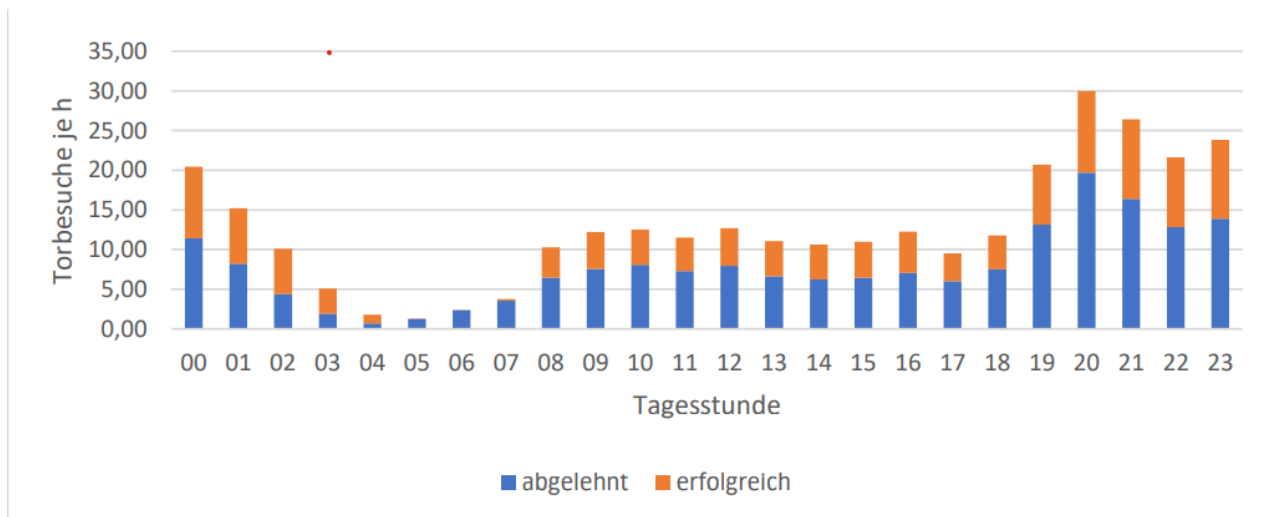


Abbildung 21: Durchschnittliche Anzahl an Weidetorbesuchen im Tagesverlauf, Sommerzeitraum 2018 (n=80) (Beigel 2020).

Abbildung 21 enthält für 2018 (April bis Juni) die absolute mittlere Anzahl an täglichen Weidetorbesuchen je Zeitstunde für die Herde. Darin wird die hohe Frequenz, insbesondere bezüglich Ablehnungen, in den Abend- und Nachtstunden bestätigt (vgl. Abb. 20). Abbildung 22

stellt den gleichen Inhalt für 2019 (April bis November) dar. Die Aktivität am Weidetor findet im Mittel dieses Zeitraumes im Vergleich zu 2018 verstärkt tagsüber statt. Das kann seine Ursache darin haben, dass der Beobachtungszeitraum mehr kühlere Perioden, insbesondere im Herbst, enthält. Neben den Nachstunden von etwa 20 bis 0 Uhr gibt es zwischen 8 und 9 Uhr ein weiteres Maximum.

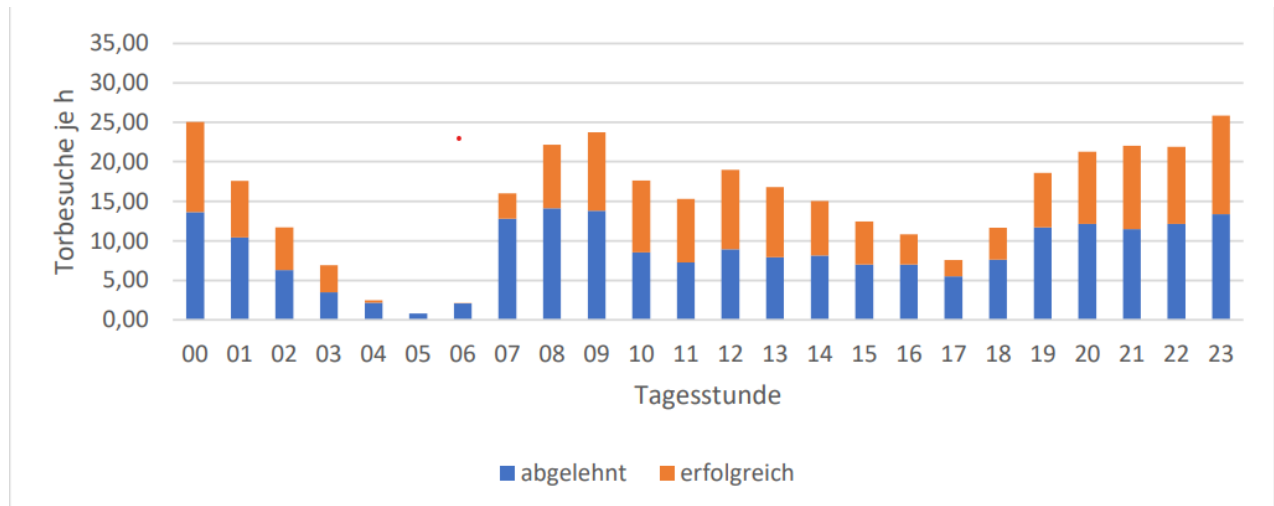


Abbildung 22: Durchschnittliche Anzahl an Weidetorbesuchen im Tagesverlauf, Sommerzeitraum 2019 (n=79) (Beigel 2020).

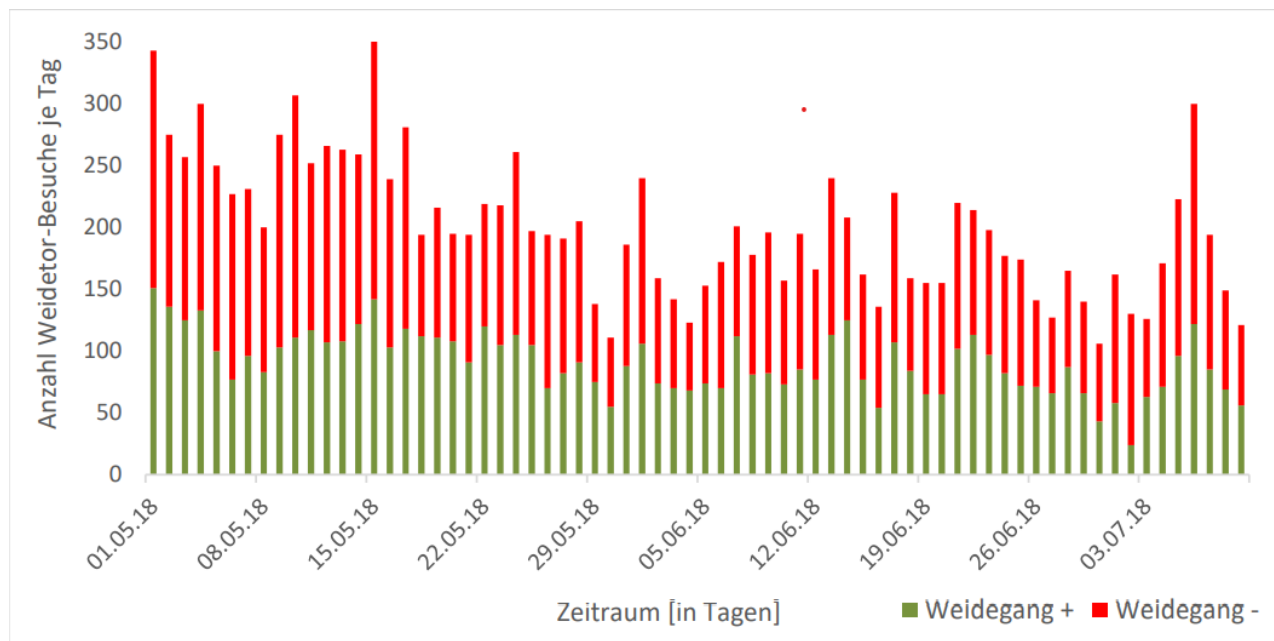


Abbildung 23: Anzahl der täglichen Weidetorbesuche im Verlauf des Zeitraums 01.05. bis 09.07.2018 (n=76) (Saur 2018).

In Abbildung 23 ist die täglich stark schwankende Anzahl von Weidetorbesuchen erkennbar. Die Werte bewegen sich zwischen 343 und 121 Tieridentifikationen je Tag. Außerdem sind die täglichen Ablehnungen (rot) am Weidetor meist höher als die erfolgreichen (grün) Torpassagen auf die Weide. Am 01.05.2018 wurden mit 151 die häufigsten Torpassagen beobachtet, während am 15.05.2018 mit 210 die häufigsten Ablehnungen gezählt wurden. Die Weidetorbesuche nehmen im

Verläufe des Beobachtungszeitraumes tendenziell ab. Als Ursache kommt dafür insbesondere die Witterung (zunehmende Temperatur und Trockenheit), die zu einer Meidung des Weidegangs durch die Kühe führt, in Frage.

3.3.2.1.2. Weidetorbesuche in Abhängigkeit von tierbezogenen Faktoren

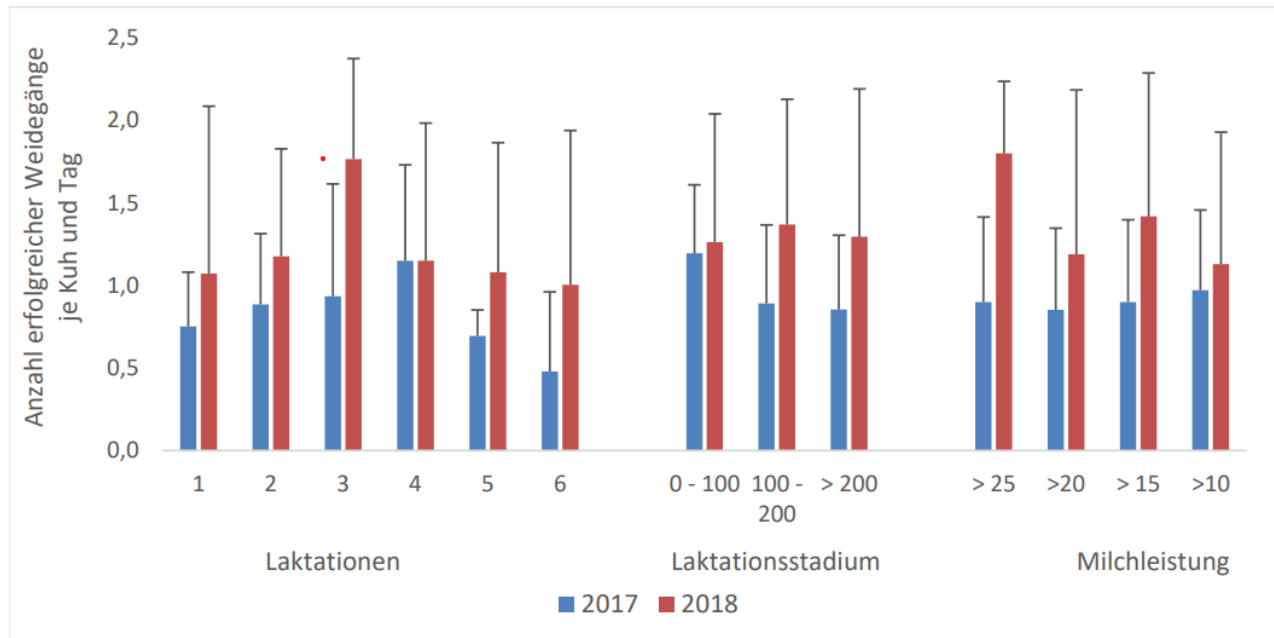


Abbildung 24: Mittlere Anzahl erfolgreicher Weidegänge der Fokustiere in den Jahren 2017 und 2018 (jeweils n=5) (Saur 2018).

Für die Einflüsse von Laktationszahl, Laktationsstadium und Milchleistung (Abb. 24 und 25) auf die Besuchsfrequenz am Weidetor muss berücksichtigt werden, dass im Jahr 2017 zu Beginn der Weideperiode die Tiere morgens komplett und ohne Tiererkennung auf die Weide gelassen wurden. Deshalb sind die Zahlen auch durchweg im Vergleich zum Jahr 2018 niedriger. Sie werden aus diesem Grund im Folgenden vernachlässigt. Bezüglich der Laktationsnummer ist erkennbar, dass die Fokustiere 2018 in der 3. Laktation im Mittel am häufigsten und in der 6. Laktation am seltensten auf die Weide gingen (Abb. 24). Ablehnungen hatten die Tiere in der 2. Laktation am wenigsten und in der 4. Laktation am häufigsten (Abb. 25).

Bei den Weidetorbesuchen der Fokustiere in unterschiedlichen Laktationsstadien gibt es bezüglich der erfolgreichen Torpassagen (Abb. 24) im Mittel keine großen Unterschiede. Im Gegensatz dazu steigt die Zahl der abgelehnten Weidegänge mit dem Laktationsstadium an (Abb. 25).

Die Fokustiere mit der höchsten täglichen Milchleistung (> 25 kg) haben im Mittel die meisten Torpassagen (Abb. 24). Die meisten Ablehnungen am Weidetor (Abb. 25) wurden im Mittel für die Tiere mit einer Milchleistung von 15 bis 20 kg Milch beobachtet.

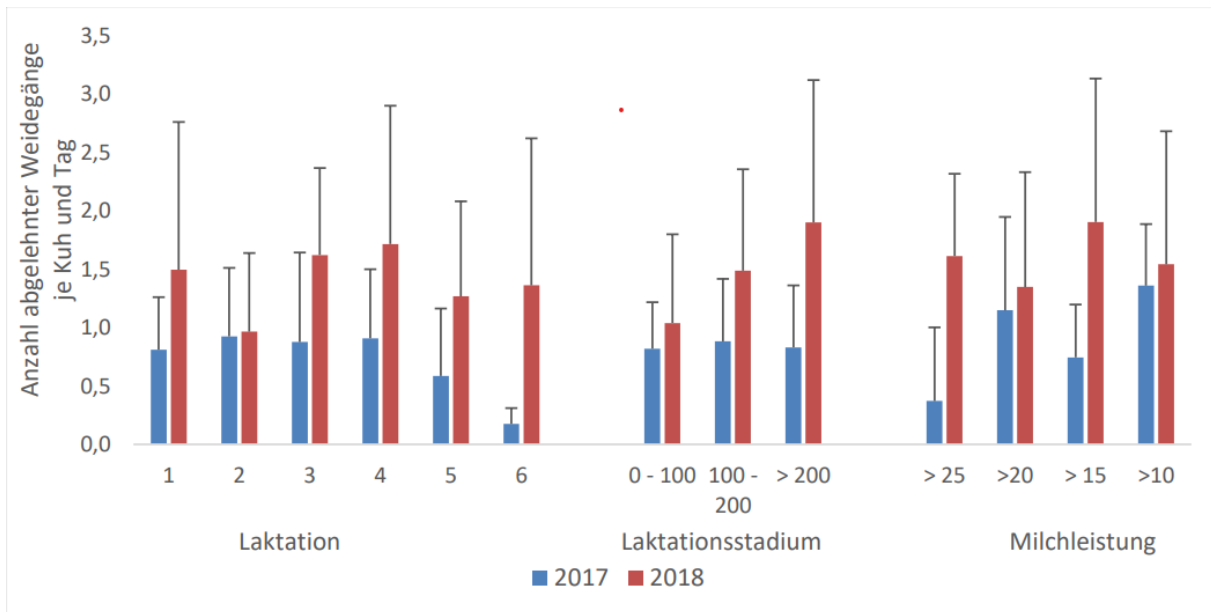


Abbildung 25: Durchschnittliche Anzahl abgelehnter Weidegänge der Fokustiere in den Jahres 2017 und 2018 (jeweils n=5) (Saur 2018).

Um den Zusammenhang zwischen erfolgreicher Melkung und erfolgreichem Weidetorbesuch abzubilden, wurde von Saur (2018) die Häufigkeit des Auftretens unterschiedlicher Zeitintervalle zwischen diesen beiden Ereignissen untersucht. Dazu wurden die bekannten Fokustiergruppen genutzt. In Abbildung 26 sind die Häufigkeiten verschiedener Zeitintervalle in Abhängigkeit der Merkmale Laktationsnummer, Laktationsstadium und täglicher Milchleistung dargestellt. Daraus wird erkennbar, dass vor allem bei erstlaktierenden Kühen häufiger längere Zeitintervalle zwischen erfolgreicher Melkung und erfolgreichem Weidetorbesuch beobachtet wurden. Gleiches gilt für die Fokustiere ab Laktationstag 200 als auch für die mit einer relativ niedrigen täglichen Milchleistung von 10 bis 15 kg. Kühe ab der 2. Laktation und eher Hochleistende wiesen häufiger einen auf eine Melkung schnell folgenden Weidegang auf.

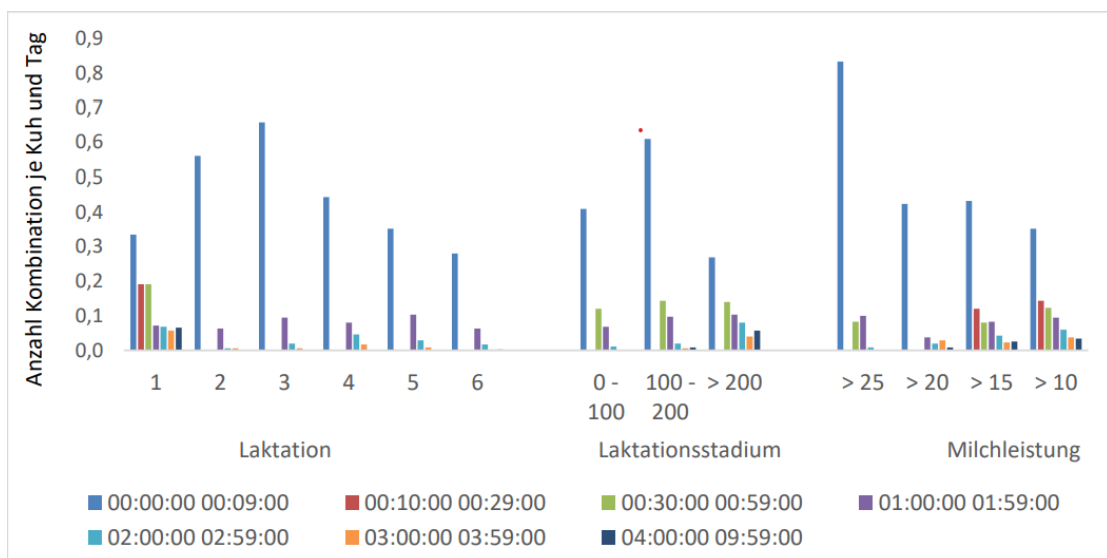


Abbildung 26: Anzahl unterschiedlicher Zeitintervalle zwischen „Melkung erfolgreich“ und „Weidegang erfolgreich“ der Fokustiere im Sommerzeitraum 2018 (jeweils n=5) (Saur 2018).

Auch Beigel (2020) hat die Zahl erfolgreicher und abgelehnter Weidetorbesuche in Abhängigkeit unterschiedlicher kuhbezogener Merkmale untersucht. In Abbildung 27 ist erkennbar, dass Kühe in der 4., gefolgt von Kühen in der 2. Laktation am aktivsten am Weidetor, ausgedrückt in der Summe von Torbesuchen in 2019, waren. Diese Beobachtungen weichen von denen von Saur (2018) ab, der diesbezüglich Kühe in der 3. Laktation am aktivsten gesehen hat. Diese Divergenz kann mit der jeweiligen Methodik oder auch einem Jahreseinfluss zu tun haben. Die Methodik der Untersuchung unterscheidet sich dahingehend, dass Saur (2018) lediglich mit 5 Fokustieren je Laktation gearbeitet während Beigel die gesamte Herde einbezogen hat. Auch bei Beigel (2020) überwog jeweils die Zahl der Ablehnungen am Weidetor gegenüber den erfolgreichen Passagen. Am wenigsten waren die Tiere in der 5. Laktation am Weidetor aktiv (Abb. 27). Abbildung 28 lässt erkennen, dass Kühe zum Ende der Laktation mehr Aktionen am Weidetor aufwiesen als zu Beginn der Laktation.

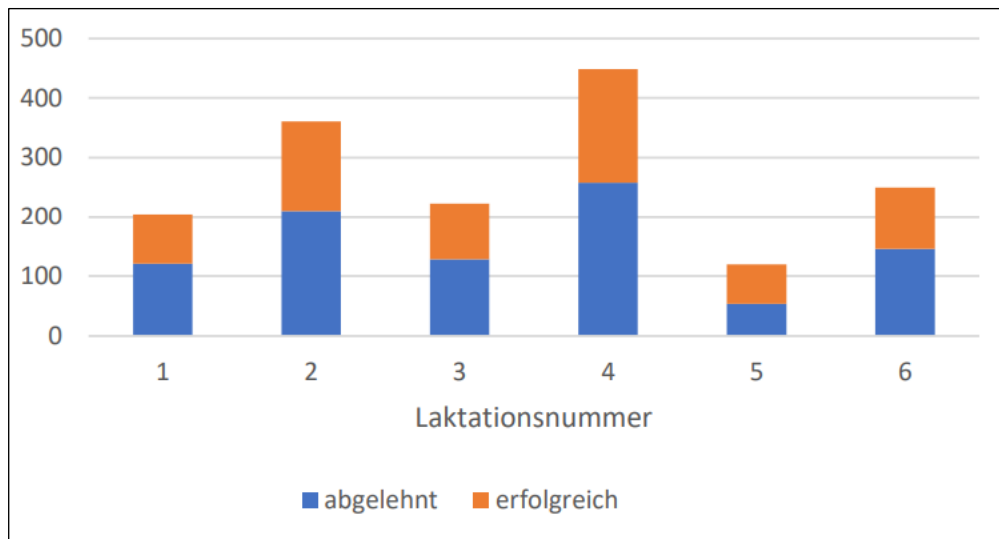


Abbildung 27: Mittlere Anzahl Tiererkennungen am Weidetor nach Laktationsnummer 2019 (Beigel 2020).

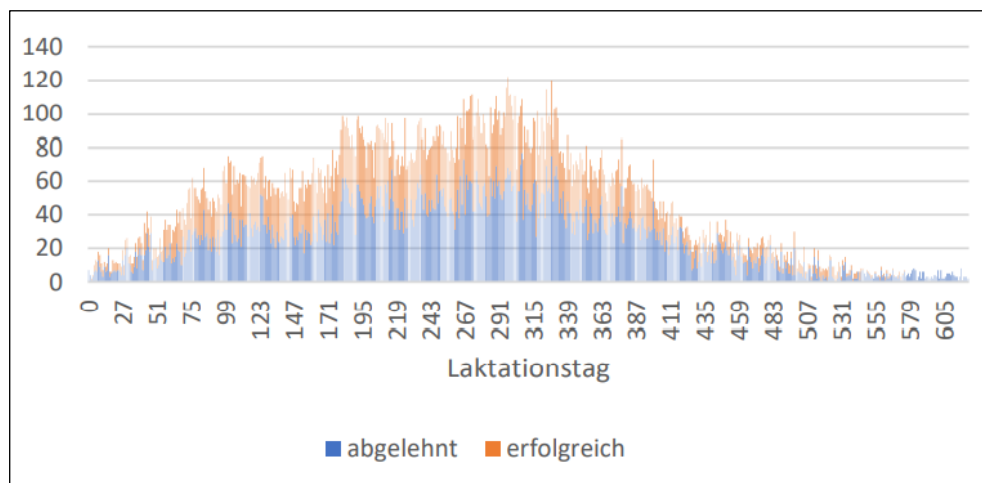


Abbildung 28: Mittlere Anzahl Tiererkennungen am Weidetor nach Laktationstag 2019 (Beigel 2020).

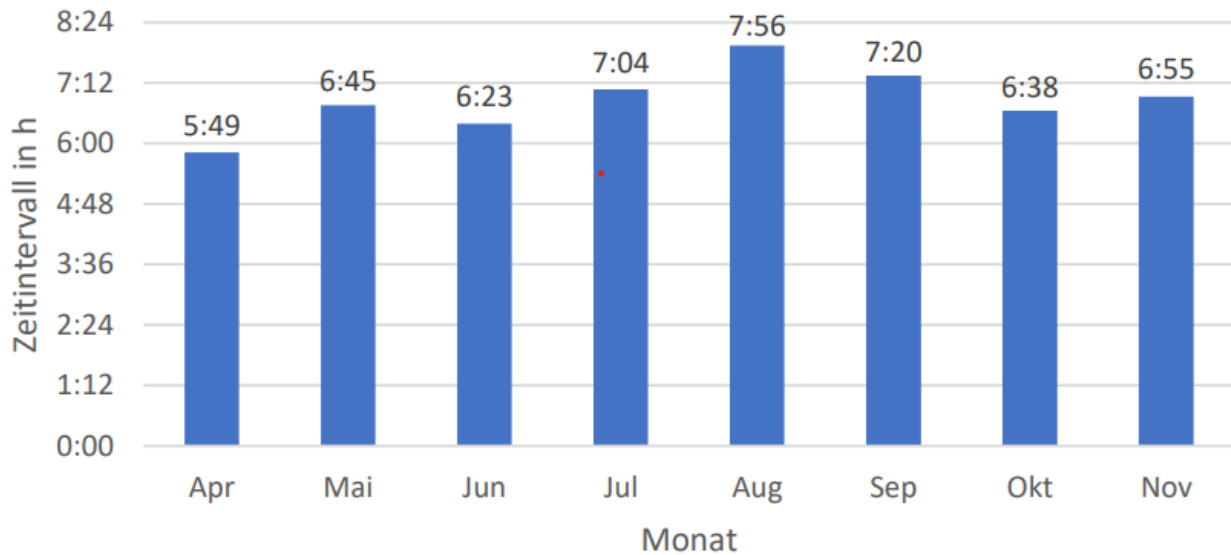


Abbildung 29: Mittleres Zeitintervall zwischen Weidegang und AMS-Besuch nach Kalendermonat 2019 (Beigel 2020).

Abbildung 29 enthält Informationen über ein Hilfskriterium bezüglich der Dauer von Weidegängen, dem mittleren Zeitintervall zwischen Weidetordurchgang und AMS-Besuch. Dieses Intervall war im August mit 7 Stunden und 56 Minuten (7:56) am längsten während es im April mit 5:49 am kürzesten war. Abbildung 30 enthält diesen Parameter auf Basis von einzelnen Tagen. Der Spitzenwert lag bei 11:09 mittleres Zeitintervall am 11. Juli. Die Minimalwerte betragen 1:43 am 12. April, 2:11 am 01. November und 2:17 am 04. November.

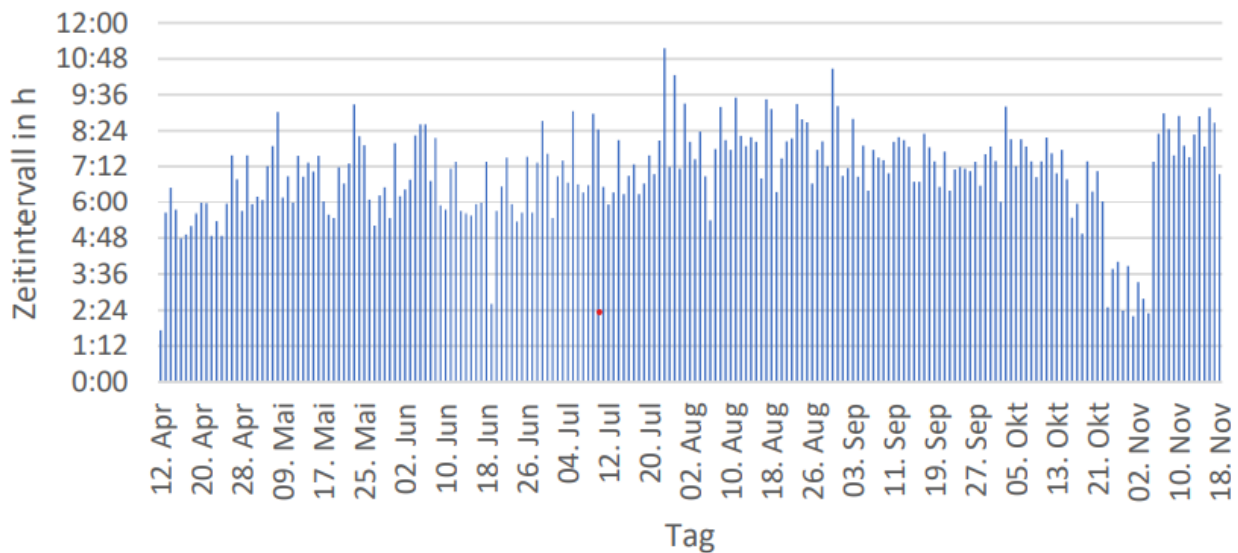


Abbildung 30: Mittleres Zeitintervall zwischen Weidegang und AMS-Besuch nach Kalendertag 2019 (Beigel 2020).

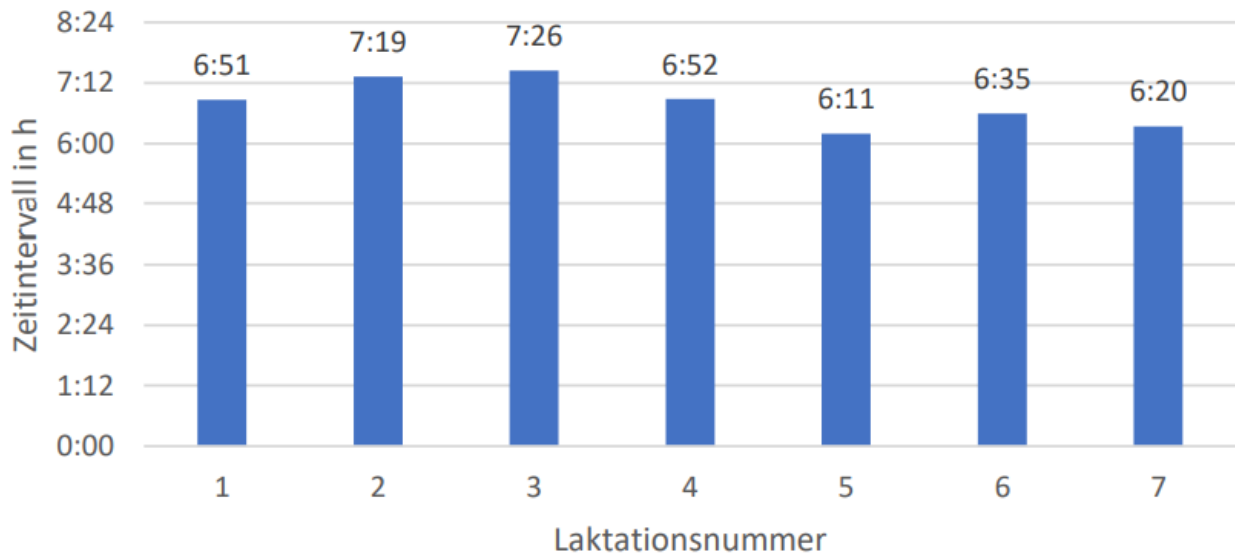


Abbildung 31: Mittleres Zeitintervall zwischen Weidegang und AMS-Besuch nach Laktationsnummer 2019 (Beigel 2020).

Nach Abbildung 31 war das Zeitintervall bei Kühen in der 3. Laktation mit im Mittel 7:26 am längsten während es bei den Kühen in der 5. Laktation mit 6:11 am kürzesten war. Die Werte dieses Parameters steigen von der 1. bis zur 3. Laktation an, um anschließend mit Ausnahme der 6. Laktation abzunehmen.

Die nachfolgenden eigenen Auswertungen erfolgten mit den gleichen Datensätzen mit Hilfe statistischer Methoden und entsprechender Datenaufbereitung und -korrektur.

3.3.2.2. Statistische Auswertungen

3.3.2.2.1. Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer

Die statistische Auswertung der Anzahl Tieridentifikationen an Weide-Selektionstor und AMS hat für die Jahre 2017 und 2019 keinen signifikanten Jahreseffekt auf die Parameter „mittlere Anzahl von Weidetorpassagen je Tag und Tier“ (nachfolgend „Anzahl Weidegänge“) sowie „Zeitintervall in Minuten zwischen erfolgreichem Passieren des Weidetors und folgender Registrierung am Weidetor oder AMS aufsummiert pro Kuh und Tag“ (nachfolgend „tägliche Weidegangdauer“) ergeben. Auch für das Laktationsstadium der Kühe konnte kein signifikanter Einfluss auf die beiden Parameter nachgewiesen werden. Dagegen hat die Laktationsnummer der Kühe als fester Effekt auf beide Parameter einen hochsignifikanten Einfluss (Tabellen 20 und 21).

Tabelle 20: Ergebnisse aus SAS der statistischen Prüfung der festen Effekte Jahr, Laktationsnummer (Lnrcl) und Laktationstag (LTGcl) auf die Anzahl Weidegänge

| Effekt | p-Wert | signifikant |
|--------|---------|-------------|
| Jahr | 0,9182 | nein |
| Lnrcl | < 0,001 | *** |
| LTGcl | 0,6638 | nein |

Tabelle 21: Ergebnisse aus SAS der statistischen Prüfung der festen Effekte Jahr, Laktationsnummer (Lnrc1) und Laktationstag (LTGcl) auf die tägliche Weidegangdauer (min pro Kuh und Tag)

| Effekt | p-Wert | signifikant |
|--------|---------|-------------|
| Jahr | 0,3421 | nein |
| Lnrc1 | < 0,001 | *** |
| LTGcl | 0,8318 | nein |

Abbildung 32 zeigt, dass die Spannweite der Anzahl täglicher Weidegänge in Betrieb L zwischen 0 und 3,47 beträgt. Das Maximum von 3,47 stellt statistisch betrachtet einen Ausreißer dar. Die Hälfte der gemessenen Werte liegt zwischen 0,36 bis 1,58 täglicher Weidegänge (2. und 3. Quartil), der Median beträgt 0,9 und das arithmetische Mittel im 2. und 3. Quartil ist 1,03. Dieser Wert liegt zwischen den von Saur (2018) erhobenen Werten der Jahre 2017 und 2018 (vgl. Abb. 17) und korrespondiert somit.

Das untere Viertel der Beobachtungen liegt zwischen 0 und 0,36 (1. Quartil), das obere zwischen 1,58 und 3,33 (4. Quartil). Daraus folgt, dass geringe Weidegangfrequenzen deutlich häufiger beobachtet wurden als relativ hohe Zahlen von täglichen Weidegängen.

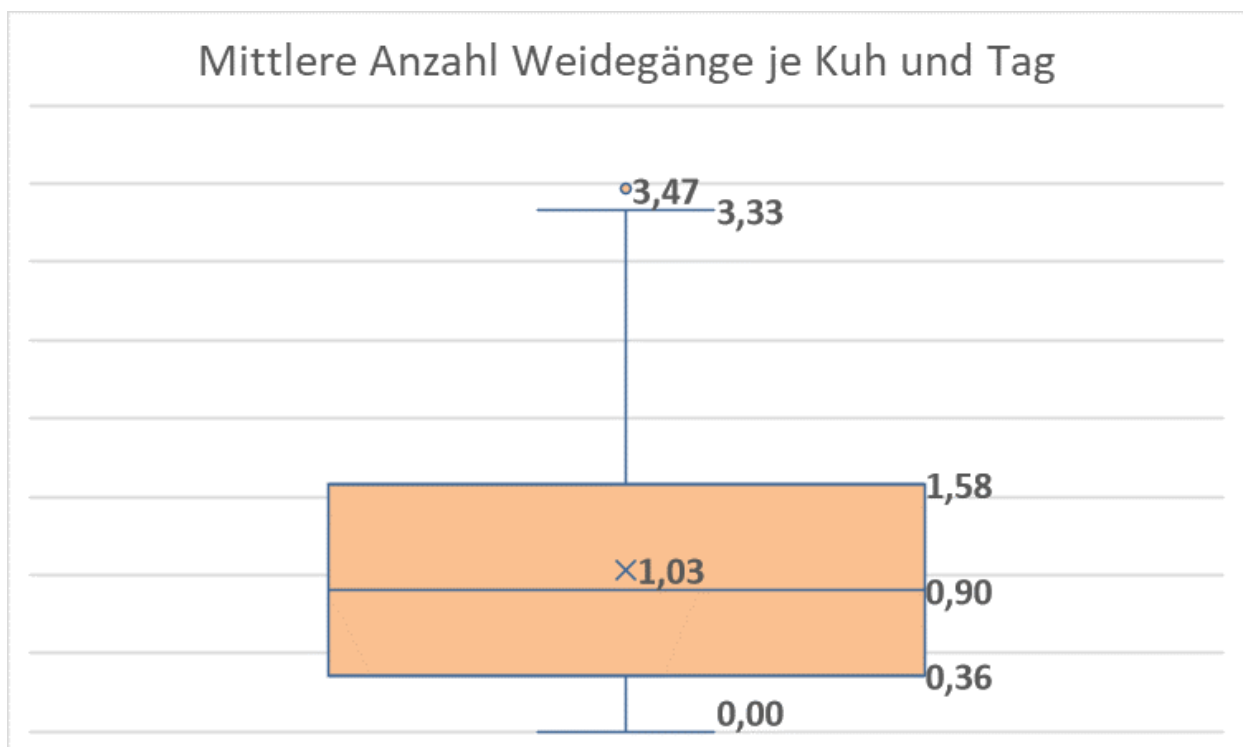


Abbildung 33: Box-Plot-Darstellung der Daten Anzahl Weidegänge auf Basis Monatsmittelwerte je Tier und Tag (n=435).

Abbildung 33 zeigt, dass die Spannweite der mittleren Weidegangdauer in Betrieb L zwischen 0 und 1.073 Minuten (17,9 Stunden) beträgt. Die Hälfte der gemessenen Werte liegt zwischen 153 (2,5 Stunden) und 569 (9,5 Stunden) Minuten mittlerer Weidegangdauer (2. und 3. Quartil), der Median beträgt 0,9 und das arithmetische Mittel im 2. und 3. Quartil ist 1,03.

Median beträgt 357 (5,9 Stunden) und das arithmetische Mittel im 2. und 3. Quartil beträgt 382 Minuten (6,4 Stunden). Das untere Viertel der Beobachtungen liegt zwischen 0 und 153 Minuten (1. Quartil), das obere zwischen 569 und 1.073 Minuten (4. Quartil). Daraus folgt, dass kürzere Weidegangdauern deutlich häufiger beobachtet wurden als relativ lang andauernde Weidegänge.

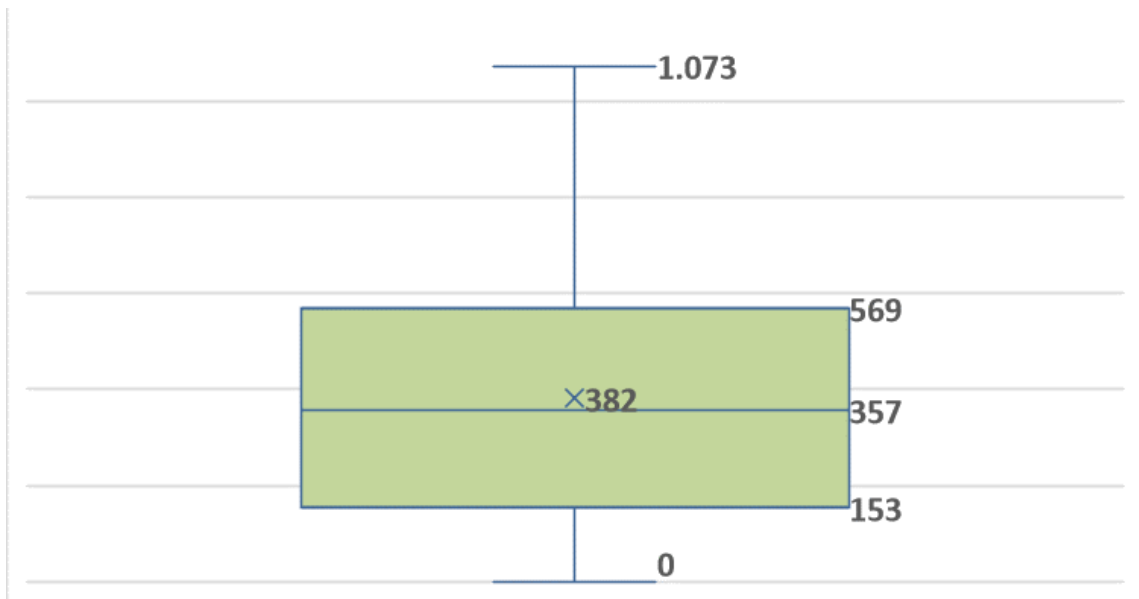


Abbildung 33: Box-Plot-Darstellung der Daten Weidegangdauer auf Basis Monatsmittelwerte je Tier (n=435).

Tabelle 22: Mittelwerte der Tiere im 1. und 4. Quartil der Anzahl Weidegänge je Tag (Basis Monatsmittelwerte je Tier)

| | Anzahl Weidegänge | Weidegangdauer (min) | Lakt. Nr. | Lakt. Tag |
|------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|
| 4. Quartil | 2,2 | 717 | 2,7 | 253 |
| 1. Quartil | 0,1 | 45 | 3,5 | 220 |

Um Tiere zu charakterisieren, die überdurchschnittlich viel bzw. wenig auf die Weide gehen, wurden die Mittelwerte der Parameter der jeweiligen 1. und 4. Quartile in den Tabellen 22 und 23 gegenübergestellt. Für das 4. Quartil des Parameters Anzahl Weidegänge wurden im Mittel 2,2 tägliche Weidegänge gemessen. Die mittlere, tägliche Weidegangdauer pro Monat dieser Kühe betrug 717 Minuten und damit knapp 12 Stunden. Die Tiere wiesen im Mittel 2,7 Laktationen auf und befanden sich im 253. Laktationstag. Die Kühe im 1. Quartil mit lediglich 0,1 täglichen Weidegängen und 45 Minuten Weidegangdauer waren älter (3,5 Laktationen) und befanden sich etwas früher in der Laktation (220. Tag) (vgl. Tabelle 22).

Tabelle 23: Mittelwerte der Tiere im 1. und 4. Quartil der Weidegangdauer (Basis Monatsmittelwerte je Tier)

| | Anzahl Weidegänge | Weidegangdauer (min) | Lakt. Nr. | Lakt. Tag |
|------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|
| 4. Quartil | 2,0 | 751 | 2,7 | 262 |
| 1. Quartil | 0,1 | 41 | 3,4 | 213 |

Für das 4. Quartil des Parameters Weidegangdauer wurden im Mittel 2,0 tägliche Weidegänge gemessen. Die mittlere Weidegangdauer betrug 751 Minuten und damit 12,5 Stunden. Die Tiere wiesen im Mittel 2,7 Laktationen auf und befanden sich im 262. Laktationstag. Die Kühe im 1. Quartil mit lediglich 0,1 täglichen Weidegängen und 41 Minuten Weidegangdauer waren älter (3,4 Laktationen) und befanden sich etwas früher in der Laktation (213. Tag) (vgl. Tabelle 23). Aus den beiden Tabellen lässt sich ein relativ enger Zusammenhang zwischen den beiden Parametern Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer ableiten. Kühe mit intensiverer Weidegangaktivität sind jünger und in der Laktation fortgeschrittener als Kühe, die weniger und kürzer auf die Weide gehen.

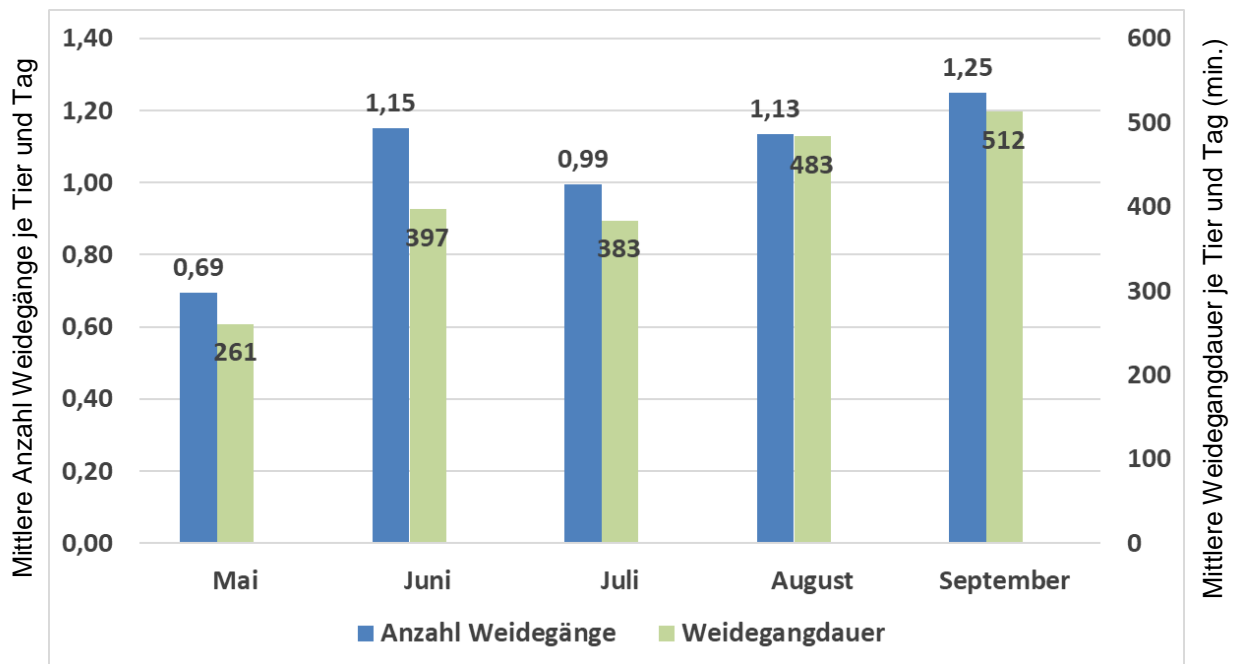


Abbildung 34: Mittlere Anzahl Weidegänge je Tier und Tag und mittlere Weidegangdauer je Tier (min.) nach Kalendermonat im Jahr 2019 (Basis Monatsmittelwerte je Tier).

Auch Abbildung 34 spiegelt den Zusammenhang von Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer wider. Beide Parameter steigen von Mai zum Juni 2019 an, gehen im Juli zurück, um anschließend im August und September jeweils wieder anzusteigen. Das Maximum wird für beide Parameter im September erreicht. Die mittlere Laktationsnummer der Kühe beträgt 3,14 für diese Beobachtungsperiode. Der mittlere Laktationstag beträgt im Mai 197 Tage und nimmt folglich von Monat zu Monat um 30 bzw. 31 Tage zu. Tabelle 24 enthält außerdem mittlere Temperaturwerte für die einzelnen Monate. Beigel (2020) hat einen entsprechenden Verlauf der Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer für 2019 erhoben (vgl. Abb. 19). Während er im Jahr 2018 von Mai bis Juli jeweils abnehmende Werte beobachtet hat (vgl. Abb. 18). Die unterschiedlichen Ergebnisse im Verlauf der Vegetationsperioden verschiedener Jahre mögen stark witterungsbedingt sein. Auch kommen Veränderungen im Management der Milchviehherde als Ursache in Frage.

Tabelle 24: Mittelwerte verschiedener Parameter nach Kalendermonaten im Jahr 2019

| Monat | Anzahl Weidegänge je Tier und Tag | Mittlere Weidegangdauer (min.) | Laktationstag | Mittlere Temperatur °C |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------|------------------------|
| Mai | 0,69 | 261 | 197 | 8,7 |
| Juni | 1,15 | 397 | 227 | 17,9 |
| Juli | 0,99 | 383 | 258 | 18,0 |
| August | 1,13 | 483 | 288 | 16,7 |
| September | 1,25 | 512 | 319 | 11,9 |

3.3.2.2. Korrelation zwischen Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer

Abbildung 35 stellt als Punktediagramm den engen Zusammenhang zwischen den Parametern Anzahl Weidegänge und tägliche Weidegangdauer dar. Der Korrelationskoeffizient R^2 beträgt 0,90. Die Regressionsgleichung lautet:

$$\bar{\text{Weidegangdauer, min}} = 49,25 + 319,78 \cdot \bar{\text{Anzahl Weidegänge}}$$

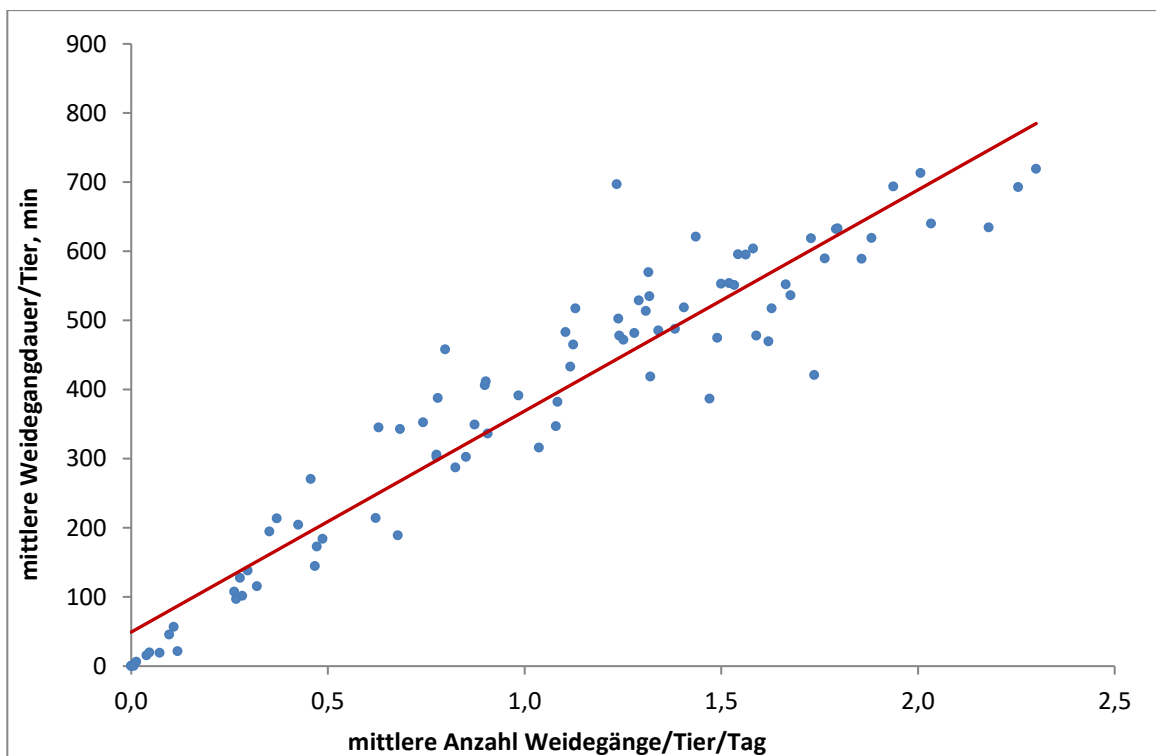


Abbildung 35: Mittlere Anzahl Weidegänge in Abhängigkeit der mittleren Weidegangdauer (Basis Jahresmittelwerte).

Die enge Korrelation bestätigt den deskriptiven Eindruck aus den Tabellen 22 und 23.

Eine Auflistung und Gegenüberstellung der Kühe mit Beobachtungen im 4. Quartil („weideaktiv“) und 1. Quartil („weidepassiv“) auf Basis der Jahresmittelwerte spiegelt die hohe Korrelation zwischen Anzahl Weidegänge und täglicher Weidegangdauer ebenfalls wider (Tabelle 25). Beide Parameter scheinen sich in der Richtung ihrer Ausprägung auf Einzeltierebene zu vereinen. Es gibt jeweils eine vergleichsweise hohe Anzahl von Tieren, die in beiden Parametern im gleichen Quartil beobachtet wurden (mit gleicher Farbe markiert). Das heißt Kühe, die relativ oft auf die Weide gehen, bleiben dort auch über den Tag aufsummiert überdurchschnittlich lange und umgekehrt. Kuhnummern, die in der Tabelle zweimal aufgeführt sind, wurden in den Jahren 2017 und 2019 im jeweiligen Quartil beobachtet. Für die Kühe 74 und 172 trifft das auf das 1. Quartil der Anzahl Weidegänge zu. Seltene Weidegänge scheinen bei diesen Tieren besonders manifestiert zu sein. Für die Kuh Nr. 56 trifft das auf eine lange Weidegangdauer zu. Die Kuh Nr. 39 nimmt eine Sonderrolle ein. Sie gehört bezüglich der Weidegangdauer in einem der beiden betrachteten Jahre dem 4. Quartil und im anderen Jahr dem 1. Quartil an. In einem der beiden Jahre wurde sie im 1. Quartil der Anzahl Weidegänge beobachtet.

Tabelle 25: Liste der Tiere mit Beobachtungen im 1. („weidepassiv“) und 4. („weideaktiv“) Quartil der Anzahl Weidegänge und tägliche Weidegangdauer (Basis Jahresmittelwerte, gleiche Farbe markiert gleiche Tiere in unterschiedlicher Spalte)

| Anz. Weidegänge 4. Quartil | Anz. Weidegänge 1. Quartil | Weidegangdauer 4. Quartil | Weidegangdauer 1. Quartil |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 3 | 1 | 3 |
| 4 | 13 | 20 | 13 |
| 20 | 39 | 24 | 39 |
| 23 | 47 | 29 | 47 |
| 24 | 73 | 34 | 73 |
| 27 | 74 | 36 | 74 |
| 34 | 74 | 37 | 80 |
| 36 | 80 | 39 | 82 |
| 37 | 82 | 43 | 84 |
| 43 | 84 | 48 | 87 |
| 48 | 90 | 56 | 90 |
| 54 | 112 | 56 | 112 |
| 56 | 122 | 58 | 122 |
| 58 | 126 | 59 | 126 |
| 63 | 133 | 63 | 133 |
| 68 | 155 | 67 | 155 |
| 70 | 162 | 70 | 161 |
| 97 | 163 | 97 | 162 |
| 98 | 172 | 98 | 163 |
| 127 | 172 | 127 | 172 |
| 189 | 185 | 189 | 185 |
| 196 | 200 | 196 | 200 |

Differenzierter wird das Bild, wenn die Zuordnung und Betrachtung der Einzeltiere auf das 1. und 4. Quartil auf Basis von Monatsmittelwerten erfolgt (Tabelle 26). Es wurden Tiere in den Vergleich aufgenommen, die mindestens vier Monatswerte im jeweiligen Quartil aufweisen, um Ausreißer zu eliminieren und Tiere mit tatsächlich relativ ausgeprägtem Verhalten bezüglich der Parameter zu berücksichtigen. Im 1. Quartil befinden sich zwei Kühe, die in einem Jahr überhaupt nicht auf die Weide gingen. Es handelt sich um die Kuh Nr. 84 im Jahr 2019 und die Kuh Nr. 90 im Jahr 2017.

Zwei Kühe sind außerdem mit vier 0-Werten im 1. Quartil beider Parameter enthalten (133 und 155). Im 4. Quartil gibt es im Vergleich zum 1. Quartil deutlich weniger Tiere, die in beiden Parametern vertreten sind (vier Tiere vs. 13 Tiere). Auch ist die absolute Anzahl der vertretenen Tiere in der Liste, selbst unter Ausschluss der Kühe ohne jeglichen Weidegang, niedriger. Daraus lässt sich schließen, dass eine hohe Weideaktivität weniger tierbezogenen Einflüssen unterliegt als eine geringe Weideaktivität. Anders ausgedrückt, ist eine geringe Anzahl an Weidegängen und kurze tägliche Weidegangdauer stärker einzeltierbezogen als häufige Weidegänge und lange Aufenthalte auf der Weide. Auch die größere Spannweite im 4. Quartil als im 1. Quartil, sowohl im Hinblick auf die Anzahl Weidegänge als auch im Hinblick auf die tägliche Weidegangdauer (Abb. 32 und 33), kann ein Hinweis darauf sein, dass hohe Weideaktivität starken sonstigen Einflüssen unterliegt. Hierzu könnte etwa die Witterung oder das Futterangebot auf der Weide zählen.

Tabelle 26: Liste der Tiere im 1. und 4. Quartil der Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer (Basis Monatsmittelwerte, mindestens vier Datensätze im Quartil, gleiche Farbe markiert gleiche Tiere in unterschiedlicher Spalte)

| Anz. Weidegänge 4. Quartil | Anz. Weidegänge 1. Quartil | Weidegangdauer 4. Quartil | Weidegangdauer 1. Quartil |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 39 | 24 | 13 |
| 20 | 47 | 29 | 39 |
| 23 | 73 | 36 | 82 |
| 24 | 74 | 43 | 84 |
| 27 | 84 | 48 | 90 |
| 34 | 90 | 56 | 112 |
| 36 | 112 | 97 | 122 |
| 48 | 122 | 189 | 126 |
| 56 | 126 | | 133 |
| 70 | 133 | | 155 |
| 127 | 155 | | 162 |
| | 162 | | 163 |
| | 163 | | 172 |
| | 172 | | 185 |
| | 185 | | 200 |
| | 200 | | |

3.3.2.2.3. Einfluss von Laktationsnummer und Laktationsstadium auf die Anzahl Weidegänge und Weidegangdauer

Die Anzahl an Weidegängen nahm im Jahresmittel je Tier und Tag von der 1. (Laktationsnummernklasse (Lnrcl) 1) bis zur 3./4. Laktation (Lnrcl 3) zu. Ältere Kühe mit 5 und mehr Laktationen (Lnrcl 5) gingen am seltensten auf die Weide. Kühe der 3. und 4. Laktation erreichten einen Wert von im Mittel 1,38 täglicher Weidegänge. Die Unterschiede zu Kühen in der 1. Laktation und zu Kühen mit 5 und mehr Laktationen waren höchst signifikant. Letztere kamen lediglich auf einen Wert von 0,57. Der Unterschied zwischen den Ältesten zu Kühen in der 2. Laktation war hoch signifikant. Kühe in der 1. Laktation kamen auf einen Mittelwert von 0,82. Die Differenz zu Kühen in der 2. Laktation (1,21) waren signifikant. Das Maximum erreichten mit 2,3 täglichen Weidegängen im Jahresmittel ebenfalls Kühe in der 3. und 4. Laktation (Abb. 36). Saur (2018) hat für das Jahr 2018 mit Hilfe von Fokustieren ein vergleichbares Ergebnis erhoben (vgl. Abb. 24).

Für die Tiere in der 3. Laktation konnte er die häufigsten Weidegänge nachweisen. Die Beobachtungen von Beigel (2020) im Jahr 2019 gingen in die gleiche Richtung. Zwar hat er für die Tiere in der 3. Laktation weniger Weidegänge gefunden als für Tiere in der 2 und 4. Laktation, allerdings erreichten die Kühe in der 4. Laktation das Maximum, während ältere Tiere deutlich abfielen (Abb. 27).

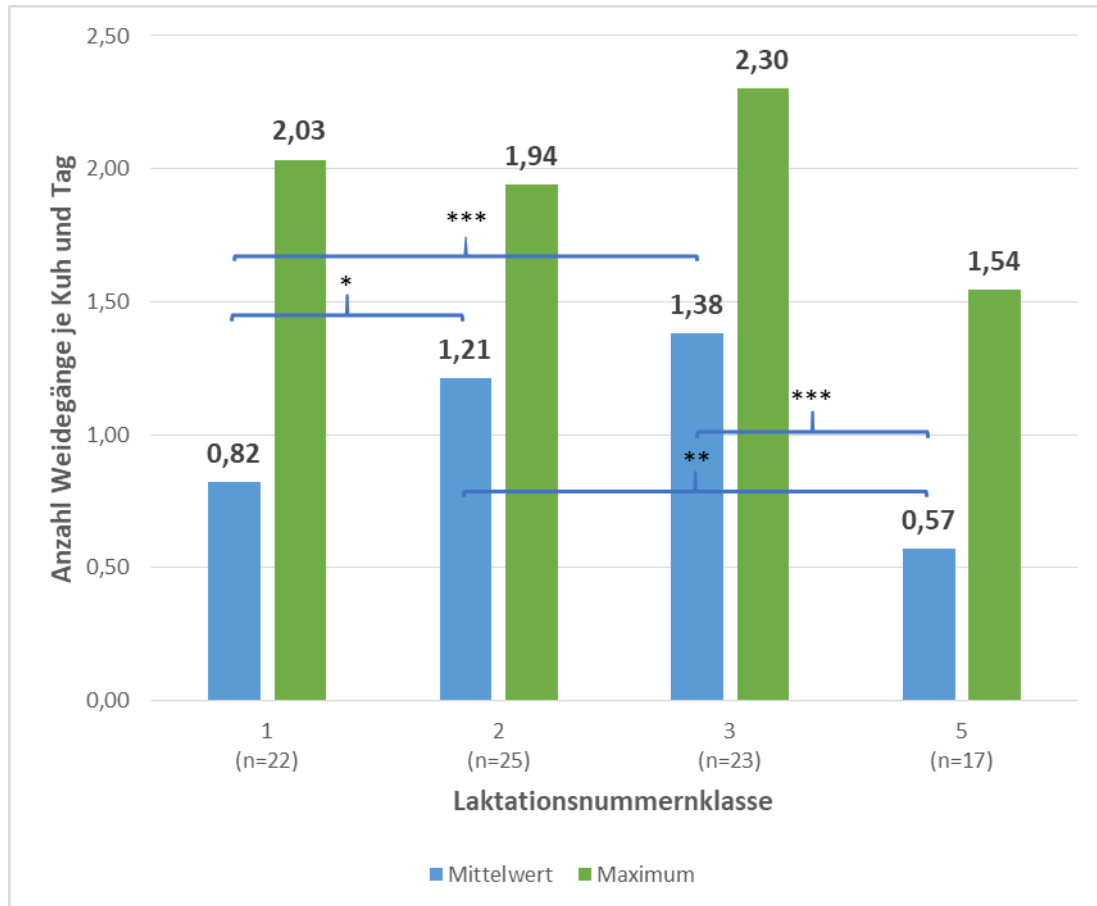


Abbildung 36: Mittlere Anzahl Weidegänge je Kuh und Tag in Abhängigkeit der Laktationsnummer mit Signifikanzen im paarweisen Mittelwertvergleich (Basis Jahresmittelwerte je Tier und Tag).

Im Verlauf der Laktation bewegten sich die Jahresmittelwerte der Anzahl Weidegänge zwischen 0,93 (Laktationstagklasse (LTGcl) 5: ≥ 300 . Laktationstag) und 1,40 (LTGcl 4: 250. bis 299. Laktationstag). Die Unterschiede zwischen den Laktationstagklassen waren nicht signifikant und wiesen nicht einmal eine statistische Tendenz auf. Der höchste Maximalwert (2,30) wurde in der Laktationstagklasse 5, der niedrigste (1,80) in der Klasse 2 (150. bis 199. Laktationstag) erreicht (Abb. 37).

Die Weidegangdauer nahm im Jahresmittel je Tier und Tag von der 1. (Lnrcl 1) bis zur 3./4. Laktation (Lnrcl 3) zu. Ältere Kühe mit 5 und mehr Laktationen (Lnrcl 5) gingen am kürzesten auf die Weide. Dieser Verlauf entspricht dem des Parameters Anzahl Weidegänge (Abb. 38). Kühe der 3. und 4. Laktation erreichten einen Wert von im Mittel 497 Minuten (8,3 Stunden) Weidegangdauer. Die Unterschiede zu Kühen in der 1. Laktation waren hoch und zu Kühen mit 5 und mehr Laktationen höchst signifikant. Letztere kamen lediglich auf einen Wert von im Mittel 206 Minuten (3,4 Stunden). Der Unterschied zwischen den Ältesten zu Kühen in der 2. Laktation (Lnrcl

2) war höchst signifikant. Kühe in der 1. Laktation kamen auf einen Mittelwert von 302 Minuten (5,0 Stunden). Die Differenz zu Kühen in der 2. Laktation (455 Minuten, 7,6 Stunden) war hoch signifikant. Das Maximum erreichten mit 719 Minuten Weidegangdauer im Jahresmittel ebenfalls Kühe in der 3. und 4. Laktation (Abb. 38).

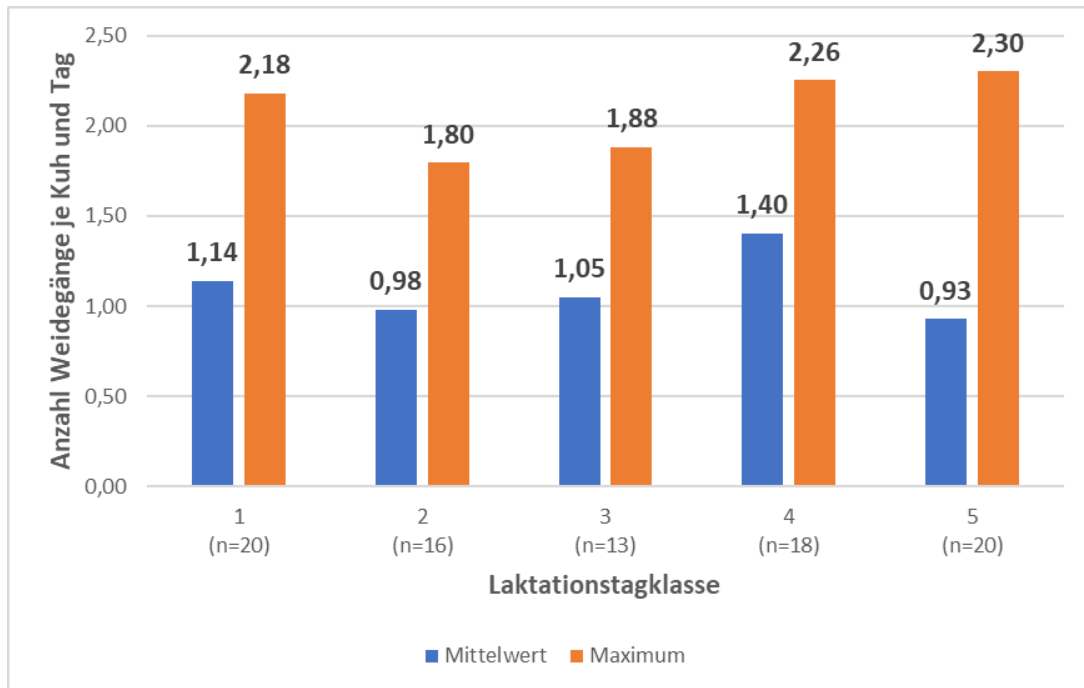


Abbildung 37: Mittlere Anzahl Weidegänge je Kuh und Tag in Abhängigkeit des Laktationsstadiums (Basis Jahresmittelwerte je Tier und Tag).

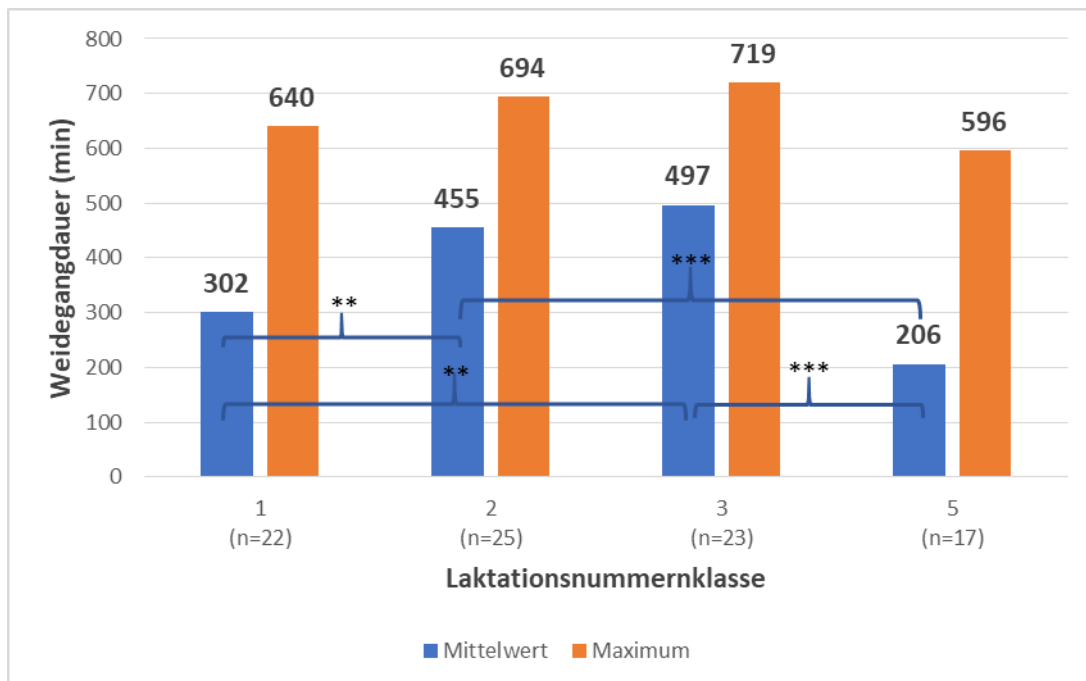


Abbildung 38: Mittlere Weidegangdauer in Abhängigkeit der Laktationsnummer mit Signifikanzen im paarweisen Mittelwertvergleich (Basis Jahresmittelwerte je Tier).

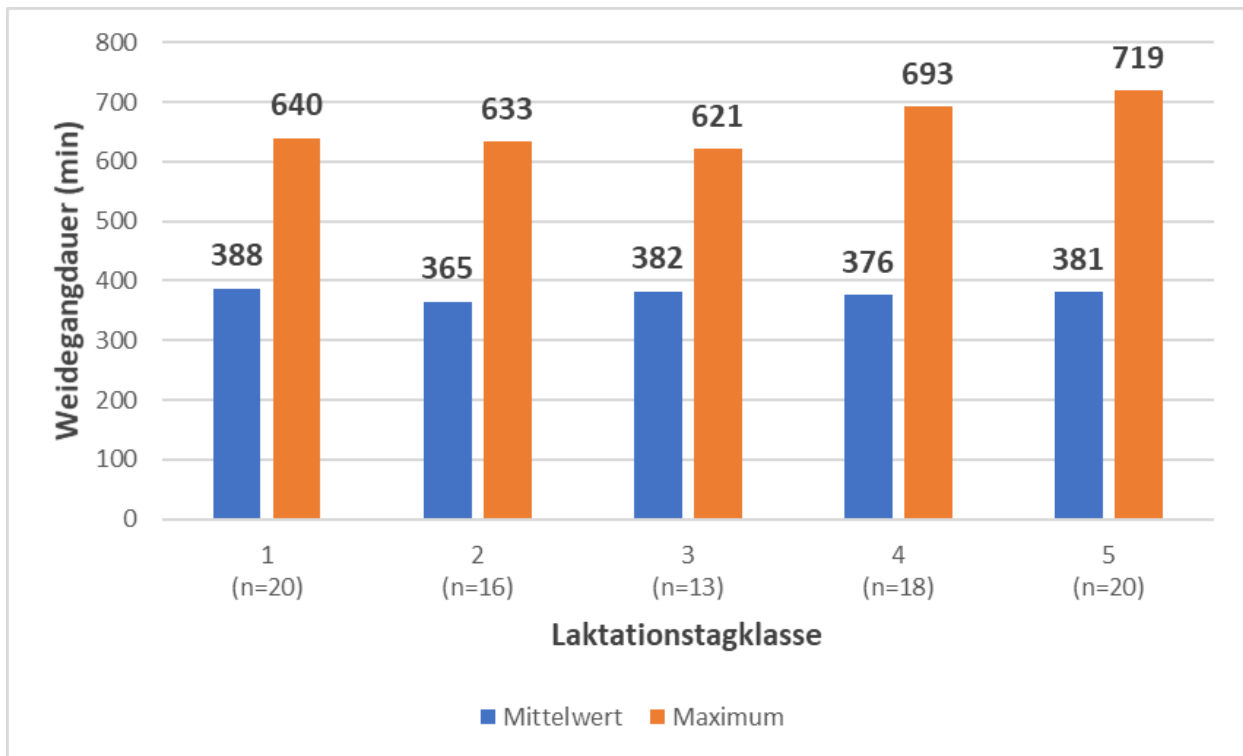


Abbildung 39: Mittlere Weidegangdauer in Abhängigkeit des Laktationsstadiums (Basis Jahresmittelwerte je Tier).

Im Verlauf der Laktation bewegten sich die Jahresmittelwerte der Weidegangdauer zwischen 365 Minuten (LTGcl 2) und 388 Minuten (LTGcl 1). Die Unterschiede zwischen den Laktationstagklassen waren nicht signifikant und wiesen nicht einmal eine statistische Tendenz auf. Der höchste Maximalwert (719) wurde in der Laktationstagklasse 5, der niedrigste (621) in der Klasse 3 erreicht (Abb. 39).

4. Empfehlungen für die Praxis und Schlussfolgerungen

4.1. Voraussetzungen und Empfehlungen für die Praxis

Ähnlich den Konzepten von Philipsen et al. (2015) für die Niederlande wurden in Zusammenarbeit mit der HBLFA Raumberg-Gumpenstein aus den Ergebnissen dieser Studie Beratungsempfehlungen für die betrieblichen Strukturen in Süddeutschland und Österreich formuliert. Diese wurden in der ÖAG-Info 6/2017 (Eilers et al. 2017) zusammengestellt.

4.1.1. Betriebliche Voraussetzungen

Als einzig unabdingbare betriebsstrukturelle Bedingung für die Umsetzbarkeit von Weidegang und automatischem Melksystem ist das Vorhandensein von Weidefläche in AMS- bzw. Stallnähe, möglichst mit direktem Verbindungsweg zwischen Weide und Stall, zu nennen. Eine kurze Entfernung zwischen Melksystem und Weidefläche ist grundsätzlich positiv. Charlton et al. (2013) haben in einer britischen Studie festgestellt, dass die Aufenthaltsdauer auf der Weide während des Tages mit zunehmender Entfernung der Weide vom Stall abnimmt, allerdings bei konventionellem Melkverfahren. In schwedischen Untersuchungen wurden bei einer Entfernung von 260 m im Vergleich zu 50 m zwischen Stall und Weide negative Auswirkungen auf Milchleistung, Melkintervall und mit fortschreitender Saison auf die Weidezeit festgestellt (Spörndly und Wredle 2004). Bei weiteren Strecken als etwa 300 Meter kann es entsprechend zu erhöhtem Nachtreibeaufwand kommen. Allerdings hängen diese Effekte stark vom sonstigen Management ab. Förderlich ist auf jeden Fall auch, wenn vom Stallausgang aus jede Stelle der Weide sichtbar ist und umgekehrt. Die notwendigen technischen Rahmenbedingungen für Weidegang, wie geeignete Triebwege, Wasserversorgung, Weidezaun, lassen sich mit überschaubarem Aufwand herstellen.

4.1.2. Steuerung des Weidezugangs

Das häufig formulierte betriebliche Ziel ist, den Nachtreibeaufwand, also das gezielte Verbringen von Einzeltieren an das AMS, auf ein Minimum zu reduzieren. Im Stall wird dies schon oft als lästig empfunden, auf der Weide steigt der Aufwand durch längere Wege erheblich. Eine gute Ausnutzung der Weideleistung bei einer passablen Arbeitswirtschaft ist nur möglich, wenn eine gewisse Form der Steuerung beim Weidezugang stattfindet. Es wird zwischen freiem, selektivem und geblocktem Zugang zur Weide unterschieden. Der selektive Zugang kann automatisch oder manuell erfolgen. Bei letzterem wird eine Selektion ohne technischen Zusatzaufwand vorgenommen. Sie ist allerdings arbeitsaufwändig und praktisch nicht relevant. Unter geblocktem Zugang versteht man das „Aussperren“ der gesamten Herde aus dem Stall, zum Beispiel auf eine Weidefläche die keinen freien Kuhverkehr zwischen Weide und Stall erlaubt. Das kann der Fall sein, wenn die Fläche durch eine Straße oder einen öffentlichen Weg vom Stallzugang getrennt ist. Da während der Weidezeit unter diesen Bedingungen keine Melkungen am AMS stattfinden, trägt diese Variante zu einer eingeschränkten Auslastung des AMS bei. In der Praxis sind deshalb der freie und der automatisch selektiv-gelenkte Zugang zur Weide von besonderer Bedeutung. Beim freien Weidezugang können die Kühe während der Weidezeit frei zwischen Stall und Weidefläche verkehren (Stalltür und Weidezugang offen). Deutlich effektiver in Hinblick auf die Auslastung des AMS und Reduzierung des Nachtreibeaufwandes ist eine selektive Steuerung des Weidezugangs. Wenn eine Kuh z.B. innerhalb der nächsten drei Stunden Melkanrecht hat, wird ihr vom AMS kein Weidezugang gewährt und sie wird über das Tor am AMS zurück in den Stall geführt oder sie wird von einem dezentralen Selektionstor nicht auf die Weide gelassen. Frisch gemolkene Kühe oder Kühe ohne anstehendes Melkanrecht (z.B. nicht innerhalb der folgenden drei Stunden)

bekommen Zutritt zur Weide. Die Rückkehr von der Weide in den Stall (bzw. Laufhof) muss immer frei erfolgen können. Eine Rücklaufsperr verhindert einen erneuten Weidebesuch ohne Kontrolle des Melkanrechts (durch AMS oder Selektionstor). Tabelle 27 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Möglichkeiten der Steuerung des Weidezuganges inklusive einer Bewertung der Vor- bzw. Nachteile. Ein automatisch selektiv gesteuerter Weidezugang hat zudem den Vorteil, sehr einfach einzelnen Kühen keinen oder der ganzen Herde reduzierten Weidezugang zu gewähren. Ersteres kann der Fall sein, weil eine Maßnahme am Tier ansteht (z.B. Klauenbehandlung, Besamung oder Trächtigkeitsuntersuchung), letzteres z. B. weil sehr feuchte Witterungsverhältnisse und dadurch die Gefahr von Grasnarbensschädigung bestehen.

Tabelle 27: Möglichkeiten und Bewertung der Steuerungsformen des Weidezuganges im AMS-Betrieb (Eilers et al. 2017)

| | Keine Selektion | Nur für Kühe ohne baldiges Melkanrecht | | |
|------------------|---|---|---|---|
| | | Manuelle Selektion | Zentrale Selektion | Dezentrale Selektion |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • einfache Umsetzung • kein Selektionstor nötig • freier Kuhverkehr, keine Selektionen | <ul style="list-style-type: none"> • kostengünstig • Weidezugang für jede Kuh individuell steuerbar | <ul style="list-style-type: none"> • weniger Nachtreibeaufwand • Weidezugang für jede Kuh individuell steuerbar • aktive Selektion auf die Weide möglich | <ul style="list-style-type: none"> • flexibler Standort • weniger Nachtreibeaufwand • Weidezugang für jede Kuh individuell steuerbar • Automatisierung des Weideflächenwechsels |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • vermehrtes Nachtreiben nötig, wenn Weide attraktiver als Stall • optimal angepasstes Management nötig • keine maximale AMS-Auslastung zu erwarten | <ul style="list-style-type: none"> • arbeitswirtschaftlich sehr aufwändig | <ul style="list-style-type: none"> • gelenkter Kuhverkehr • Selektionstor nötig • Kostenaufwand | <ul style="list-style-type: none"> • beeinflusster Kuhverkehr • Selektionstor nötig mit zusätzlicher Steuerungseinheit • Kostenaufwand • Weidegang der Kühe nur bei aktivem Aufsuchen des Tores |

4.1.3. Ziele und Strategien

Die Größe der verfügbaren und geeigneten Weidefläche für die Milchkühe bestimmt maßgeblich, welche Strategien sich im Einzelbetrieb umsetzen lassen. Folgende grundsätzliche Strategien und Zielsetzungen lassen sich unterscheiden und in ihrer Umsetzung wie folgt beschreiben:

Weidepriorität

- Ziele: hohe Weidefutteraufnahme (mind. 80% der täglichen TM) bei guter Auslastung des AMS (70%)
- Systemkomponenten: mind. 0,2 ha Weidefläche je Kuh, mind. 10 Stunden täglich Weidegang, selektiv-gesteuerter Zugang zur Weide nach Melkanrecht, aktive (zentrale) Selektion auf die Weide, Kurzrasen-, Portions- oder Umtriebsweide mit Weideflächenwechsel, idealerweise Vollweide (ständiger Weidezugang, höherer Weideflächenbedarf!), Krafffutterfütterung im AMS, Bestandsgröße 60 (bis 70) Kühe je Melkstation, hoher Stallkomfort.

Melkpriorität

- Ziele: niedrige Weidefutteraufnahme (bis 10% der täglichen TM), maximaler Milchertrag, hohe Auslastung des AMS (80%)
- Systemkomponenten: Gelenkter Kuhverkehr, mind. 0,06 bis 0,1 ha Weidefläche je Kuh, mind. 5 Stunden täglich Weidegang, selektiv-gesteuerter Zugang zur Weide nach Melkanrecht, Jogging-, Stand- oder Umtriebsweide, intensive Zufütterung am Trog (Mischration), leistungsabhängige Krafffutterfütterung in AMS und ggf. KF-Station, Bestandsgröße mind. 70 Kühe je Melkstation, hoher Stallkomfort.

Diese Systembeschreibungen sind nicht absolut zu sehen. Es gibt je nach betrieblichen Rahmenbedingungen Mischformen oder auch andere Schwerpunkte. Bestimmte Zielsetzungen lassen sich bei Abweichungen vom idealen System auch durch entsprechendes Management verfolgen.

Abgesehen von der verfügbaren Weidefläche, lassen sich verschiedene Zielsetzungen durch die passende Kombination von Systemkomponenten gezielt verfolgen (Tabelle 28). Die Tabelle macht deutlich wie vielfältig die Ausgestaltung der Bedingungen für Weide und AMS sein kann. Die Zuordnung der Systemkomponenten zu den Zielsetzungen ist häufig nicht eindeutig möglich und es gibt Wechselwirkungen untereinander. Deshalb kann die Tabelle lediglich Tendenzen wiedergeben. Hinter den einzelnen Zielsetzungen stehen normalerweise grundsätzliche Ideen und Strategien, die vom einzelnen Milchviehhalter verfolgt werden.

Tabelle 28: Zielsetzungen und geeignete Systemkomponenten in Weidegang-AMS-Systemen (Eilers et al. 2017)

| | Maximierung Freigelandezugang | Maximierung Weidegang mit Weidegrasaufnahme | Freier Kuhverkehr | Minimierung Kraftfutteraufwand | Funktionssicherheit AMS | Minimierung Nachtreibeaufwand | Maximierung Milchertrag |
|---|-------------------------------|---|-------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| AMS-Standort | | | | | | | |
| Stall | X | X | X | X | X | X | X |
| Weide (stationär oder mobil) | X | X | | X | X | X | |
| AMS-Kuhverkehr | | | | | | | |
| Frei | X | X | X | | | | |
| Feed First | | | | X | | X | X |
| Besatzstärke (Kühe je ha Weidefläche) | | | | | | | |
| Bis zu 5 | X | X | | X | | | |
| 6 bis 10 | X | | | X | | | |
| Über 10 | | | | | | X | X |
| Tägliche Zugangsdauer zur Weide | | | | | | | |
| Bis zu 5 Stunden | | | | | | X | X |
| 5 bis 12 Stunden | | | | X | | | |
| Über 12 Stunden | X | X | X | X | | | |
| Steuerung des Weidezuganges | | | | | | | |
| Frei (keine Steuerung) | X | | X | | | | |
| Selektiv (automatisiert) | X | X | | | | X | X |
| Geblockt | (X)* | (X)* | | | | | |
| Weidesystem | | | | | | | |
| Joggingweide/Grünauslauf | | | | | | X | X |
| Standweide | X | | | | | X | X |
| Kurzrasenweide/Mähstandweide | X | X | | X | | | |
| Portionsweide | X | X | | X | | | X |
| Umtriebsweide | X | X | | | | | X |
| Weideflächenwechsel | X | X | | | | X | |
| Hoher Weidekomfort (z.B. Witterungsschutz, Tränken, Parasitenbekämpfung) | X | X | | X | | | |
| Zufütterung am Trog | | | | | | | |
| Keine (Vollweide) | X | X | | X | | | |
| Grundfutter | X | | | X | | | |
| Kraftfutter | X | X | | | | X | |
| Mischration | | | | | | X | X |
| Kraftfuttereinsatz | | | | | | | |
| Nur Lockfutter im AMS | X | X | | X | | | |
| Leistungsabhängig im AMS | | X | | | | | X |
| Zusätzlich leistungsabhängig über Kraftfutterstation | | | | | | | X |
| Bestandsgröße (Anzahl Kühe je AMS-Station) | | | | | | | |
| Bis zu 60 | X | X | X | | X | X | |
| 61 bis 70 | X | | X | | | X | |
| Über 70 | | | | | | | X |
| Hoher Stallkomfort (z.B. Klima, Liegeboxen, Bürsten, Tränken) | | | X | X | | X | X |

(x)* Maßnahme zur Maximierung des Weidegangs bei knapper Weidefläche im einzelnen Betrieb

4.1.4. Management

Wie im normalen AMS-Betrieb ohne Weidegang erfolgt in der Regel täglich zwei Mal eine Routinekontrolle der Herde. Diese lässt sich am besten mit dem Nachtreiben zum Melken fälliger Kühe verbinden. Das Nachtreiben wird bei einer hohen Weideauslastung selbst bei optimalem Management nie komplett entfallen, ebenso wie bei reiner Stallhaltung. Tabelle 29 enthält Faktoren, die die Nutzung der Weide bzw. die Rückkehr in den Stall positiv beeinflussen. Die fett gedruckten Punkte können als grundlegende Erfolgsfaktoren für AMS und Weidegang bezeichnet werden, weil sie für beide Aspekte (Verbesserung der Weidenutzung und Reduzierung des Nachtreibeaufwandes) von Bedeutung sind und deren gleichzeitige Verfolgung unterstützen.

Tabelle 29: Faktoren zur Verbesserung der Weidenutzung und Reduktion des Nachtreibeaufwandes (Eilers et al. 2017)

| Verbesserung der Weidenutzung | Reduzierung des Nachtreibeaufwandes |
|--|--|
| gesteuerter Weidezugang (tierindividuell) | gesteuerter Weidezugang (tierindividuell) |
| kurze Wege auf die Weide | Zeitpunkt der Zufütterung im Stall |
| Zeitpunkt der Zufütterung im Stall | Komforteinrichtungen im Stall (z.B. Bürsten) |
| befestigte Triebwege | befestigte Triebwege |
| guter, schmackhafter Weideaufwuchs | schmackhaftes Lockfutter am AMS |
| Wechsel der Weidefläche nach AMS-Besuch | hochwertiges Futter am Trog |
| Schattenplätze auf der Weide | kühler Stall bei hohen Außentemperaturen |
| Parasitenmanagement | an Rhythmus der Kühe angepasste Routinen |
| gute Klauengesundheit | gute Klauengesundheit |
| Wasserversorgung auf der Weide | Wasserversorgung im Stall |

Da Vollweidesysteme in unseren Breiten eher selten anzutreffen sind, erfolgt meistens Zufütterung von Grundfutter im Stall. Dafür gibt es unterschiedliche Strategien für die Futtervorlage: Entweder wird das Futter über 24 h vorgelegt und steht den Tieren ständig zur Verfügung oder es wird zu bewusst ausgewählten Zeitpunkten Futter vorgelegt. Ersteres ermöglicht keine gezielte Steuerung der Tiere und kann dazu führen, dass die Kühe nicht ausreichend auf der Weide grasen. Der Anteil des Weidegrases an der täglichen Ration ist eher gering (vgl. Strategie „Melkpriorität“). Die Vorlage einer begrenzten Menge Futter kann dagegen strategisch eingesetzt werden. Die Vorlagezeitpunkte sollten im Tagesablauf für die Kühe einen Impuls darstellen, um den Stall und dann auch das AMS aufzusuchen (Abb. 40). Voraussetzung dafür ist ein entsprechend attraktives Futter am Trog (z.B. Grünfutter, Mischration mit Krafftutter oder auch nur Krafftutter). Damit der Impuls wirkt, muss in weidegrasbasierten Strategien der Futtertisch zwischenzeitlich leer sein (vgl. Strategie „Weidepriorität“). Die Futtervorlage ist idealerweise der Start der zweimal täglichen Stallroutine (Füttern, Tierkontrolle, Maßnahmen am Tier, Nachtreiben) und erleichtert so die Arbeitsabläufe. In Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass durch eine unbegrenzte Vorlage von Grassilage es zu keiner Erhöhung der Milchleistung gegenüber einer rationierten Futtermenge von drei kg TM gekommen ist. Die Melkfrequenz sank sogar (Spöndly und Wredle 2004). Dies muss jedoch immer in Abhängigkeit des verfügbaren Weidefutters gesehen werden.

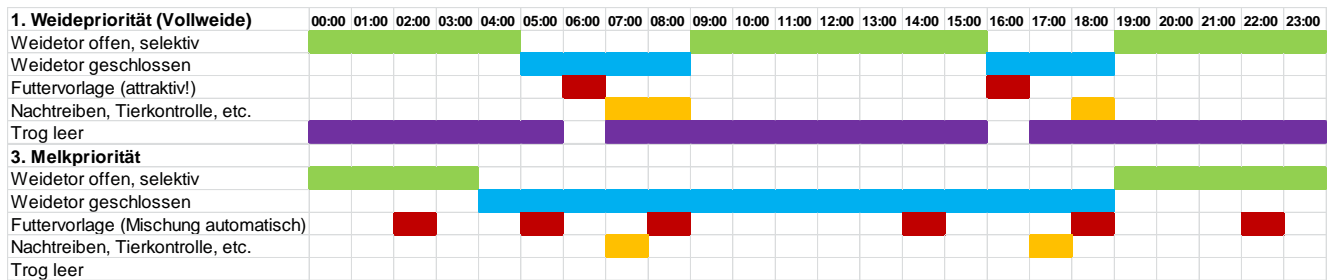


Abbildung 40: Maßnahmen im Tagesablauf für unterschiedliche Strategien in Weide-AMS-Betrieben.

Das zwingend notwendige Lockfutter am AMS sollte im Sinne der Ökologie, der Tiergesundheit und der effektiven Weideausnutzung auf ein nötiges Minimum reduziert werden. Es gibt Untersuchungen die klar zeigen, dass ein Mehr an Krafffutter (3 vs. 8 kg bzw. 2 vs. 4 kg am AMS) keine deutliche Reduktion des Nachtreibeaufwandes nach sich zog bzw. die Melkfrequenz nicht stieg (Bach et al. 2007, Lessire 2017). Davon abweichend können höhere Krafffuttergaben (2 vs. 4 kg) jedoch insbesondere bei erstlaktierenden Kühen die Melkfrequenz erhöhen. Auch reagieren sie mit einer stärkeren Leistungssteigerung als ältere Kühe (Lessire 2017). Die Schmackhaftigkeit des Lockfutters am AMS ist entscheidend für die Attraktivität des AMS. In milchleistungsorientierten Systemen kann die Krafffuttergabe leistungsabhängig im AMS aufgestockt werden. Gegebenenfalls kann über eine Krafffutterstation zusätzliche Krafffutterfütterung individuell erfolgen, da je Gabe maximal 2 kg Krafffutter zugeteilt werden sollen. Um eine Lockwirkung am AMS zu erzielen ist eine Mindestmenge von 0,5 kg je Gabe notwendig.

Bezüglich der Tränkwasserversorgung konnten für Distanzen von bis zu 300 m zwischen Stall und Weide keine Unterschiede in Milchleistung und Melkfrequenz in Abhängigkeit eines Wasserangebotes nur im Stall oder zusätzlich auf der Weide gefunden werden. Allerdings gibt es Auswirkungen auf das Tierverhalten. Bei einem Wasserangebot auf der Weide tranken die Kühe teilweise 50% ihrer täglich aufgenommenen Wassermenge auf der Weide und sie verbrachten mehr Zeit insgesamt und grasend draußen (Spröndly und Wredle 2005). Aus Gründen des Tierwohls ist es deshalb zu empfehlen, auf der Weide Tränkwasser anzubieten. Bezüglich der Melkfrequenz haben offensichtlich andere Faktoren als die Beschränkung des Wasserangebotes auf den Stall größeren Einfluss.

Grundsätzlich sollte die Weide für die Herde 24 Stunden am Tag zur Verfügung stehen. Es empfiehlt sich aber den Zugang tierindividuell zu regeln, um eine gute AMS-Auslastung und einen geringen Weide-Nachtreibeaufwand zu erreichen. Praktisch lässt sich dies am besten umsetzen, wenn nur frisch gemolkene Kühe über das AMS bzw. ein Selektionstor Weidezugang bekommen. Die Zeit bis zum nächsten Melkanrecht (wenn die Kuh das AMS betritt würde sie gemolken werden) ist das entscheidende Kriterium. Hat eine Kuh z.B. in weniger als zwei bis vier Stunden wieder Melkanrecht, dann sollte sie im Stall bleiben, um nach dem Melken auf die Weide gehen zu dürfen. Alternativ kann das Kriterium z.B. mindestens 70% ausstehende Zwischenmelkzeit für den Zugang zur Weide lauten. Wird dies nicht so oder so ähnlich praktiziert (Zwischenmelkzeiten können ja nach Leistungsstand und Wunsch des Betriebsleiters leicht variieren), steigen die Zwischenmelkzeiten und der Nachtreibeaufwand. Das Zugangstor in den Stall wird als Einwegtor konzipiert. Die Kühe können frei den Stall betreten, ihn aber nicht wieder frei verlassen. Im Tagesverlauf kann eine gezielte Weidesperrzeit den Arbeitsaufwand reduzieren. Diese könnte morgens und nachmittags zu den Stallzeiten jeweils für 2 bis 3 Stunden eingerichtet werden, um

die Tierkontrolle und das Nachtreiben zu erleichtern. Eine Sperre am Abend und während der Nacht ist nicht zu empfehlen, da die Tiere grundsätzlich und insbesondere bei Hitze gerne abends und nachts auf die Weide gehen (Kismul et al. 2019, Smid et al. 2018, Charlton et al. 2013, Falk et al. 2011). Die Aufenthaltsdauer auf der Weide sinkt nachts auch nicht mit zunehmender Entfernung zwischen Stall und Weide im Gegensatz zu tagsüber (Charlton et al. 2013). Negativ auf die Aufenthaltsdauer auf der Weide können sich ein steigender Temperatur-Luftfeuchte-Index (tagsüber) sowie Niederschlag (nachts) auswirken (Falk et al. 2011).

Im Frühjahr und Herbst kann es Sinn machen, in Abhängigkeit der zu erwartenden unterschiedlichen Witterungsverhältnisse sowie Weidegrasangebote die tägliche Weidezugangsdauer zu reduzieren. Durch eine solche Beschränkung werden sehr ausgedehnte Weideaufenthalte vermieden, der Nachtreibeaufwand sinkt.

4.2. Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Als besondere Herausforderung erweist sich in Weide-AMS-Betrieben die passende Zufütterungsstrategie, wenn das Weidegras als Futtergrundlage bestmöglich ausgenutzt werden soll. Die Entwicklung von digitalen Managementhilfen, die Daten zu Vegetation, Witterung und Tieren nutzen, um den Bedarf an Zufutter zur Weide zu prognostizieren und den Weidezugang automatisch anzupassen, hat das Potenzial Milcherzeugern hierbei effektive Unterstützung zu bieten.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Weidegangdauer nur annäherungsweise mit Hilfe des Parameters „mittleres Zeitintervall in Minuten zwischen erfolgreichem Passieren des Weidetors und folgender Registrierung am Weidetor oder AMS“ erhoben. Es spiegelt nicht die tatsächliche Aufenthaltsdauer der Kühe auf der Weide wider, weil die Tiere ohne Registrierung in den Stall zurückkehren konnten. Um diesbezüglich eine konkretere Datenbasis zu erhalten, sollten zukünftige Untersuchungen die Tieridentifikation konkret bei Rückkehr von der Weide in den Stall beinhalten.

Der Einsatz von Weide-Selektionstoren hat den Nachteil, Kühe an einem häufigeren Gang auf die Weide zu hindern. Auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungen, die Hinweise bezüglich der tierindividuellen Variation im Weideverhalten von Milchkühen geben, sollten die Einstellungen zur Steuerung des Weidegangs und des Melkanrechtes diesbezüglich optimiert werden. Das Ziel wäre die Formulierung von Empfehlungen, die einerseits einen möglichst ungehinderten Weidegang für die Kühe erlauben und andererseits den Nachtreibeaufwand sinnvoll begrenzen. Dazu gehören auch Maßnahmen wie die gezielte Futtevorlage im Stall als Bestandteil der Tagesroutinen.

4.3. Weitere Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen in Übereinstimmung mit anderen Studien, dass Weidegang nicht zu einem Rückgang in der Milchleistung führen muss. Vielmehr besteht ein Potenzial zur Milchleistungssteigerung durch Weidegang bzw. durch eine Ausdehnung des Weideganges. Um dieses Potenzial und andere Vorteile der Weide zu nutzen, sollte das Thema Weide einen noch größeren Stellenwert in der Milcherzeugung erhalten. Betriebsleiter/Innen und Berater/Innen sollten die Umsetzbarkeit von Weidegang intensiv prüfen und das dazugehörige Know-How verstärkt zum Inhalt des betrieblichen Managements machen. Auch sollte vor dem

Hintergrund der Maximierung von Weidegang ein Weide-Selektionstor so eingestellt werden, dass ein optimales Verhältnis zwischen Weidegang und Nachtreibeaufwand erzielt wird (siehe auch 4.2.). Die Ergebnisse zum Weideverhalten von Milchkühen geben erste Hinweise zur Formulierung von praxismgerechten Anforderungen bezüglich der Gestaltung des Weideganges z.B. für den ökologischen Landbau oder für die Weidemilchproduktion.

5. Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund des Zieles einer hohen Auslastung des automatischen Melksystems erscheint die Kombination mit Weidegang der Kühe schwierig umsetzbar. Allerdings finden sich in der Praxis immer mehr Betriebe, die die Vorteile beider Verfahren nutzen wollen.

Um einen Überblick über die in der landwirtschaftlichen Praxis umgesetzten Lösungen zu erhalten und daraus allgemeine Empfehlungen abzuleiten, wurden im Jahr 2016 Daten auf insgesamt 27 Milchviehbetrieben in Bayern und Baden-Württemberg erhoben und ausgewertet.

Die meisten der untersuchten Betriebe erreichen aufgrund relativ niedriger Bestandsgröße und Milchleistung keine volle Auslastung des AMS, was häufig jedoch auch nicht angestrebt wird. Auch wurde festgestellt, dass die Weidesaison oft keinen negativen Einfluss auf die Auslastung des Melksystems und tägliche Milchmenge hat. In einigen Fällen steigt sogar die Milchleistung im Vergleich zur Stallsaison. Betriebswirtschaftliche Kalkulationen haben ergeben, dass es einzelnen Betrieben gelingen kann mit den Kostenvorteilen des Weideganges die Mehrkosten für ein AMS zu decken.

Die Vielfalt an Systemkomponenten ermöglicht Milchviehhaltern, entsprechend der jeweiligen Zielsetzungen und sonstigen betrieblichen Gegebenheiten, eine betriebspezifische und erfolgreiche Umsetzung. Folgende Grundvoraussetzungen und förderliche Maßnahmen sichern grundsätzlich den Erfolg des Systems: Weidefläche mit direktem Anschluss an den Stall, Weideflächenwechsel / Portionsweide (Lyons et al. 2013), intakte, tiergerechte Verbindungswege zwischen Weide und Stall, selektive Steuerung des Zugangs zur Weide, freier Zugang von der Weide in den Stall mit Rücklaufsperre, attraktives Krafffutter als Lockfutter im AMS, täglich regelmäßig attraktives Futter am Trog, keine Zufütterung auf der Weide, Anpassung der Besatzstärke und täglichen Weidezeit an die vorhandene Weidefläche / das verfügbare Weidegrasangebot.

Auswertungen zu Tieridentifikationen (Besuchen) am Melksystem und dezentralem Weide-Selektionstor auf einem Praxisbetrieb lassen eine Tagesrhythmik und Abhängigkeit vom Alter der Tiere erkennen. Die höchste Frequenz am Weidetor entsteht während der Abend- und Nachtstunden. Die Kühe des untersuchten Projektbetriebes gehen freiwillig im Mittel etwa einmal täglich für 6,3 Stunden auf die Weide, das Minimum beträgt 0, das Maximum 3,5 tägliche Weidegänge und eine Dauer von knapp 18 Stunden. Die Laktationsnummer hat sich als hochsignifikanter Effekt auf das Weideverhalten herausgestellt während das Laktationsstadium keinen signifikanten Einfluss hat. Kühe in der 3. und 4. Laktation gehen im Mittel 1,38 Mal täglich am häufigsten und mit 8,3 Stunden am längsten auf die Weide, während ältere Kühe ab der 5. Laktation die geringste Weideaktivität zeigen. Die beiden untersuchten Parameter tägliche „Anzahl Weidegänge“ und „Weidegangdauer“ sind mit einem Korrelationskoeffizienten von $R^2 = 0,9$ sehr eng korreliert.

6. Literatur

- Bach, L., Iglesias, C., Calsamiglia, S., Devant, M. (2007): Effect of Amount of Concentrate Offered in Automatic Milking Systems on Milking Frequency, Feeding Behavior, and Milk Production of Dairy Cattle Consuming High Amounts of Corn Silage. *Journal of Dairy Science* 90, 5049–5055.
- Bayer, S. (2017): Vertiefte Analyse des Managements eines Pilotbetriebes mit Weidegang und automatischem Melksystem. Bachelorarbeit Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising.
- Beigel, S. (2020): Verhalten von Kühen bei Einsatz eines dezentralen Weide-Selektionstor im AMS-Betrieb. Bachelorarbeit Weihenstephan-Triesdorf, Weidenbach.
- Brocard V., Huneau T., Huchon J-C., Dehedin M. (2014): Combining robotic milking and grazing. *Grassland Science in Europe*, Vol. 19, 559-562.
- Bühlen, F. (2013): Vereinbarkeit automatischer Melksysteme mit dem Tierwohl in der ökologischen Milchviehhaltung. Diplomarbeit Universität Kassel.
- Bühler, M. (2016): Optimierung des Systems Weidegang und automatisches Melken für Milchkühe im ökologischen Landbau. Masterthesis Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Charlton, G.L., Rutter, S.M., East, M., Sinclair, L.A. (2013): The motivation of dairy cows for access to pasture. *Journal of Dairy Science* 96, 4387–4396.
- Eilers, U., (2010): Analyse der Merkmale Lebensleistung und Lebenseffektivität von Milchkühen mit Hilfe von Daten der Milchleistungsprüfung, Wirtschaftlichkeitsberechnungen sowie Erhebungen auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben. Versuchsbericht 1-2010. Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Aulendorf.
- Eilers, U. (2017): Weidegang und automatisches Melken. Workshop am 29.03.2017, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Aulendorf.
- Eilers, U. (2020): Automatisch melken und Weidegang – Herausforderungen und Lösungen. Gemeinsame Melktechniktagung Agroscope und AGRIDEA, AGRIDEA, Lindau, 21-28.
- Eilers, U., Landwehr, M., Bühler, M., Merz, L., Krause, M., Adrion, F., Bernhardt, H. (2017): Weidegang und stallbasiertes automatisches Melken im ökologischen Landbau. 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2017. Universität Hohenheim, Stuttgart. KTBL-Tagungsband, 17-22.
- Eilers, U., Landwehr, M., Bühler, M., Merz, L., Krause, M., Adrion, F., Bernhardt, H., Steinwider, A., Plesch, G., Albrecht, B. (2017): Voraussetzungen und Empfehlungen zum Einsatz von automatischen Melksystemen (AMS) auf Bio-Betrieben mit Weidegang. Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft, 9. November 2017, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2017.
- Eilers, U., Plesch, G., Albrecht, B., Harsch, M., Maier, K., Sturm, M. Steinwider, A. (2017): Bio-Weidehaltung und AMS – So funktioniert es! ÖAG-Info 6/2017. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irdning-Donnersbachtal, 24 Seiten.
- Falk, A., Weary, D., von Keyserlingk, M., Winckler, C. (2011): Verhalten von Milchkühen mit freiem Zugang zur Weide bei unterschiedlichem Liegeplatzangebot im Stall. *KTBL-Schrift* 489, 64-68.
- Geier, M. (2018): Experteninterview eines Demeter-Milcherzeugers mit automatischem Melksystem und Weidegang. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising.
- Häusler, J., Bachler, K., Steinwider, A. (2019): Futteraufnahme und Milchleistung von Milchkühen bei Stall- bzw. Stundenweidehaltung. *Züchtungskunde* 91 (4), 249-269.
- Kismul, H., Spröndly, E., Höglind, M., Eriksson, T. (2019): Nighttime pasture access: Comparing the effect of production pasture and exercise paddock on milk production and cow behavior in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 102, 10423-10438.
- Landwehr, M. (2016): Weidegang und automatisches Melken im ökologischen Landbau - Status Quo-Analyse am Beispiel bayerischer Milcherzeuger. Masterarbeit Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Freising.

- Lessire, F., Froidmont, E., Shortall, J., Hornick, J.L., Dufrasne, I. (2017): The effect of concentrate allocation on traffic and milk production of pasture-based cows milked by an automatic milking system. *Animal* (2017) 11, 2061-2069.
- Lyons, N.A.; Kerrisk, K.L.; Garcia, S.C. (2013): Comparison of 2 Systems of pasture allocation on milking intervals and total daily milk yield of dairy cows in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 96, 4494-4504.
- Maier, V. (2018): Einsatz eines dezentralen Weideselektionstors im AMS-Weidebetrieb (Auswertung von Daten eines Praxisbetriebs). Bachelorarbeit Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising.
- Merz, L. (2016): Bewertung des Systems Weidegang und automatisches Melken im ökologischen Landbau. Masterarbeit Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Pérez-Ramírez, E., Peyraud, J.L., Delagarde, R. (2009): Restricting daily time at pasture at low and high pasture allowance: Effects on pasture intake and behavioral adaptation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 3331–3340.
- Philipsen, B.; Derks, T.; de Leeuw, S.; Cornelissen, J. (2015): Roboter & Weide. Fünf Konzepte für Melkroboter und Weidegang. Stichting Weidegang, Wageningen.
- Saur, H. (2018): Weidenutzung von Kühen beim Einsatz eines dezentralen Weideselektionstores in einem AMS-Betrieb. Master-Arbeit Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Smid, A.-M. C., Weary, D.M., Costa, J.H.C., von Keyserlingk, M.A.G. (2018): Dairy cow preference for different types of outdoor access. *Journal of Dairy Science* 101, 1448-1455.
- Spörndly, E.; Wredle, E. (2004): Automatic Milking and Grazing—Effects of Distance to Pasture and Level of Supplements on Milk Yield and Cow Behavior. *Journal of Dairy Sciences* 87, 1702-1712.
- Spörndly, E.; Wredle, E. (2005): Automatic Milking and Grazing—Effects of Location of Drinking Water on Water Intake, Milk Yield, and Cow Behavior. *Journal of Dairy Sciences* 88, 1711-1722.
- Tober, O. (2019): Untersuchungen zur Auslaufnutzung in einem Milchviehbetrieb. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Institut für Tierproduktion, Dummerstorf.
- von Keyserlingk, M.A.G., Cestari, A.A., Franks, B., Fregonesi, J.A., Weary, D.M. (2017): Dairy cows value access to pasture as highly as fresh feed. *Scientific Reports* 7, 44953; doi: 10.1038/srep44953 (2017).