

Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft

Web-Konferenz 2020

Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft

Web-Konferenz 2020

Irdning-Donnersbachtal 2020



Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Landwirtschaft

Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at

Für den Inhalt verantwortlich: Die AutorInnen

Fotonachweis: HBLFA Raumberg-Gumpenstein/Daniel Lehner (S. 80,81,82,84,86,87,88,90), Gregor

Huber (S. 94), HBLFA Raumberg-Gumpenstein/Reinhard Resch (S. 95), LK Steiermark/Karl Wurm

(S. 95,97,98,100), LK Niederösterreich/Reinhard Gastecker (S. 159,166,169,170)

Gestaltung: Veronika Winner

ISBN: 978-9-902849-80-9

Alle Rechte vorbehalten

Irdning-Donnersbachtal 2020

Inhaltsverzeichnis

Engerlinge im Gründland - Das haben wir gelernt.....	5
Stefan Rudlstorfer	
Kurzrasenweide - wie kurz? Einfluss der Aufwuchshöhe auf die Einzeltier- und Flächenleistung sowie das Liegeverhalten von Vollweide-Milchkühen.....	17
Andreas Steinwider, Walter Starz, Hannes Rohrer, Rupert Pfister, Johann Häusler, Christian Fasching und Gregor Huber	
Koppel- oder Kurzrasenweide?.....	49
Walter Starz, Hannes Rohrer, Rupert Pfister und Andreas Steinwider	
Pflanzenbauliche Empfehlungen - Bio-Silomaisanbau Verlustarme Konservierung und Entnahme - Silomais Empfehlungen zum Fütterungseinsatz - Maissilage am Bio-Betrieb.....	79
Daniel Lehner, Reinhard Resch und Karl Wurm	
Kurzvorstellung der ÖAG Info „Weide- und grünlandbasierte Kalbinnen- und Ochsenmast.....	103
Andreas Steinwider	
Auf der Suche nach der idealen Mutterkuh.....	105
Johann Häusler, Andreas Steinwider, Daniel Eingang, Roland Kitzer, Georg Terler, Margit Velik und Thomas Guggenberger	
Fünf Fragen zur Bewertung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen in Österreich.....	119
Thomas Guggenberger, Georg Terler, Christian Fritz, Markus Herndl und Florian Grassauer	
Fühlen sich meine Kühe wohl? Erste Ergebnisse zur Tierwohl-Potenzial-Bewertung von Milchviehhaltungssystemen im Betriebsmanagement-Tool FarmLife.....	139
Elfriede Ofner-Schröck, Thomas Guggenberger, Edina Scherzer und Andreas Steinwider	
Rinder mit anderen Augen sehen! - So tickt die Kuh.....	157
Reinhard Gastecker	

Engerlinge im Grünland - das haben wir gelernt

Stefan Rudlstorfer^{1*}

Zusammenfassung

Engerlinge des Mai-, Juni- und teilweise auch des Gartenlaubkäfers verursachen in den letzten Jahren in vielen Regionen Österreichs erhebliche Schäden am Grünland – Tendenz steigend. Das Erkennen der Art vorgefundener Engerlinge einerseits und die Kenntnis über die Entwicklungszyklen andererseits sind wichtige Instrumente für eine wirkungsvolle Bekämpfungsstrategie. Beobachtungen starker Flugjahre erfordern in den betroffenen Regionen nachfolgende Bestandeskontrollen. Liegt der Engerlingbesatz pro Quadratmeter über den kritischen Werten (=Schadschwelle), sollte meist rasch gehandelt werden. Als effektiv haben sich in der Praxis in vielen Fällen mechanische Bekämpfungsmaßnahmen erwiesen, da Engerlinge sensibel auf Druck- und Quetschwirkung reagieren. Lassen der Standort und die Hangneigung dies nicht zu, kommen meist insektenpathogene Pilzarten zum Einsatz. Die Kombination beider Maßnahmen soll den Erfolg der Bekämpfung weiter steigern.

Die Frage, was wir vom vermehrten Auftreten von Engerlingen lernen können, bringt uns unweigerlich zu dem Thema, wie wir unser Grünland bewirtschaften. Faktoren wie Klimaänderung oder das Auftreten von Gradationszyklen beim Maikäfer sind nicht unmittelbar beeinflussbar. Daher scheint die einzige nachhaltig wirkungsvolle Vorsorgemaßnahme zu sein, die Vitalität und Widerstandskraft unseres Grünlands durch eine an die Nutzung und den Standort angepasste Bewirtschaftung zu stärken.

Schlagwörter: Maikäfer, Entwicklungszyklen, Schadschwelle, insektenpathogene Pilze, Grünlandbewirtschaftung

Summary

In the last few years, grubs of the May beetles, June beetles and sometimes the garden chafer have caused considerable damage to grassland in many regions of Austria - and the trend is increasing. Recognizing the species of grubs and the knowledge about the development cycles are important instruments for an effective control strategy. Observations in years, when the beetles are very active, require subsequent population controls in the affected regions. If the grub population per square meter is above the critical values (= damage threshold), activities should be taken quickly. In practice, mechanical control measures have proven to be effective in many cases because grubs react sensitively to pressure and crushing effects. If the location and the slope do not allow this, usually insectpathogenic fungi are used. The combination of both measures should further increase the success of the control measures. The question of what we can learn from the increased occurrence of grubs inevitably leads us to the topic of how we manage our grassland. Factors such as climate change or the occurrence of gradation cycles cannot be directly influenced. Therefore, the only sustainable and effective preventive measure seems to be to strengthen the vitality and resilience of our

¹ Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Bio Referat, Auf der Gugl 3, A-4021 Linz

* Ansprechpartner: Stefan Rudlstorfer, email: stefan.rudlstorfer@lk-ooe.at

grassland through a management that is adapted to the frequency of use and the location.

Keywords: may beetle, development cycles, damage threshold, insect pathogenic fungi, grassland management

Einleitung

Alleine in Oberösterreich waren Schätzungen zufolge im Jahr 2019 knapp 25.000 ha vom Engerlingbefall betroffen. Das Schadenspotenzial ist in bestimmten Regionen Österreichs in den letzten Jahren stetig angestiegen. In Regionen, wo z.B. stärkere Maikäferflüge erstmals 2003 beobachtet wurden, sind Grünlandflächen mit mehreren hundert Engerlingen pro Quadratmetern! anzutreffen.

Das Auftreten von Engerlingen in Grünlandbeständen über kritische Werte hinweg (=Schadsschwellen) hat sich in ganz Österreich in den letzten Jahren gehäuft. Dabei stammen die Schäden nicht immer vom Engerling der Maikäfer. Der Junikäfer, aber auch der Gartenlaubkäfer (bei sehr hohen Befallszahlen), sorgen immer häufiger für Probleme am Grünland.

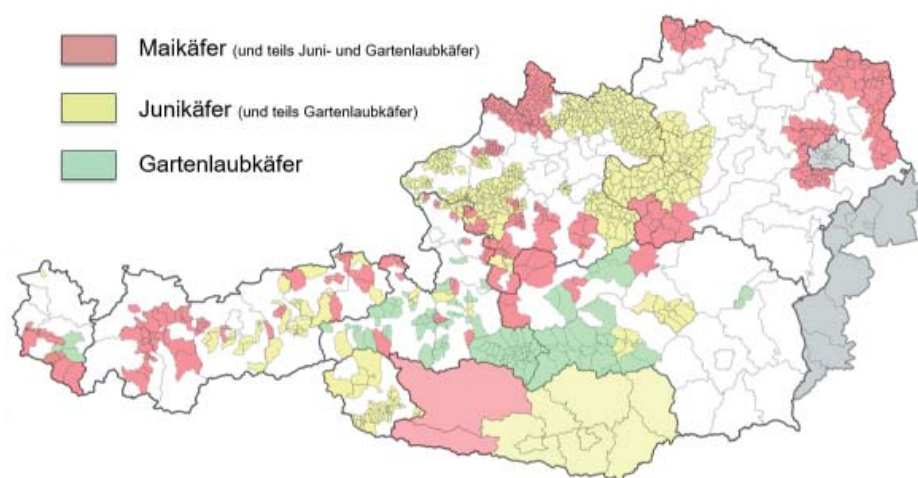
Der folgende Beitrag trägt hinsichtlich der Regulierungsmaßnahmen am Grünland die Erfahrungen aus der Vergangenheit und die Erkenntnisse aus aktuellen Beobachtungen zusammen und leitet mögliche Konsequenzen für Maßnahmen in der biologischen Grünlandbewirtschaftung ab.

Status Quo

Durch genaue Bestimmungen der Engerlinge infolge von Beratungen und Sanierungsmaßnahmen lassen sich die Befallsgebiete immer besser darstellen. Dabei wird schnell klar, dass Engerling nicht gleich Engerling ist.

Der Engerling ist genau genommen die Larve von Käfern aus der Familie der Blatthornkäfer. Die in den letzten Jahren/Jahrzehnten bedeutendsten Vertreter dieser Familie sind der Feldmaikäfer (*Melolontha melolontha*), der Junikäfer oder auch gerippter Brachkäfer (*Amphimallon solstitiale*) und der Gartenlaubkäfer (*Phyllopertha horticola*), da diese bei Massenauftritten erhebliche Schäden im Grünland, aber auch in Garten-, Obst- und Gemüseanlagen verursachen können.

Abbildung 1: Befallsgebiete in Österreich; erstellt durch Beobachtungen in der Beratung



Aus den Beratungen der letzten Jahre ist eine Karte über Befallsgebiete entstanden. Mit jeder Meldung und einer genauen Engerlingsbestimmung können die Entwicklungen noch besser verfolgt werden.

© LK & Maschinenring

Das Jahr 2020 brachte für das Grünland eine Verschnaufpause, das es großräumig ausreichende Niederschläge gegeben hat und das Grünland somit auch widerstandsfähiger gegenüber mögliche Fraßschäden war. Temperatur und Witterungsverlauf innerhalb eines Jahres scheinen auch Einfluss auf die Entwicklung der Engerlinge zu nehmen. Alles in allem Beobachtungen, welche heuer die Thematik wieder etwas in den Hintergrund gerückt haben. Das hohe Schadenspotenzial bleibt jedoch bestehen und wird uns in den nächsten Jahren noch viel beschäftigen.

Die Entwicklungszyklen

Die unterschiedlichen Entwicklungsstadien der genannten Arten ist insofern wichtig zu beobachten, als dass sich dadurch in den betroffenen Regionen Jahre mit geringerem und Jahre mit höherem Schadensdruck ergeben. Die Hauptfraßjahre im Entwicklungszyklus der Engerlinge in Kombination mit den ausgedehnten Trockenperioden der letzten Jahre brachte vielerorts das wohlberühmte „Fass zum Überlaufen“.

Biologie des Maikäfers

In den Hauptbefallsgebieten fliegt der Maikäfer entsprechend seines Entwicklungszyklus in der Regel alle drei Jahre. Je nach Standort kann dieser allerdings auch vier- oder sogar fünfjährig sein. Aber auch jahresbedingte klimatische Veränderungen können Einfluss auf den Entwicklungsprozess haben. In Oberösterreich z. B. wurde im April 2020 (Anmerkung: April 2020 war überdurchschnittlich warm und trocken) ein Maikäferflug beobachtet, was angesichts des erst 2021 erwarteten Flugjahres doch überraschend war. Die These dahinter: Die Vegetation im Flugjahr 2018 und im Hauptfraßjahr 2019 war sehr lang und von hohen Durchschnittstemperaturen geprägt. Durch die lange Aktivitätszeit innerhalb dieser beiden Jahre könnte noch 2019 die Verpuppung des Maikäfer-Engerlings stattgefunden haben.

Je nach Witterungsverlauf kriechen die überwinterten Maikäfer ab Mitte bis Ende April aus dem Boden und suchen belaubte Heckenstreifen oder Waldränder auf, wo sich die Käfer nach einem kurzen Reifungsfraß schließlich paaren. Schon nach wenigen Tagen legen die Weibchen in bewachsene, aber nicht zu hohe Feld- oder Wiesenbestände ihre Eier ab. Dieser Vorgang (Schwärmen, Reifungsfraß und Eiablage) kann sich bei für die Käfer günstiger Witterung im Frühjahr nochmals wiederholen, womit der Druck einer Population stark ansteigen kann.

Nach vier bis sechs Wochen schlüpfen die Engerlinge, welche sich anfänglich noch von feinen Pflanzenwurzeln ernähren. Schäden an Pflanzenbeständen treten im ersten Entwicklungsjahr meist nur bei hohem Besatz und trockener Witterung im Herbst auf. Mit abnehmenden Bodentemperaturen ziehen sich die Engerlinge zum Überwintern in tiefere Bodenschichten zurück. Die größten Schäden treten dann meist im zweiten Entwicklungsjahr auf, da hier der Engerling mehr oder weniger uneingeschränkt während der gesamten Vegetationsphase damit beschäftigt ist, sich an den Pflanzenwurzeln satt zu fressen, bevor er wieder in tieferen Bodenschichten überwintert. Im dritten (in höheren Lagen im vierten) Jahr wiederholt sich der Vorgang, jedoch nur mehr bis zur Sommersonnenwende, da sich der Engerling anschließend in tieferen Bodenschichten verpuppt. Noch im gleichen Jahr schlüpft der fertige Käfer, bleibt aber anschließend noch bis zum Schwärmen bis ins darauffolgende Jahr im Boden.

Biologie des Junikäfers (oder Gerippter Brachkäfer)

Im Gegensatz zum Maikäfer durchläuft der Junikäfer einen zweijährigen Entwicklungszyklus. Die Käfer fliegen zwischen Ende Mai und Anfang Juli, in welcher Zeit die begatteten Weibchen auch die Eier in den Boden legen. Noch im gleichen Jahr beginnen die noch relativ kleinen Engerlinge, an jungen Pflanzenwurzeln zu fressen.

Das Hauptfraßjahr findet bei den Engerlingen des Junikäfers ebenfalls im zweiten Jahr statt. Im zweiten Jahr überwintern die späteren Junikäfer allerdings noch als Engerling. Die Verpuppung erfolgt erst im darauffolgenden Frühjahr, in dem schließlich auch der fertige Käfer wieder schlüpft und zu schwärmen beginnt.

Biologie des Gartenlaubkäfers

Der Gartenlaubkäfer hält seinen Schwärmflug je nach Witterungsverlauf des Frühjahres zwischen Mai und Anfang Juli. Sein Entwicklungszyklus ist im Gegensatz zu Mai- und Junikäfer einjährig. Nach dem Schlupf (vier bis sechs Wochen nach der Eiablage) beginnt eine rasche Entwicklung der Engerlinge, indem sie sich von Feinwurzeln der Pflanzen im Boden ernähren. Neben den Fraßschäden durch den fertigen Käfer auf diversen Obst- und Laubbaumkulturen während des Schwärmfluges, treten die Hauptschäden durch die Engerlinge vermehrt im Spätsommer auf. Gegen Ende der Vegetationszeit zieht sich der Engerling des Gartenlaubkäfers zum Überwintern in tiefere Bodenschichten zurück. Die Verpuppung erfolgt jedoch erst im darauffolgenden Jahr, indem schließlich ab Ende Mai der fertige Käfer wieder zu fliegen beginnt.

Strategien zur biologischen Regulierung des Engerlingbefalls

In Abhängigkeit der Bekämpfungsstrategie kann es notwendig sein, die Art der Engerlinge zu bestimmen. Auch zur Einschätzung des möglichen Schadenpotenzials kann die Bestimmung der Engerlingarten hilfreich sein. So liegt beim Maikäfer die Schadschwelle zwischen 25 (im Hauptfraßjahr) und 40 (im Flugjahr) Engerlinge/m². Beim Gartenlaubkäfer, dessen Engerling wesentlich kleiner ist, liegt die Schadschwelle bei rund 100/m². Beim Junikäfer liegt diese eher bei jener des Maikäfers.

Bei Verdacht eines Engerlingbefalls (z.B. nach starkem Flug der Käfer in meiner Region) sollte jedenfalls eine Befallskontrolle durchgeführt werden – auch wenn noch keine offensichtlichen Schäden am Grünland ersichtlich sind. Nur so findet eine Sensibilisierung für das Thema statt und kann ein sprunghaftes Wachsen einer Population in einer Region verhindert werden. Für die Befallskontrolle wird eine 25 cm x 25 cm große Fläche freigelegt und die sichtbaren Engerlinge abgezählt. Dabei ist es wichtig, nicht nur direkt unter der Grasnarbe die Engerlinge abzuzählen, sondern bis auf 10-15 cm zu graben, wo sie noch genügend Feinwurzeln zum Fressen vorfinden. Die ausgezählten Engerlinge multipliziert mit 16 ergibt schließlich den Befall je Quadratmeter.

Mechanische Bekämpfungsmaßnahmen

Da Engerlinge auf eine schlagende und quetschende Wirkung sehr empfindlich reagieren, haben sich in den letzten Jahren rotierende Geräte zur Bekämpfung sehr bewährt. Letztlich hängt es jedoch vom Zustand des vorhandenen Pflanzenbestandes und dem vorherrschenden Befallsdruck ab, ob mechanische Geräte zum Einsatz kommen.

Grünlandflächen mit Befallszahlen weit über der Schadschwelle weisen sehr oft schon einen entarteten oder konkurrenzschwachen Bestand auf. In diesen Fällen kann die mechanische Engerlingbekämpfung gleichzeitig die Chance bieten, den Pflanzenbestand zu erneuern bzw. sanieren.

Nachteil der mechanischen Bekämpfung ist, dass „nur“ jene Engerlinge bekämpft werden, die sich auch im bearbeiteten Bodenhorizont befinden. Umso wichtiger ist, dass die mechanische Bekämpfung daher nicht zu früh (nicht vor Ende Mai), aber auch nicht zu spät (ab Anfang September) stattfindet. Außerhalb dieser Zeiträume befindet sich ein Teil der Engerlinge noch oder schon wieder in tieferen Bodenschichten. Auch spielt hier das Entwicklungsstadium der Engerlinge eine Rolle. So macht eine mechanische

Bekämpfung im Sommer der Verpuppung wenig Sinn, da die Puppe wiederum außerhalb des Wirkungsbereiches liegt.

Kreiselegge/Kreiselgrubber

Die Zinken sind bei diesen Geräten unbedingt auf Griff einzustellen, um so Verschmierungen und Verdichtungen im Boden zu verhindern. Außerdem werden die Engerlinge so besser an die Oberfläche (ans Sonnenlicht) gearbeitet.

Zinkenrotor

Auch dieser zeigt eine gute schlagende als auch quetschende Wirkung auf den Engerling. Da dieser nicht so fein arbeitet, bietet sich der Zinkenrotor bei Erosionsgefahr in Hanglagen gut an. Dieses Gerät bildet jedoch im Vergleich zur Kreiselegge auf Griff gestellt eher Schmierhorizonte aus.

Fräsen

Erfahrungen zeigen, dass Fräsen weniger quetschende und schlagende Wirkung auf Engerlinge haben. In Hanglagen und steinigem Untergründen sind schnell ihre Grenzen erreicht. In diversen Grünlanderhaltungsprogrammen gilt die Fräse außerdem nicht als „umbruchslose“ Grünlanderneuerung.

Die dargestellten Bearbeitungsgeräte haben alle gemeinsam, dass ein hoher Wirkungsgrad nur bei zweimaliger Überfahrt im Abstand einiger Tage erzielt werden kann. Der zweite Arbeitsgang sollte dann tiefer als der Erste erfolgen. Auch die Fahrgeschwindigkeit (< 3 km/h) während der Geräteanwendung wirkt sich sehr stark auf das erzielte Ergebnis aus. Da Engerlinge auch auf direktes Sonnenlicht sensibel reagieren (UV-Strahlung), sollten die Bearbeitungsverfahren jedenfalls bei Sonnenschein erfolgen.

Im Zuge des zweiten Arbeitsganges kann gleich eine Deckfrucht mitangebaut werden. Erst im Anschluss werden die Grünlandsämereien nachgebaut (Grassamen sind Lichtkeimer!) und für ein gleichmäßigeres Auflaufen gut angewalzt.

Pathogene Pilzarten als natürliche Gegenspieler

Derzeit sind weltweit ca. 100.000 Pilzarten bekannt. Einige von ihnen – die pathogenen Pilze – leben parasitär und beziehen Nährstoffe von anderen lebenden Organismen. Davon wiederum kennt man derzeit rund 700 Insekten-pathogenen Pilze; also Pilze, die Insekten befallen und abtöten können.

Die wichtigste Gruppe daraus sind Hypocreales (krustenkugelpilzartige Pilze). Aus dieser Gruppe entstammen jene insekten-pathogenen Pilze, welche wir aus gängigen Pilzsporenpräparaten und –suspensionen kennen:

Pilzgerste

Bei diesem Produkt dienen Gerstenkörner als Trägermaterial für den Pilz. In den Boden eingeschlitzt, bilden sich Sporen aus, die bei Berührung das Wirtsinsekt infizieren. Die Pilzsporen, welche an der Cuticula des Wirtsinsekts auskeimen, durchdringen schließlich die Außenhülle des Insekts (bei fertigen Käfern auch den Chitinpanzer) und bringen es schließlich mit der Bildung von Metaboliten zum Absterben.

Hinsichtlich dem Wald- und Feldmaikäfer ist der Pilz *Beauveria brongniartii* der wichtigste Gegenspieler, der ausschließlich diese beiden Arten in all seinen Entwicklungsstadien infiziert. Vertrieben wird dieses Pilzsporenpräparat bei uns unter der Produktbezeichnung Melocont®-Pilzgerste. *Beauveria brongniartii* wirkt nicht gegen den Juni- und Gartenlaubkäfer, als auch nicht gegen seine Engerlinge. Für diese beiden Arten am Markt erhältlich ist das Produkt GranMet®-P, welche den Pilz *Metarhizium anisopliae* auf sich

trägt. Hinsichtlich einer effektiven Regulierung/Bekämpfung mit Pilzgerste ist es also unabdingbar, die Art des Engerlings genau zu bestimmen.

Erfahrungen zeigen, dass eine zweimalige Ausbringung der Pilzgerste in aufeinanderfolgenden Jahren mit je 25-30 kg/ha notwendig ist, um ein entsprechendes Ergebnis zu erreichen. Der Pilz reagiert empfindlich auf Licht und ist daher schnell und sorgsam in den Boden einzubringen (Schlitzsaat). Pilzgerstenpräparate sind Pflanzenschutzmittel und werden jährlich im Rahmen einer Notfallzulassung zeitlich beschränkt zugelassen.

Artis®-Pro

Auf eine ähnliche Wirkungsweise zielt das seit 2019 im Umlauf befindliche Produkt Artis®-Pro ab, welches allerdings in flüssiger Form in Anwendung kommt. Dieses Produkt ist derzeit als mikrobiologisches Pflanzenhilfsmittel eingestuft und unterliegt so keiner Notfallzulassung. Insekten-pathogen wirkend kommen bei diesem Produkt die Sporen des Pilzes *Beauveria bassiana* zum Einsatz. Dieser Pilz gehört zu den bekanntesten insektenpathogenen Pilzen und wird weltweit in der biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt. Neben dem Einsatz zur Bekämpfung der Weißen Fliege oder von Milben wirkt er auch gegen die Engerlinge des Mai-, Juni-, als auch Gartenlaubkäfers.

Erfolgt keine Bodenbearbeitung oder ist diese nicht möglich (Hanglage, geringer Bearbeitungshorizont), wird dieses Produkt mittels Injektion (z.B. Cultan-Gerät) in den Boden eingebracht. Die Aufwandmenge beläuft sich hierbei auf 3 kg/ha, aufgelöst in 500 Liter Wasser. Wie auch bei der Pilzgerste braucht es nach der Ausbringung von Artis®-Pro eine ausreichende Bodenfeuchte, damit sich der Pilz entwickeln kann. Bodentemperaturen zwischen 23 und 28 °C wären optimal. Der Pilz entwickelt sich aber auch bei niedrigeren Temperaturen, nur langsamer.

Kombination der Verfahren

In starken Befallsregionen kann auch über ein kombiniertes Verfahren von mechanischer Bekämpfung und der Ausbringung von Pilzsporen nachgedacht werden. Hierbei wird unmittelbar vor dem zweiten Bearbeitungsdurchgang des befallenen Grünlandbestandes das Produkt Artis®-Pro auf die Bodenoberfläche gesprüht. Mithilfe neuer Gerätekombinationen lassen sich die Ausbringung der Pilzsporensuspension und der zweite Bekämpfungsschritt sowie die Aussaat der Deckfrucht in einem Arbeitsschritt erledigen.

Dieses kombinierte Verfahren soll den neu angelegten Pflanzenbestand vor einem neuerlichen Befall besser schützen. Speziell die durch die mechanischen Bekämpfungsmaßnahmen nicht erfassten Engerlinge dienen den Pilzsporen als Nährboden, wodurch sich dieser vermehren kann. Es sei zu bedenken, dass die Schadschwelle nach sehr hohen Befallszahlen auch bei großem mechanischem Bekämpfungserfolg schnell wieder erreicht sein kann (Bsp.: trotz eines hohen Wirkungsgrades der mechanischen Bekämpfung von angenommen 85% verbleiben bei einer vorhergehenden Befallsdichte von 300 Engerlingen/m² immer noch 45 Engerlinge pro Quadratmeter. Im Hauptfraßjahr in Neuanlagen nach wie vor über dem kritischen Wert).

Nematoden

Nematoden sind Fadenwürmer (oder auch Älchen genannt), denen ein irrsinnig großes Arten-spektrum angehört. Es sind meist weiße bis farblose, fädige Würmchen, die in feuchten Medien leben. Ein kleinerer Teil der Nematoden lebt parasitisch, die Pflanzen, Tiere oder Menschen befallen. Entsprechende Arten können so – ähnlich wie insektenpathogene Pilze - als natürliche Gegenspieler in der Engerlingbekämpfung eingesetzt werden.

Nematoden sind ebenfalls lichtempfindlich und sind nur wenige Tage lagerbar. Darum ist eine rasche Ausbringung (ausgesprüht in einer Lösung) erforderlich. Nach der Ausbringung ist eine ausreichende Bodenfeuchte erfolgsentscheidend.

Hauptanwendungsgebiete von Nematoden stellen der Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenbau dar. Im Grünland gibt es zugelassene Nematoden-Produkte nur gegen den Gartenlaubkäfer und die Wiesenschnake.

Engerlinge – Was wir daraus lernen

Um langfristig das Problem eindämmen zu können, muss es wie in vielen anderen Bereichen der biologischen Landwirtschaft auch hier letztlich um Ursachenforschung anstatt einer Symptombekämpfung gehen. Hierfür müssen allerdings erst mögliche Ursachen für den sprunghaften Anstieg der Käferpopulationen eruiert werden:

Gradationszyklus

Recherchen in die Vergangenheit zeigen, dass im Speziellen der Maikäfer schon lange die Aufmerksamkeit der Menschen an sich zieht. Lieder über den Maikäfer (z.B. das Kinderlied „Maikäfer, flieg“) oder das Vorkommen in Geschichten (z.B. der fünfte Streich von „Max und Moritz“) zeugen von seiner Bedeutung. Aus Schleswig-Holstein ist die Sammlung von rund 200 Millionen Käfer aus dem Jahre 1938 bekannt. Damals wurde für jedes gesammelte Kilogramm eine Prämie von fünf Pfennigen ausbezahlt. Auch aus Dänemark gibt es ähnliche Berichte. Dramatisch dürfte es auch 1478/79 in Bern gewesen sein: Dort wurde die Kirche um Hilfe gebeten, worauf der Bischof von Lausanne den Engerling (damals der „Inger“) in einem gerichtlichen Prozess offiziell verurteilte und verdammt.

Schriftliche Dokumentationen zeigen deutlich, dass es beim Maikäfer im Rahmen eines Gradationszyklus alle 25 bis 35 Jahre zu einer neuerlichen Massenvermehrung kommt. Heute stehen wir mit einer modernen, technisierten als auch schlagkräftigen Landwirtschaft, in der sich die Prioritäten am Grünland stark gewandelt haben, einer solchen Massenvermehrung neuerlich gegenüber.

Klimaänderung

Die Klimaänderung zu einem Teil für das steigende Schadensausmaß durch Engerlinge verantwortlich zu machen, ist vielleicht nicht ganz richtig. Dennoch: Betrachtet man über Messdaten die Entwicklung von Niederschlagsmengen und mittlere Tagestemperaturen über die letzten Jahre und Jahrzehnte hinweg, ist ein klarer Trend zu erkennen: Abnehmende Niederschläge bei zunehmenden Tagesmitteltemperaturen.

Verglichen mit anderen Kulturen besitzt Grünland einen sehr hohen Transpirationskoeffizienten. Dieser gibt an, wieviel Liter Wasser eine Pflanze zur Produktion von einem Kilogramm Trockenmasse an der Blattoberfläche verdunstet – sozusagen ein Maß für die Wasserökonomie von Pflanzen. Durch die steigenden Ansprüche in der Grünlandnutzung (mehr Nutzungen, höhere Massenerträge) steigen auch die Ansprüche an die Wasserversorgung. Dies steht jedoch im Widerspruch zu den langjährigen Entwicklungen des Klimas in unserer Region. Hinzu kommt, dass die steigenden Tagesmitteltemperaturen auch eine Verlängerung der Vegetationszeit bewirken. Für die Grünmasseproduktion grundsätzlich etwas Positives.

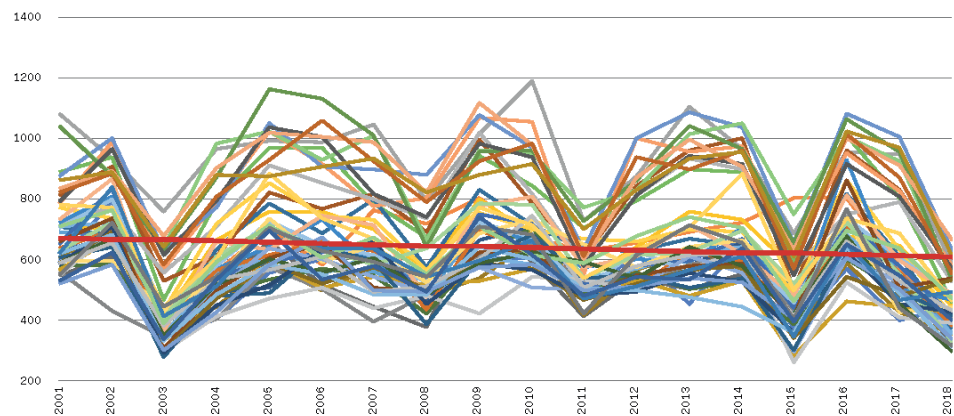
Der aktiven Phase des Engerlingsfraß jedoch auch zuträglich, könnte dies doch die Entwicklung des Engerlings zum fertigen Käfer und somit der Vermehrungsrate entgegenkommen (siehe auch Kapitel: „Biologie des Maikäfers“).

Der folgende Inhalt entstammt einer ausführlichen Recherche von Klimadaten durch Dipl.-Päd. Dipl.-Ing. Peter Frühwirth von Messstationen in Oberösterreich. Die dargestellten Entwicklungen sind daher nicht eins zu eins auf andere Regionen umzulegen, zeigen aber doch einen Trend für unsere Klimaregion:

Die Abbildung 2 zeigt die jährlichen Niederschlagsmengen in 47 Messstationen verteilt über Oberösterreichs Grünlandregionen in den Jahren 2001 bis 2018. In diesem Zeitraum betrug der durchschnittliche Niederschlag während der Hauptwachstumszeit (April bis einschließlich September) 641,2 mm. Die Niederschläge sanken über diesen Zeitraum allerdings durchschnittlich um 63,4 mm. Am stärksten betroffen war der Großraum Mühlviertel mit einer Abnahme von 75,8 mm.

Abbildung 2: Niederschläge in 47 Messstationen des Oö. Grünlandgebietes und kumulierter Trend; Vegetationsperiode 2001-2018

© Dipl.-Päd. Dipl.-Ing. Peter Frühwirth



Bei den Tagesmitteltemperaturen flossen die Messdaten von 45 Wetterstationen in demselben Vergleichszeitraum ein. Diese stieg im Durchschnitt zwischen 2001 und 2018 um 1,1 °C an.

Das diese Entwicklungen einen durchaus bedeutenden Einfluss auf die Engerlingsituation haben kann, zeigt sich oftmals erst auf den zweiten Blick. Das Grünland als wasserbedürftige Kulturart gerät mit zunehmenden Durchschnittstemperaturen bei gleichzeitiger Abnahme der durchschnittlichen Niederschlagsmengen immer mehr unter Druck; es leidet unter Stress und verliert an Vitalität. Die Gräser reduzieren bei Trockenstress das vegetative Wachstum und versuchen über die Notreife noch keimfähige Samen auszubilden, um ihre Art zu erhalten. Die Bestände sind lichter und damit für die begatteten Käferweibchen interessanter für die Eiablage. Außerdem sinkt bei labilen Pflanzenbeständen die Schadschwelle.

So gesehen ist der Klimawandel nicht Ursache für die Vermehrung des Engerlings, aber ist dieser zumindest förderlich.

Bewirtschaftung unseres Grünlands

Die Bewirtschaftung unseres Grünlandes ist mit jener vor ein paar wenigen Jahrzehnten nicht mehr zu vergleichen. Die Ansprüche und somit das Leistungs-Niveau an das Wirtschaftsgrünland ist in allen Regionen Österreichs stark gestiegen – unabhängig der Wirtschaftsweise.

Seinen Ausgang hat diese Entwicklung im Zuchtfortschritt in der Tierhaltung genommen. Am Beispiel der Milchviehhaltung ist dies am besten darzustellen: Lag 1975 die durchschnittliche Milchleistung einer Fleckviehkuh bei knapp über 4.000 kg, so lag diese 2017 bereits bei 7.345 kg. Da die Futteraufnahme der Tiere physiologisch begrenzt ist, ist dieser höhere Leistungsbedarf nur durch eine höhere Energie- und Nährstoffdichte im Futter abzudecken. Der logische Ansatz beim Wiederkäuer demnach ist, die Energiedichte im Grundfutter zu erhöhen. Dies wiederum hat Auswirkung auf die Nutzungshäufigkeit sowie den Schnittzeitpunkt am Grünland.

So wie bei den Milchkühen die Leistungssteigerung einen höheren Nährstoffbedarf mit sich gebracht hat, erfordern auch die dargestellten Entwicklungen am Grünland entsprechende Folgemaßnahmen. Bleiben diese aus, leidet das „System“ Grünland. Um bei

der Milchkuh zu bleiben: Wird diese nicht bedarfsgerecht gefüttert, geht es auf Kosten ihrer Leistungsfähigkeit und Vitalität. Ihr Stoffwechsel ist belastet. Die Anfälligkeit gegenüber Schadfaktoren, die von außen auf den Organismus einwirken, steigt (Zellzahlprobleme, schlechtere Fruchtbarkeit, etc.).

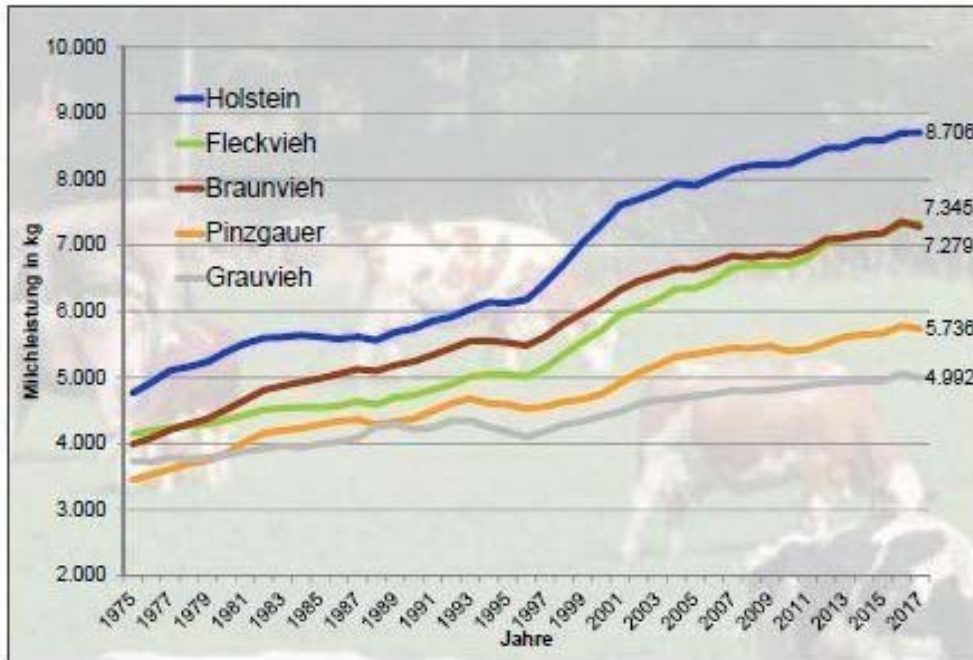


Abbildung 3: Entwicklung der durchchn. Milchleistung in Österreich

© Rinderzucht Austria

So gesehen nimmt die Bewirtschaftung unserer Flächen nur gering direkten Einfluss auf die Entwicklung der Engerlingpopulationen. Viel entscheidender in diesem Zusammenhang ist jedoch, wie widerstandsfähig und regenerativ unser Grünland nach solch Schadensereignissen ist. Eine an die Nutzung (und natürlich den Standort) angepasste Grünlandbewirtschaftung ist deshalb unabdingbar –unabhängig des Bewirtschaftungssystems.

In der Bio-Grünlandbewirtschaftung kann die abgestufte Grünlandwirtschaft (kurz: AGw) ein Teil der Lösung sein. Speziell dort, wo diese aufgrund der örtlichen Gegebenheiten noch nicht umgesetzt wird, birgt sie Potenzial.

Für eine einheitliche, im Gießkannenprinzip durchgeführte Bewirtschaftung von drei- und mehrschnittigen Grünlandflächen sind am durchschnittlichen Bio-Grünlandbetrieb zu wenig Wirtschaftsdünger vorhanden. Die AGw verfolgt daher das Konzept, die am Betrieb vorhandenen Grünlandflächen in ihrer Bewirtschaftungsintensität zu differenzieren. Das Vorhandensein von wenig intensiv genutzten Flächen (mit höherer Artenvielfalt und niedrigem bis gar keinem Düngbedarf) rechtfertigt so die Führung von ertragsbetonten Pflanzenbeständen mit höheren Eiweiß- (Rohprotein) und Energie- (Kohlehydrate)gehalten. Die zweitgenannten Flächen erfordern in der Bewirtschaftung letztlich aber auch konsequentes Handeln in der Aufrechterhaltung eines ertragreichen und konkurrenzfähigen Grünlandbestandes (Stichwort: Wirtschaftsdünger-Management, periodisches Nachsäen, Kalkung, Phosphorversorgung, kein zu tiefer Schnitt, Bodenzustand beachten, etc.)

Diskussion

Die Engerling-Thematik zieht mit der Häufigkeit des Auftretens des Schädling und dem hohem Schadenspotenzial viel Aufmerksamkeit auf sich. Was auch grundsätzlich

gut ist, da mit der einhergehenden Sensibilisierung früher geeignete Bekämpfungs- oder Sanierungsmaßnahmen gesetzt werden. Neben der Tatsache, dass Maikäfer innerhalb eines Gradationszyklus gehäuft vorkommen und der etwaigen Einflussnahme des Witterungsverlaufes auf die Vermehrungsrate (speziell beim Schwarmflug) beeinflusst letzten Endes auch das Handeln jedes Einzelnen darüber, wie stark der Druck einer Population in einer Region wird. Trägt doch jede von Engerling befallene Fläche, auf der keine Maßnahmen gesetzt werden, zur Stärkung einer Population bei.

Abschließend sei zur Diskussion gestellt, dass ein nachhaltiges Konzept gegen die dargestellte Problematik nur durch gezieltes strategisches Handeln gefunden werden kann – und zwar sowohl auf Betriebsebene als auch überbetrieblicher Ebene.

Betriebliche Strategie: Konsequente Umsetzung einer an die Nutzung und den Standort angepasste Grünlandwirtschaft.

Überbetriebliche Strategie: Regional abgestimmte und organisierte Regulierungsmaßnahmen zur Minimierung des Schadensdruckes. In regional abgegrenzten Gebieten (z.B. einzelne Talabschnitte) natürlich leichter als in offenen Grünlandgebieten.

Wurde vorhin ein Vergleich mit der Milchviehhaltung hergestellt, lässt sich hier ein Vergleich mit der Borkenkäfer-Thematik herstellen, wo auch richtiges Handeln auf mehreren Ebenen notwendig ist: Der Forstwirt wird einerseits die Vitalität seines Waldes stärken (z.B. mehr Mischwald), andererseits braucht es eine gemeinsame Strategie aller Forstwirte, um den Schadensdruck einzudämmen (z.B. rasches Entfernen befallener Bäume). Beim Engerling ist es ähnlich!

Literatur

FRÜHWIRTH, P. (2017): Der Feld-Maikäfer. Grünlandwirtschaft mit dem Engerling, 4. Auflage. Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Linz.

FRÜHWIRTH, P. (2019): Niederschläge und Temperaturen während der Vegetationsperiode in den Grünlandregionen Oberösterreich 1989–2018, 1. Auflage. Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Linz.

FRÜHWIRTH, P. (2020): Alle zwei Jahre fliegen Maikäfer – eine These. Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Linz.

RUDLSTORFER, S. (2019): Engerlinge im Grünland – Was zu tun ist. Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Linz.

GAIER, L., GRAISS, W., KLINGLER, A., FRÜHWIRTH, P. (2020): Engerlingbekämpfung. Informationsschrift Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft 1/20, S. 12-13.

ÖKOLANDBAU (o.J.): *Metarhizium anisopliae*. <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagen-pflanzenbau/pflanzenschutz/nuetzlinge/insektenpathogene-pilze/metarhizium-anisopliae/> (07.10.2020).

SPEKTRUM (o.J.): Transpirationskoeffizient. <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/transpirationskoeffizient/11997> (07.10.2020).

WIKIPEDIA (o.J.): Krustenkugelpilzartige. <https://de.wikipedia.org/wiki/Krustenkugelpilzartige> (15.10.2020).

WIKIPEDIA (o.J.): Fadenwürmer. <https://de.wikipedia.org/wiki/Fadenw%C3%BCrmer> (13.10.2020).

GRABENWEGER, G., KELLER, S., ENKERLI, J., KAISER, D. (o.J.): Klein, aber oho! Ento-mo-pathogene Pilze als nützliche Helfer im biologischen Pflanzenschutz. Vortrag. <https://www.naturimgarten.at/files/content/3.%20VERANSTALTUNGEN/DIV/8%20%C3%96PFL/07.pdf> (07.10.2020).

HASE, W., (1984): Der Maikäfer als Forstschädling in Schleswig-Holstein. https://www.schriften.uni-kiel.de/Band%2054/Hase_54_103-115.pdf (09.10.2020).

PFLANZENFORSCHUNG (2013): Die Killer um uns. Pathogene Pilze machen vor keinem Wirt halt. <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/die-killer-um-uns-pathogene-pilze-machen-vor-keinem-wir-10124> (09.10.2020).

LÖFFLER, M. (2019): Junikäfer: zweijähriger Entwicklungszyklus. <https://noe.lko.at/junik%C3%A4fer-zweij%C3%A4hriger-entwicklungszyklus+2500+2971845> (13.10.2020).

UNIVERSITÄT INNSBRUCK (o.J.): Maikäfer. <https://www.uibk.ac.at/bipesco/service/beratung/maikaefer/index.html.de> (13.10.2020).

FRÜHWIRTH, P. (2016): Leistungsfähiges Dauergrünland. Landwirtschaftskammer Oberösterreich. Linz.

ABFALTER, A., BREUER, M., FRÜHWIRTH, P., RUDLSTORFER, S., DRAPELA, T. (2018): Nachhaltige Grünlandbewirtschaftung durch abgestuften Wiesenbau. ARGE Abgestufter Wiesenbau.

Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf die Einzeltier- und Flächenleistung sowie das Liegeverhalten von Vollweide-Milchkühen

Andreas Steinwidder^{1*}, Christian Fasching², Hannes Rohrer¹, Rupert Pfister¹, Johann Häusler³ und Gregor Huber²

Zusammenfassung

Einzeltier- und Flächenleistung

Bei Kurzrasenweidehaltung dient die Messung der Aufwuchshöhe (AWH) als wertvolles Hilfsmittel im Weide-Management. Da in Weideversuchen ein negativer Zusammenhang zwischen Einzeltier- und Flächenleistung festgestellt wurde, sollte diesbezüglich der Effekt der Kurzrasenweide-AWH bei saisonaler Vollweidehaltung in den ersten 12 Weidewochen untersucht werden. Es wurde dazu in den Jahren 2018 und 2019 jeweils ein eigenständiger Weideversuch auf einem biologisch bewirtschafteten Versuchsstandort angelegt. In Versuch 1 (2018) wurden die AWH-Gruppen „kurz“ und „mittel“ und in Versuch 2 (2019) die AWH-Gruppe „mittel“ und „lang“ mit 18 bzw. 15 Milchkühen geprüft. Die in den zwei Versuchen durchschnittlichen AWH, gemessen mit dem Rising Plate Pasture Meter, lagen in Versuch 1 in AWH-Gruppe „kurz“ bei 5,5 cm ($\pm 0,50$) und in AWH-Gruppe „mittel“ bei 6,4 cm ($\pm 0,51$), in Versuch 2 in AWH-Gruppe „mittel“ bei 6,0 cm ($\pm 0,91$) und „lang“ bei 7,3 cm ($\pm 0,67$). In jedem Versuch wurden die Kühe vor Versuchsbeginn gleichmäßig auf die jeweiligen zwei Weidegruppen aufgeteilt. Die in der Vorversuchswoche festgestellte ECM-Leistung der Kühe lag in Versuch 1 (2018) bei 26,5 kg ($\pm 4,10$) und in Versuch 2 (2019) bei 26,2 kg ($\pm 6,21$). Die zwei Weideversuche starteten am 18. April 2018 bzw. 19. April 2019, die Weidetiere wurden zweimal täglich im Melkstand des Versuchsstalls gemolken und nach der Melkung am Futtertisch fixiert, wo sie jeweils 0,80 kg Frischmasse an Kraftfutter (1,4 kg TM/Tier u. Tag) sowie eine Mineralstoffergänzung erhielten. Der Energiegehalt des Weidefutters lag im Mittel im Bereich von 6,4 bis 6,6 MJ NEL und der Rohproteingehalt bei 21 bis 22 %. Zwischen den AWH-Gruppen wurden innerhalb des jeweiligen Versuchs nur geringe Unterschiede im Nährstoffgehalt ermittelt.

Hinsichtlich Einzeltier-Milchleistung wurden in beiden Versuchen signifikante AWH-Effekte festgestellt. In der multiplen Regressionsanalyse der Daten beider Versuche zusammen zeigte sich bei etwa 7 cm AWH ein Maximum in der Einzeltier-Milchleistung. Auch die Nettoenergieaufnahme aus dem Weidefutter stieg pro Kuh und Tag mit zunehmender AWH an. Demgegenüber gingen die Milch-Flächenleistung und die errechnete Weide-Nettoenergie-Flächenleistung bei steigender AWH signifikant zurück. Zu Weidebeginn wurde bei 5,5 cm AWH eine ECM-Flächenleistung von 132 kg und bei 7,5 cm eine ECM-Flächenleistung von 102 kg ECM/ha und Tag errechnet (± 15 kg ECM/ha je 1 cm AWH-Schwankung). Pro Zentimeter zusätzlicher AWH ging die ECM-Flächenleistung um etwa 15 kg/ha zurück. Zu Versuchsende, wo die Einzeltier- und Flächenleistung generell auf niedrigerem Niveau lagen, waren die AWH-Effekte auf die Flächenleistung absolut gesehen (± 4 kg ECM/ha je 1 cm AWH-Schwankung) weniger stark ausgeprägt.

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwidder, email: andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at

Liegeverhalten

Das Liegeverhalten von Milchkühen beeinflusst das Tierwohl, die Tiergesundheit und Leistungsbereitschaft sowie die Wirtschaftlichkeit. Im Vergleich zur Stall- können bei Weidehaltung die Liegezeiten verschoben bzw. die tägliche Liegedauer eingeschränkt sein. In der vorliegenden Arbeit wurden Veränderungen des zeitlichen Liegeverhaltens von Milchkühen, bei der Umstellung von der Stallhaltung („Stall“) auf die Weidehaltung („Weideumstellung“) sowie bei anschließender Kurzrasen-Vollweidehaltung („Vollweide“) bei unterschiedlichen Weide-Aufwuchshöhen (AWH), in zwei Versuchen (2018 bzw. 2019) untersucht. In der Stall- bzw. Weideumstellungsphase wurden im Frühling 2018 (Versuch 1) bzw. 2019 (Versuch 2) laktierende Milchkühe jeweils gemeinsam gehalten und einheitlich gefüttert. Das Liegeverhalten wurde in der Stallperiode (Laufstall) an den letzten 9 Tagen vor Weidebeginn erhoben. Die anschließende Weideumstellungsperiode umfasste die ersten 9 (Versuch 1) bzw. 13 Weidetage (Versuch 2), wo die Tiere auf Kurzrasen-Vollweidehaltung umgestellt wurden. Am Ende der Weideumstellungsperiode wurden die Kühe gleichmäßig auf zwei Gruppen aufgeteilt, um in der anschließenden Vollweideperiode die Effekte unterschiedlicher Weide-Aufwuchshöhen (AWH) prüfen zu können. Die Kurzrasen-AWH wurde mit dem Rising Plate Pasture Meter erfasst. In Versuch 1 wurde das Liegeverhalten in den AWH-Vollweidegruppen „kurz“ (5,4 cm \pm 0,15) und „mittel“ (6,6 cm \pm 0,13) und in Versuch 2 in den AWH-Gruppe „mittel“ (6,1 cm \pm 0,87) und „lang“ (7,6 cm \pm 0,95) erfasst. In der Vollweideperiode wurde zusätzlich zur Weide als Lockfutter nur 1,4 kg TM Kraftfutter pro Tier und Tag ergänzt, die Milchleistung lag signifikant tiefer als in der Stallperiode. In Versuch 1 umfasste der Liegedatensatz individuelle Tagesdatensätze für die 8., 10. und 11. Vollweidewoche und in Versuch 2 für die 4., 5., 6., 8. und 12. Vollweidewoche. Die Liegeparameter wurden mit dem HOBO Pendant G Daten Logger bei einem Messintervall von 30 Sekunden (s) erfasst und im Anschluss mit einem gemischten Modell ausgewertet. In beiden Versuchen wurde bei Stallhaltung die längste und bei Vollweidehaltung die kürzeste tägliche Liegedauer festgestellt. In Versuch 1 ging diese von 11,4 Stunden/Tag in der Stall- auf 10,2 Stunden in der Weideumstellungs- sowie 7,2 bzw. 8,1 Stunden pro Tag in der Vollweideperiode in den AWH-Gruppen „kurz“ bzw. „mittel“ zurück. In Versuch 2 betrug die tägliche Liegedauer in der Stallperiode 11,1 Stunden, bei Weideumstellung 9,7 Stunden sowie in den Vollweide-Erhebungswochen 8,5 (AWH-Gruppe „mittel“) bzw. 9,0 Stunden (AWH-Gruppe „lang“). Die Liegedauer je Liegeperiode (73-87 Minuten/Periode) variierte nicht signifikant zwischen den Erhebungsperioden bzw. AWH Gruppen, die Vollweidetiere schränkten jedoch die Liegeperiodenanzahlen ein. Im Vergleich zu Literaturangaben sind die in der vorliegenden Arbeit bei niedriger AWH festgestellten täglichen Liegezeiten als gering einzustufen. Obwohl aus den vorliegenden Daten noch keine Rückschlüsse auf eingeschränktes Tierwohl gezogen werden können, sollten im Tier- und Weidemanagement Maßnahmen angewandt werden, welche den Milchkühen ausreichend Zeit zum Liegen ermöglichen.

Schlagwörter: Milchviehhaltung, Biologische Landwirtschaft, Kurzrasenweide, Aufwuchshöhe, Milchleistung, Effizienz, Liegeverhalten

Summary

Milk yield per cow and per ha

With increasing stocking rate a decline in individual animal performance but an increase in productivity per pasture area unit was found in grazing experiments. In a continuously grazed pasture system, the measurement of the sward surface height (AWH) is an important management tool. In two experiments, each lasting 12 weeks, the effects of sward surface height on milk yield per cow and milk yield per hectare were investigated in a continuously grazed pasture system at the beginning of the grazing season. For this purpose, two independent grazing experiments were set up in 2018 and 2019 on an organically managed experimental site. In experiment 1 (2018) the AWH groups „kurz“ and „mittel“ and in experiment 2 (2019) the AWH groups „mittel“ and „lang“ were tested with 18 and 15 dairy cows respectively. The AWH were measured with a rising plate pasture meter. In experiment 1 the average AWH were 5.5 cm (± 0.50) in AWH group „kurz“ and 6.4 cm (± 0.51) in „mittel“, in experiment 2 6.0 cm (± 0.91) in AWH group „mittel“ and 7.3 cm (± 0.67) in „lang“. The cows were divided equally between the two grazing groups in each experiment. One week before the experiments started, the average energy corrected milk yields (ECM) of the cows were 26.5 kg (± 4.10) in experiment 1 (2018) and 26.2 kg (± 6.21) in experiment 2 (2019). The experiments started on 18 April 2018 and 19 April 2019 respectively. The grazing animals were milked twice daily in the milking parlour, after milking they received 0.80 kg of concentrates (1.4 kg DM/per animal and day) and a mineral mixture. The average energy content of the herbage was in a range of 6.4 to 6.6 MJ NEL per kg DM and crude protein content (XP) was 21 to 22 %. Between the AWH groups only minor differences in nutrient contents were found within the respective trial and sampling period. In both experiments significant AWH effects were found on milk yield per cow. The multiple regression analysis of the data of both experiments showed a maximum in the milk yield per cow at an AWH of about 7 cm. With increasing AWH also the net energy intake from pasture increased per cow and day. In contrast, milk yield per hectare and net energy intake per hectare of pasture area decreased significantly with increasing AWH. At the beginning of the grazing period, an ECM yield of 132 kg/ha and day was found at an AWH of 5.5 cm and an ECM yield of 102 kg/ha at an AWH of 7.5 cm (-15 kg ECM yield per ha with an AWH increase of 1 cm). At the end of the experiment, when individual animal and area output was generally at a lower level, the AWH effects on productivity per hectare were less pronounced in absolute terms (-4 kg ECM yield per ha with an AWH increase of 1 cm).

Lying behaviour

The behaviour of dairy cows influences animal welfare and health, productivity as well as economic parameters. In comparison to freestall housing the resting periods of grazing cows can be postponed or the length of the period can be limited. In the present study, changes in the resting time of dairy cows during the change from freestall housing („Stall“) to grazing („Weideumstellung“) as well as during the subsequent pasture period („Vollweide“) in two experiments (2018 and 2019) at different continuously grazed pasture sward height (AWH) groups. In the stable and pasture conversion phase 18 and 15 animals were kept together and fed uniformly in experiment 1 and 2 respectively. The resting behaviour was recorded during the stable period on the last 9 days before the grazing period started. The subsequent pasture conversion period comprised the first 9 (experiment 1) and 13 (experiment 2) grazing days. Before the subsequent full grazing period started, the cows were divided equally between the two grazing groups in each experiment and then kept on continuous grazed pasture in different sward height groups. The AWH were measured with a rising

plate pasture meter. In experiment 1 the AWH groups „kurz“ (5.4 cm \pm 0.15) and „mittel“ (6.6 cm \pm 0.13) and in experiment 2 „mittel“ (6.1 cm \pm 0.87) and „lang“ (7.6 cm \pm 0.95) were compared respectively. During the full grazing period the animals received only 1.4 kg DM of concentrate plus minerals as supplementary feed. In experiment 1, the resting data set included the full grazing weeks 8, 10 and 11 and in experiment 2 the weeks 4, 5, 6, 8 and 12. The resting parameters were recorded with the HOBO Pendant G data logger at a measuring interval of 30 seconds and the data were evaluated with a mixed model. In both experiments the longest daily resting times were recorded during the stable periods and the shortest within the full grazing periods. In experiment 1 the resting time decreased from 11.4 hours per day in the stable period to 10.2 hours in the pasture conversion period and 7.2 to 8.1 hours per day in the full grazing period in the AWH groups „kurz“ and „mittel“ respectively. In experiment 2 the daily resting times were 11.1 hours for „Stall“, 9.7 for „Weideumstellung“ as well as 8.5 for AWH group „mittel“ and 9.0 hours for group „lang“. The average duration of resting (73-87 minutes/period) did not differ significantly between the experimental periods or the AWH groups, but during the full grazing periods, the animals restricted the number of lying phases per day. In comparison to results from the literature, the daily resting times at short AWH can be classified as low. Although the available data do not yet allow conclusions to be drawn about reduced animal welfare, measures should be applied in animal and pasture management that allow dairy cow's sufficient time to lie down.

Keywords: dairy cows, organic farming, grazing, continuous stocking, sward height, milk production, efficiency, lying behaviour

1 Einleitung

In der weidebasierten Milchviehhaltung wird eine hohe Weide-Flächenleistung angestrebt. Das tägliche Weidefutterangebot beeinflusst – neben der Futterqualität und der Ergänzungsfütterung – das Weideverhalten, die Futteraufnahme, die Einzeltier-Milchleistung und die Flächenproduktivität entscheidend (KIBON und HOLMES, 1987; MACDONALD et al., 2008; CARVALHO, 2013; PEYRAUD und DELAGARDE, 2013). Mit abnehmendem Tierbesatz steigt die Futterselektion, werden Flächenbereiche uneinheitlicher beweidet und der Anteil ungenutzter Weidepflanzenteile nimmt zu. Dadurch steigt auch die Heterogenität im Weidepflanzenbestand und der Weidefutterqualität wodurch die Flächeneffizienz sinken kann. In einer Meta-Analyse, überwiegend bei Koppelweidesystemen, stellten MCCARTHY et al. (2011) hinsichtlich Besatzstärke einerseits einen positiven Zusammenhang zur Milch-Flächenleistung und andererseits einen negativen Zusammenhang zur Einzeltier-Milchleistung fest. Demgegenüber kann ein zu hoher Tierbesatz aber auch den Boden und Pflanzenbestand schädigen, das Weideverhalten ungünstig beeinflussen, zu verringerter Einzeltier-Futteraufnahme führen und den Nährstoff-Erhaltungsbedarfsanteil am Gesamtnährstoffbedarf erhöhen, wodurch die Tier- und auch die Flächeneffizienz bei Überbesatz verringert werden können (ROOK et al., 1994; CARVALHO, 2013; STEINWIDDER und STARZ, 2015). Bei Kurzrasenweidehaltung ist die regelmäßige Messung der Aufwuchshöhe (AWH) ein wertvolles Managementhilfsmittel. Die Ergebnisse dienen der Überprüfung und Anpassung der Flächengröße an den aktuellen Futterbedarf und -Zuwachs sowie der Ergänzungsfütterung (LEAVER, 1982; STEINWIDDER und STARZ, 2015). Je nach Vegetationsperiode, Pflanzenbestand, Witterung, angestrebter tierischer Leistung und AWH-Messmethode wird bei Kurzrasenweide eine AWH zwischen 4 und 10 cm empfohlen (SPÖRNDLY et al., 2000; STEINWIDDER und

STARZ, 2015). STEINWIDDER et al. (2019b,c) untersuchten im Berggebiet Österreichs bei Kurzrasenweidehaltung den Einfluss der AWH (Gruppe „kurz“ 5,0 cm, „mittel“ 6,5 cm bzw. Gruppe „lang“ 8,0 cm) auf die Einzeltierleistung und Flächenproduktivität in der Ochsenmast. Die Versuchsgruppen mit den höchsten täglichen Zunahmen erzielten hier nicht die höchste Flächenleistung. Mit zunehmender AWH nahmen die Futtermittelverluste zu, die Homogenität des nutzbaren Pflanzenbestandes ging zurück und Weidepflegemaßnahmen wurden vermehrt erforderlich. Die Tageszunahmen der Ochsen in Gruppe „kurz“ (864 g) lagen tendenziell unter jener der Gruppen „mittel“ (950 g) und „lang“ (935 g). In der Flächenleistung (Lebendgewichtszuwachs/ha) fielen die Tiere der Gruppe „lang“ mit 492 kg/ha signifikant von den anderen beiden Gruppen („kurz“ 612 kg/ha bzw. „mittel“ 606 kg/ha) ab. Mit Milchkühen prüften PULIDO und LEAVER (2001) in zwei sechswöchigen Experimenten die Effekte der AWH bei Kurzrasenweidehaltung. In beiden Experimenten ging die Flächenleistung mit steigender AWH zurück (Experiment 1: 147 kg Milch/ha u. Tag bei 4,5 cm AWH, 137 kg bei 6,0 cm bzw. 114 kg Milch/ha u. Tag bei 8,9 cm AWH; Experiment 2: 183 kg bei 4,3 cm bzw. 128 kg Milch/ha bei 7,7 cm AWH). Demgegenüber stieg die Einzeltierleistung mit zunehmender AWH in Experiment 1 signifikant an (20,6, 23,7 bzw. 24,4 kg Milch/Kuh u. Tag). In Experiment 2 wurde hinsichtlich Einzeltier-Tagesleistung kein AWH-Effekt festgestellt (26,7 bzw. 26,9 kg/Kuh u. Tag; PULIDO und LEAVER, 2001). ROOK et al. (1994) bzw. GIBB et al. (2008) untersuchten mit Milchkühen den Einfluss der AWH (4, 6 und 8 cm bzw. 5, 7 und 9 cm) auf das Weideverhalten und die Weidefutteraufnahme. Bei ROOK et al. (1994) wurde bis zu einer AWH von 8 cm ein Anstieg der Weidefutteraufnahme pro Tier und Tag festgestellt, bei GIBB et al. (2008) erzielten die Kühe bei 7 cm AWH die höchste tägliche Aufnahme an organischer Masse aus dem Weidefutter. Im Berggebiet Österreichs verglichen STEINWIDDER et al. (2018) in einem dreijährigen Versuch die Flächen- und Einzeltierleistungen von Milchkühen bei Kurzrasen-Vollweidehaltung bzw. Silagefütterung. In dieser Untersuchung fiel die Milchleistung der Vollweidekühe etwa ab 3-4 Wochen nach Vollweidebeginn unter jene der Silagegruppen ab, obwohl die Energie- und Rohproteinkonzentration im Kurzrasen-Weidefutter über jener der Silagegruppen lag. Die Autoren führten als mögliche Ursache dafür die, im Mittel geringe AWH von 5,3 (\pm 0,81) cm, und die damit verbundene eingeschränkte Weidefutteraufnahme an. Im ersten Versuchsjahr, in dem die AWH mit 4-5 cm ab Mitte Mai am tiefsten lag, war die Persistenz am geringsten, d. h. die Milchleistung fiel im Vergleich zur Silagefütterung am stärksten ab. Die Autoren schlussfolgerten, dass Maßnahmen zur Verringerung des Milchleistungsabfalls im Anschluss an die ersten Vollweidewochen einen Beitrag zur Verbesserung der Effizienz bei Kurzrasenweide leisten könnten (STEINWIDDER et al., 2018). Ein Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, bei saisonaler Vollweidehaltung unter Kurzrasen-Vollweidebedingungen den Effekt der Weide-AWH auf die Milchleistung pro Kuh bzw. pro Hektar in den ersten Weidemonaten weiterführend zu untersuchen.

In einem weiteren Schritt sollten auch Auswirkungen der Weidehaltung bzw. der Weide-Aufwuchshöhe auf das Liegeverhalten der Kühe geprüft werden. Das Verhalten von Milchkühen wird von Umwelteinflüssen (Haltungsbedingungen, Klima, Management etc.), der Interaktion zwischen den Tieren (Rangordnung, Herdentrieb etc.) und individuellen Faktoren (Leistung, Laktationsstadium, Gesundheitsstatus etc.) wesentlich gesteuert (BEWLEY et al., 2010; DEMING et al., 2013; DIRKSEN et al., 2018). Das Ausruhe- und Liegeverhalten spielen hinsichtlich Tierwohl und Tiergesundheit (COOPER et al., 2008; JUAREZ et al., 2003; MUNKSGAARD und LOVENDAHL, 1993) sowie Leistungsbereitschaft und Wirtschaftlichkeit (BACH et al., 2008; KRAWCZEL und GRANT, 2009) eine bedeutende Rolle. Wird bei Milchkühen eine angemessene Liegedauer nicht erreicht, dann wurden ungünstige Veränderungen im Hypothalamus-Hirnanhangsdrüsen- und Adrenalin-System (u.a. Immunfunktion) sowie Verhaltensabweichungen festgestellt (COOPER et al., 2007; FISHER et al., 2002; MUNKSGAARD und SIMONSEN, 1996). Bei laktierenden Kühen zeigt das Liegeverhalten ein tageszeitliches Muster, welches sich umgekehrt zum Fressverhalten verhält (FREGONESI et al., 2007). In Arbeiten von MUNKSGAARD et al. (2005), wo bei Kühen das Zeitangebot für Fressen, Liegen und

Sozialkontakt in Summe auf bis zu 12 Stunden pro Tag reduziert wurde, zeigte sich sowohl zu Laktationsbeginn als auch zu Laktationsende eine gewisse Priorisierung des Liegens gegenüber dem Fress- bzw. Sozialverhalten. In Übereinstimmung mit weiteren Ergebnissen der Literatur (CHAPLIN und MUNKSGAARD, 2001; MASELYNE et al., 2017; THOMPSON et al., 2019) war in dieser Arbeit die tägliche Liegedauer zu Laktationsende höher als zu Beginn. Wurde nur die Futteraufnahme zeitlich eingeschränkt, dann erhöhte sich die Futteraufnahme-Geschwindigkeit signifikant, die Liege- und Sozialkontaktzeiten wurden nicht beeinflusst. MUNKSGAARD et al. (2005) schließen daraus, dass bei Stallhaltung Einschränkungen im Liegeverhalten stärkere negative Auswirkungen auf Kühe haben könnten als – zumindest kurzzeitige – Einschränkungen in der Fresszeit. Ito et al. (2009) untersuchten in Kanada das Liegeverhalten auf 43 Laufstallbetrieben und stellten dabei eine durchschnittliche Liegedauer von 11,0 Stunden pro Tag und eine mittlere Liegedauer je Liegeperiode von 88 Minuten fest. Die Herdenmittel schwankten diesbezüglich zwischen 9,5–12,9 Stunden und 65–112 Minuten je Liegeperiode, innerhalb der Herden waren die individuellen Unterschiede deutlicher ausgeprägt (4,2–19,5 Stunden pro Tag bzw. 22–342 Minuten je Periode). Die beachtlichen Differenzen zwischen den Kühen innerhalb einer Herde werden von den Autoren vorwiegend auf die Rangordnung, die leistungsbedingten und gesundheitlichen Unterschiede sowie zeitlich begrenzte Veränderungen im Sozialverhalten (Brunst etc.), zurückgeführt. Die kuhindividuellen Unterschiede dürften bei ungünstigen Haltungsbedingungen, wie zum Beispiel bei Überbesatz oder mangelhafter Liegeboxenqualität, zunehmen (ITO et al., 2009). Eine lange Liegedauer ist jedoch nicht in jedem Fall ein Parameter für gesunde Kühe bzw. tiergemäße Haltungsbedingungen. Bei Lahmheiten stellten beispielsweise YUNTA et al. (2012) eine Zunahme der Liegedauer pro Liegeperiode bzw. FAYED (1997) und SEPÚLVEDA-VARAS et al. (2014) auch der Liegedauer pro Tag fest, wengleich diese Ergebnisse in der aktuellen Arbeit von THOMPSON et al. (2019) bei Weidekühen nicht bestätigt wurden. In den Untersuchungen von SEPÚLVEDA-VARAS et al. (2014) lagen erstkalbige Kühe nach der Abkalbung welche keine Lahmheiten – jedoch mehrere „sonstige Erkrankungen“ (Stoffwechsel, Euter etc.) aufwiesen – signifikant länger pro Tag und zeigten tendenziell auch eine längere Liegedauer je Liegeperiode. Für Weidekuhherden werden in der Literatur mittlere Liegezeiten zwischen 9 und 11 Stunden pro Tag angegeben (BEGGS et al., 2018; HETTI ARACHCHIGE et al., 2013; KROHN und MUNKSGAARD, 1993; THOMPSON et al., 2019). Geringere tägliche Liegezeiten (7,5–8,5 Stunden) wurden von SEPÚLVEDA-VARAS et al. (2014) zu Laktationsbeginn festgestellt. Im Vergleich zur Laufstallhaltung benötigen Weidetiere zusätzlich Zeit für den täglichen Weidegang, für das Aufsuchen von Wasserstellen, Schattenplätzen und der Ausruhebereiche sowie für die Futtersuche, -selektion und -aufnahme. Auch sind die Witterungseinflüsse auf der Weide im Vergleich zum Stall variabler, hinsichtlich Liegeverhalten wurde speziell bei Niederschlägen und/oder tiefen Temperaturen bzw. Hitze ein Rückgang der täglichen Liegedauer festgestellt (HENDRIKS et al., 2019; SCHÜTZ et al. 2008; THOMPSON et al., 2019). Bedeutend ist, dass bei Weidetieren die Weidefutter-Trockenmasseaufnahme (pro Bissen bzw. pro Tag) begrenzt ist (GIBB et al., 1997; LACA et al., 1992; ROOK et al., 1994). Höherleistende Weiderinder, mit entsprechendem Nährstoffbedarf und bei geringer Ergänzungsfütterung, versuchen dies zumindest teilweise zu kompensieren, in dem sie die Fressphasen ausdehnen und die Bissfrequenz auf der Weide erhöhen, wodurch das Zeitangebot für das Ausruhe- und Liegeverhalten sinkt. Da jedoch auch die Bissenanzahl (pro Graseperiode bzw. pro Tag) sowie die aktive Grasedauer pro Tag begrenzt sind, können hochleistende Weidetiere ohne entsprechende Ergänzungsfütterung, ihren Nährstoffbedarf trotzdem häufig nicht vollständig decken bzw. konnte das Leistungspotenzial der Tiere unter Weidebedingungen oft nicht ausgeschöpft werden (DOHME-MEIER et al., 2014; GEKARA et al. 2001; PULIDO und LEAVER, 2001; STEINWIDDER et al., 2020; TAWHEEL et al., 2004). DOHME-MEIER et al. (2014) untersuchten in der Schweiz Stallhaltungs- und Koppelweidekühe bei vergleichbar hoher Milchleistung (36,6 kg/Tag) und Kraftfutterergänzung (5,1 kg TM/Tag) hinsichtlich Energiebedarf, Verhaltensparameter und Futteraufnahme. Trotz bedeutender Ergänzungsfütterung nahmen die

Weidekühe signifikant weniger Gesamt- bzw. Grünfütter als die Stalltiere auf (16,8 kg TM Weide- bzw. 18,9 kg TM Grünfütter/Kuh u. Tag), hatten einen um 19 % höheren Energie-Erhaltungsbedarf (319 bzw. 269 kJ/kg LM0,75), verwendeten signifikant mehr Zeit zum Fressen (527 bzw. 398) und Gehen (311 bzw. 133 min) sowie signifikant weniger Zeit zum Stehen (547 bzw. 689 min), Wiederkauen (433 bzw. 453 min) und Liegen (582 bzw. 618 min). CROSSLEY et al. (2019a) stellten bei Weide-Milchkühen im Frühling, bei geringer Ergänzungsfütterung, mit abnehmendem Weidefutterangebot (Besatzdichte „hoch“ – 700 kg TM/ha Weidefutterangebot; „mittel“ – 900 kg bzw. Besatzdichte „gering“ – 1.100 kg TM/ha) eine tendenzielle Abnahme (P=0,07) in der täglichen Liegedauer fest. In Verhaltensstudien zeigten die Kühe zudem bei hohem Weidedruck vermehrt aggressives Verhalten, was für die Autoren ein Hinweis auf eingeschränktes Tierwohl sein könnte (CROSSLEY et al. 2019b). Bei Kurzrasen-Vollweidehaltung von Rindern, wo die Tiere bei geringer Aufwuchshöhe gehalten wurden und keine bzw. nur eine geringe Ergänzungsfütterung erfolgte, zeigte sich in mehreren Arbeiten ein Aufwuchshöheneffekt hinsichtlich Weidefütterraufnahme, Einzeltierleistungen sowie Weide- und Kauaktivität. PULIDO und LEAVER (2001) führten zwei sechswöchige Untersuchungen bei Kurzrasenweidehaltung durch, die Weidefütterraufnahme und die Wiederkauzeiten gingen in beiden Experimenten mit abnehmender AWH zurück, die Zeiten welche die Kühe für das Gras aufwendeten nahmen deutlich zu, die Auswirkungen auf das Liegeverhalten wurde nicht untersucht. STEINWIDDER et al. (2019, 2020) stellten sowohl in der Weide-Ochsenmast als auch bei Milchkühen mit sinkender Kurzrasenweide-Aufwuchshöhe einen Rückgang der Einzeltierleistungen und -Weidefütterraufnahme fest. Da in der Futterqualität zwischen den unterschiedlichen Weidefutter-Aufwuchshöhen keine wesentlichen Unterschiede bestanden, begründen die Autoren den Leistungsrückgang mit den oben beschriebenen Restriktionen in der Weidefütterraufnahme. In der vorliegenden Arbeit sollten daher Veränderungen im Liegeverhalten von Milchkühen bei der Umstellung von der Stall- auf Weidehaltung sowie bei Vollweidehaltung und unterschiedlicher Kurzrasen-Aufwuchshöhe näher untersucht werden.

2 Tiere, Material und Methoden

Die Untersuchungen wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (A-8951 Stainach-Pürgg) auf einer Seehöhe von 680 m über NN in den Jahren 2018 und 2019 durchgeführt Wie Abbildung 1 zeigt, variierten die durchschnittlichen Wochentemperaturen in der Versuchsperiode im ersten Jahr weniger stark als im zweiten Jahr. Im ersten Jahr waren die Frühlingswochen niederschlagsärmer als die Sommerwochen, im zweiten Jahr zeigte sich in der Versuchsperiode eine umgekehrte Niederschlagsverteilung.

Es wurde in jedem Jahr ein eigenständiger Versuch angelegt, wobei in Versuch 1 (2018) die Aufwuchshöhen (AWH) „kurz“ und „mittel“ und in Versuch 2 die AWH „mittel“ und

Tabelle 1: Versuchsplan – Einfluss der Aufwuchshöhe (AWH) bei Kurzrasenweide auf die Einzeltier- oder Weideflächenleistung

Versuch Gruppe	Versuch 1 (2018)		Versuch 2 (2019)	
	„kurz“	„mittel“	„mittel“	„lang“
angestrebte Aufwuchshöhe (AWH) cm ¹⁾	5,5 (4,0-6,0)	6,5 (6,0-7,0)	6,5 (6,0-7,0)	7,5 (7,0-8,0)
Versuchszeitraum, 12 Wochen	jeweils Mitte April bis Mitte Juli ²⁾			
Kühe je Gruppe und Jahr, N	9	9	8	7
Ergänzungskraftfutter, kg FM /Kuh u. Tag ³⁾	1,6	1,6	1,6	1,6

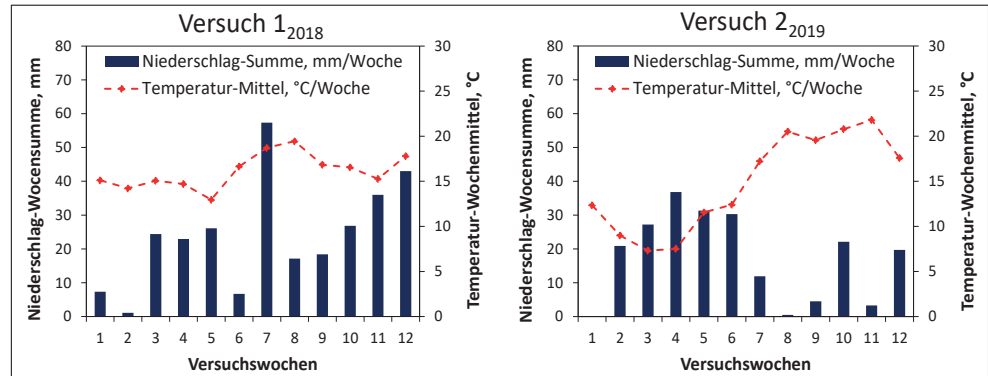
¹⁾ Wöchentliche AWH-Messung mit dem Rising-Plate-Pasture Meter und bei Bedarf Flächenanpassung

²⁾ Versuchsbeginn bei Erreichen der mittleren AWH von 6,0-6,5 bzw. 7,0-7,5 cm in Versuch 1 bzw. 2

³⁾ Kraftfutter (35 % Mais, 60 % Gerste, 5 % Hafer); zusätzlich 40 g Mineralstoffmischung pro Kuh und Tag über das Kraftfutter vorgelegt sowie Salz- und Mineral-Lecksteine auf der Weide *ad libitum*

„lang“ zu Weidebeginn verglichen wurden. In der Gruppe „kurz“ wurde eine AWH von 5,5 in den Gruppen „mittel“ von 6,5 und in Gruppe „lang“ von 7,5 cm angestrebt (Tab. 1.).

Abbildung 1: Niederschläge (Wochensumme in mm) sowie Temperatur (durchschnittliche Wochentemperatur in °C) in den zwei Versuchsjahren (Versuch 1 bzw. 2)



2.1 Grünlandflächen

Für die Untersuchungen wurden drei Dauergrünlandflächen (Beifeld 2,16 ha, Stallfeld 1,73 ha Allee mit 2,07 ha) herangezogen, welche in den Vorversuchsjahren als Kurzrasenweideflächen genutzt wurden. Diese Weideflächen waren in räumlicher Nähe zum Stall und hatten als Bodentyp eine Braunerde von mittlerer bis tiefer Gründigkeit. Allen Flächen gemein war, dass sie eine leichte Neigung nach Südosten bis Osten aufwiesen, weshalb die Wasserverhältnisse im Boden in Kombination mit dem Bodentyp als mäßig trocken zu definieren sind. Die Bonitur der Weidebestände erfolgte nach der wahren Deckung, bei der der Flächenanteil der Pflanzenbasis geschätzt wird. Die Pflanzenbestände auf den drei Versuchsflächen ähnelten einander. Im Mittel setzten sich die Bestände während der Versuchszeit aus 76 Flächen-% Gräser, 13-Flächen-% Kräuter und 10 Flächen-% Leguminosen zusammen. Die Gruppe der Leguminosen wurde auf den bonitierten Flächen ausschließlich durch *Trifolium repens* (Weißklee) gebildet. Bei den Kräutern dominierten die Arten *Ranunculus repens* (Kriechender Hahnenfuß) und *Taraxacum officinale* (Gewöhnlicher Löwenzahn). Die Artengruppe der Gräser setzte sich aus 35 Flächen-% *Lolium perenne* (Englisches Raygras), 23 Flächen-% *Poa pratensis* (Wiesenrispengras), 7 Flächen-% *Poa supina* (Lägerrispe) und 12 Flächen-% sonstige Gräser zusammen. Unter den sonstigen Gräsern waren hauptsächlich *Festuca pratensis* (Wiesenschwingel), *Phleum pratense* (Wiesenlischgras), *Agrostis stolonifera* (Ausläufer-Straußgras) und *Elymus repens* (Gemeine Quecke) vertreten.

Die Versuchsflächen wurden jeweils im Herbst einheitlich mit 20 kg N, 9 kg P und 38 kg K pro Hektar über Rindermistkompost (12 m³/ha) gedüngt. Im Frühjahr erfolgte zu Vegetationsbeginn eine Rindergüllegabe, entsprechend 30 kg N, 6 kg P und 36 kg K pro Hektar (ca. 12 m³ verdünnte Gülle je ha) und im Juni wurde einmal mit verdünnter Gülle, entsprechend 20 kg N, 4 kg P und 27 kg K pro ha (ca. 9 m³/ha), bei Regenwetter gedüngt. Danach wurde die gedüngte Teilfläche für zumindest 5 Tage nicht beweidet. Die drei Grünlandflächen wurden jeweils in zwei, der Versuchsgruppe entsprechende, Teilstücke geteilt. Zwei davon wurden ab Versuchsbeginn ohne Vornutzung beweidet, eine der drei Flächen (Allee) wurde erst bei zusätzlichem Weideflächenbedarf, nach vorangegangener Silage-Ernte des jeweiligen Aufwuchses, den Versuchsgruppen zugeteilt. In diesem Fall lag die Ernte-Schnitthöhe, gemessen mit dem Rising Plate Pasture Meter (RPM-Aufwuchshöhe in cm_{RPM}; Jenquip, Feilding, NZ, Auflagengewicht 6,8 kg/m², Auflagenfläche 35 cm Durchmesser), bei 5,0 cm. Die Erweiterungsfläche wurde 2 bis 3 Tage nach der Mahd der jeweiligen Gruppe anteilmäßig zugeteilt, wobei die Zusatzflächengröße bereits ab dem Folgetag des Schnitttermins der Weidegruppe zugerechnet wurde.

Die AWH jeder Fläche wurde wöchentlich gemessen und die Weideflächengröße im Vegetationsverlauf dementsprechend angepasst (siehe Abb. 2.). Dabei wurden auf jeder Fläche 30 repräsentative RPM-Messungen durchgeführt und dabei auch die Geilstellen

anteilmäßig miterfasst. Die Weideversuche 1 und 2 starteten am 18. April 2018 bzw. 19. April 2019 bei Erreichen der mittleren AWH von 6,0-6,5 cm (Versuch 1) bzw. 7,0-7,5 cm (Versuch 2). Während der 12-wöchigen Versuchsperiode wurden die Kühe entsprechend ihrer Versuchsgruppe auf der Weide getrennt gehalten. Die Versuchskühe kamen nach jeder Melkung im Rotationsprinzip auf eine der jeweiligen zwei bzw. drei Weideversuchflächen. Da im ersten Versuchsjahr 2018 auf Grund der Trockenheit von Versuchswoche 5 bis 7 nur geringe Weidefutterzuwächse gegeben waren, mussten die Kühe in dieser Phase teilweise auf Ersatzflächen gehalten werden. Die entsprechenden Versuchswochen 5 bis 7 wurden daher in diesem Versuchsjahr nicht ausgewertet und daher nicht zum Gruppenvergleich herangezogen. Aus diesem Grund erfolgte in der statistischen Auswertung eine getrennte Betrachtung der Versuchswochen 1-4, 5-7 bzw. 8-12.

Wie Abbildung 2 zeigt, nahm der Weideflächenbedarf pro Kuh von Versuchswoche 1 bis 12 zu. Im ersten Versuch (2018) erfolgte auf Grund der Trockenheit eine frühzeitigere Flächenerweiterung als im 2. Versuch (2019). Die 12-wöchige durchschnittlichen RPM-AWH lagen in Versuch 1 in Gruppe „kurz“ bei 5,5 cm ($\pm 0,50$) und in Gruppe „mittel“ bei 6,4 cm ($\pm 0,51$) und entsprach im Durchschnitt sehr gut den angestrebten AWH von 5,5 bzw. 6,5 cm in diesen beiden Gruppen. Wie oben ausgeführt, mussten zu Versuchsmitte die Kühe beider Gruppen vorübergehend gemeinsam auf Ersatzflächen gehalten werden, sodass hier keine klaren Differenzierungen in den AWH gegeben waren. Im 2. Versuch (2019) lagen die durchschnittlichen AWH in Gruppe „mittel“ mit 6,0 cm ($\pm 0,91$) und in Gruppe „lang“ mit 7,3 cm ($\pm 0,67$) etwas unter den jeweils laut Versuchsplan angestrebten Zielwerten (6,5 bzw. 7,5 cm). Diese Ergebnisse waren im zweiten Versuchsjahr vor allem auf den trockenheitsbedingt geringeren Futterzuwachs ab Versuchsmitte zurückzuführen.

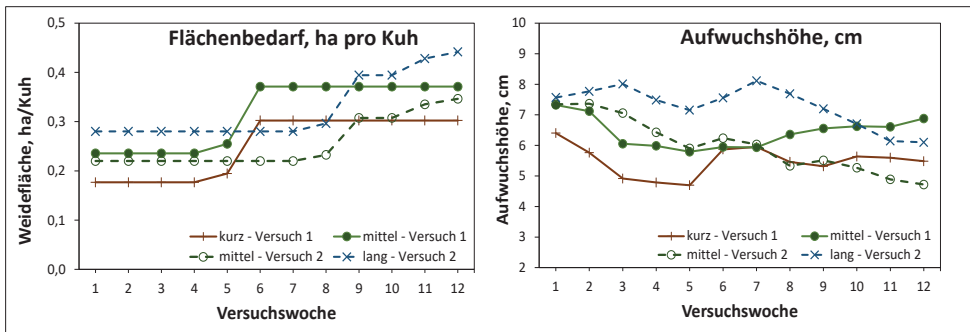


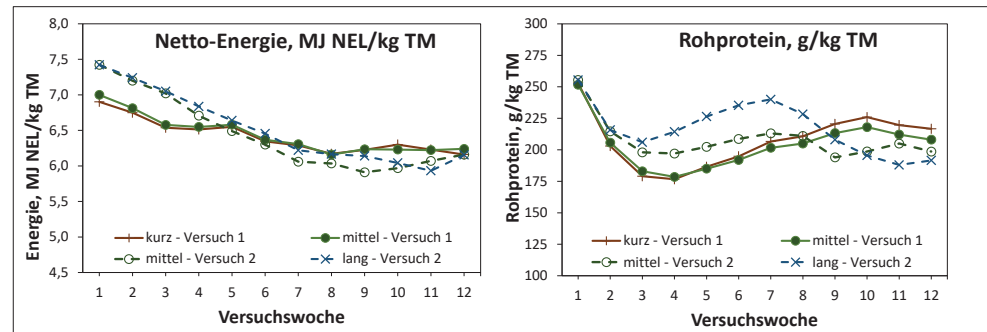
Abbildung 2: Weideflächenbedarf je Kuh (in ha) sowie Kurzrasenweide-Aufwuchshöhe (Messung in cm mit dem „Rising Plate Pasture Meter“) in den Versuchswochen (Versuch 1 bzw. 2)

Je Versuchsgruppe wurden alle zwei Wochen auf jeder Fläche repräsentative Weidefutterproben gezogen. Wie bei STEINWIDDER et al. (2019a) beschrieben, wurden die Kühe dazu auf den Flächen begleitet, das Graseverhalten (Weidebereich und Bisstiefe) beobachtet und parallel dazu bestmöglich vergleichbares Futter mit Hilfe einer modifizierten Handgartenschere (seitlich angebrachte Futterauffangvorrichtung) gewonnen. Die chemischen Analysen erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender-Nährstoffe und Van Soest-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Die Berechnungen des Energiegehaltes der Kraftfuttermischung und der Weidefutterproben erfolgten mit Hilfe der analysierten Nährstoffgehalte unter Berücksichtigung der gewichteten Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabellen (DLG, 1997). In Tabelle 2 sind die durchschnittlichen Nährstoffgehalte für die Versuchsgruppen in den zwei Versuchen angeführt und Abbildung 3 zeigt die Verläufe der Energie- und XP-Konzentrationen in den jeweiligen 12 Versuchswochen. Die Energiegehalte je kg Trockenmasse lagen im Mittel im Bereich von 6,4 bis 6,6 MJ NEL und die Rohproteingehalte bei 21 bis 22 %. Zwischen den AWH-Gruppen wurden innerhalb des Versuchs (Jahr) nur geringe Unterschiede im Nährstoffgehalt festgestellt, wobei die Gruppendifferenzen, innerhalb des jeweiligen Versuchs, auch im Verlauf der Versuchswochen gering waren (Abb.3). Bei geringer Wuchshöhe bzw. teilweise auch unter trockenen Witterungsbedingungen lagen die Energie- und XP-Konzentrationen tiefer und die Strukturkohlenhydratgehalte höher.

Tabelle 2: Mittlere Aufwuchshöhe sowie Nährstoff- und Energiegehalt der Weidefutterproben je kg TM (Mittelwerte und Standardabweichung)

Gruppe	Versuch 1 (2018)				Versuch 2 (2019)			
	„kurz“		„mittel“		„mittel“		„lang“	
Aufwuchshöhe (AWH), cm	5,5	0,5	6,4	0,5	6,0	0,9	7,3	0,7
Rohprotein, g	212	25	208	23	213	22	220	25
Rohfett, g	26	3	26	3	22	2	23	1
Rohfaser, g	223	10	222	14	215	37	211	37
N-freie Extraktst., g	443	22	450	20	453	29	454	26
Rohasche, g	96	2	94	2	97	6	93	6
NDFOM, g	448	22	441	14	457	61	441	59
ADFOM, g	255	18	252	24	258	37	256	38
ADL, g	30	8	30	9	37	7	36	7
NFC, g	411	36	419	35	409	31	408	30
UDP, g	30	3	29	3	29	2	30	2
nXP, g	149	5	149	5	149	9	151	9
RNB, g	10	3	10	3	10	3	11	3
Nettoenergielaktation (NEL), MJ	6,44	0,26	6,46	0,29	6,50	0,61	6,58	0,56

Abbildung 3: Verlauf der Energie- und Rohprotein-konzentrationen im Versuchsverlauf (Versuch 1 und 2)



2.2 Tiere, Fütterung und Milchleistung

In den Jahren 2018 bzw. 2019 wurden aus der Versuchsherde 18 bzw. 15 Milchkühe entsprechend der Laktationszahl, der Rasse und des Abkalbezeitpunktes ausgewählt und den jeweils zwei Versuchsgruppen pro Versuch möglichst gleichmäßig zugeteilt. Dabei wurde die energiekorrigierte Milchleistung (ECM), der Laktationstag, die Laktationszahl und die Rasse berücksichtigt. Die in der Vorversuchswoche festgestellte ECM-Leistung der Kühe lag im ersten Versuch (2018) bei 26,5 kg ($\pm 4,10$), der Laktationstag bei 116 Tagen ($\pm 48,5$) und die Laktationszahl bei 3,7 ($\pm 1,89$). In den zwei Versuchsgruppen „kurz“ und „mittel“ befanden sich jeweils 4 Fleckvieh- und 5 Holstein-Friesian-Kühe (Lebensleistungslinienzucht). Im zweiten Versuch (2019) lagen die ECM-Leistung in der Vorversuchswoche bei 26,2 kg ($\pm 6,21$), der Laktationstag bei 111 Tagen ($\pm 57,4$) und die Laktationszahl bei 4,1 ($\pm 2,08$). In beiden Gruppen befanden sich jeweils 5 Holstein-Friesian-Kühe und 2 bzw. 3 Fleckviehkühe (Gruppe „lang“ bzw. Gruppe „mittel“).

Die Weidetiere wurden zweimal täglich im Melkstand des Versuchsstalls gemolken. Die Melkzeit der Tiere lag zwischen 5:45-7:00 Uhr und 16:00-17:15 Uhr. Unter Berücksichtigung der Ein- und Austriebszeiten waren die Tiere etwa 18,5 Stunden pro Tag auf den Kurzrasenweiden. Die Tiere wurden unter Vollweidebedingungen gehalten, d. h. zusätzlich zum Weidefutter wurde, mit Ausnahme des Lockfutters, kein Ergänzungsfutter angeboten.

Nach der Melkung wurden die Kühe am Selbstfangfressgitter kurzzeitig fixiert, um sie anschließend wieder gruppenindividuell auf die jeweiligen Weideflächen treiben zu können. Der Fressplatz war mit dem Calan© Broadbent Feeding System (System C Circuit Board; American Calan, New Hampshire, USA) ausgestattet, jedes Tier hatten einen fixen Fressplatz. Als Lockfutter wurde jedem Tier nach der Melkzeit 0,80 kg Frischmasse an Kraftfutter (1,4 kg TM/Tier u. Tag) angeboten. Das gemahlene Kraftfutter setzte sich aus 35 % Mais, 60 % Gerste und 5 % Hafer zusammen, der Energiegehalt lag bei 8,10 MJ NEL und 115 g XP je kg TM. Zusätzlich wurde das Kraftfutter bei der Fütterung mit 40 g Mineralstoffmischung pro Kuh und Tag ergänzt (Rindamin GM). Im Stall und auf den Weideflächen standen immer sauberes Wasser (Ringleitung mit Kipp-Tränken), Viehsalz- und Mineral-Leckmasse (Calsea-Phos) sowie Schattenplätze zur Verfügung.

Vor Versuchsbeginn wurden alle Versuchskühe im Stall einheitlich mit 3 kg Frischmasse Heu (Dauergrünland 2. Aufwuchs) sowie Grassilage (Dauergrünland 1. Aufwuchs) zur freien Aufnahme gefüttert. Bis zum Beginn der Übergangsfütterung auf die Weide erfolgte eine leistungsbezogene Kraftfutterergänzung (KF kg Frischmasse pro Tier u. Tag = $0,5 \times \text{kg Tagesmilch} - 18$; max. jedoch 8,5 kg/Tier u. Tag). Ab Weidebeginn (09.04.2018 bzw. 03.04.2019) wurde der Anteil der Weidefütteration durch Verlängerung der Kurzrasenweidezeit (Stundenweide auf Halbtags- und Ganztagsweide) erhöht und gleichzeitig der Ergänzungsfutteranteil kontinuierlich bis auf das Lockfutter reduziert. In diesem Weideübergangszeitraum kamen die Kühe noch nicht auf die späteren Weideversuchsflächen.

Die Weide-Energieaufnahme wurde über den Energiebedarf der Tiere und die Energieaufnahme über das Kraftfutter abgeschätzt. Der Energiebedarf leitete sich aus der Milchleistung, den Milchinhaltsstoffen, dem Erhaltungsbedarf, der Lebendmasseveränderung sowie dem Weideaktivitätsbedarf (+ 15 % des Erhaltungsbedarfs) ab (GFE, 2001). Die Weidetiere wurden wöchentlich nach der Morgenmelkung gewogen, die Milchleistung der Kühe wurde täglich tierindividuell erfasst und die Gehalte an den Milchinhaltsstoffen Fett, Eiweiß, Laktose und Harnstoff wurden mittels Mid-Infrarot-Spektrometrie (Foss Milcoscan FH+500) sowie die Zellzahl mittels Impulzzählung (Fossomatc 5000) dreimal wöchentlich tierindividuell im zertifizierten LKV-Milchlabor St. Michael analysiert. Die energiekorrigierte Milchleistung wurde unter Berücksichtigung des Fett- und Eiweißgehalts entsprechend den Angaben der GFE (2001) berechnet ($\text{LE (MJ/kg)} = 0,38 \times \% \text{ Fett} + 0,21 \times \% \text{ Protein} + 0,95$), wobei je kg ECM ein Energiegehalt von 3,2 MJ angesetzt wurde. Die ECM-Flächenleistung wurde aus der ECM-Leistung und dem jeweiligen Flächenangebot errechnet. Da die Tiere im Stall einheitlich Kraftfutter als Lockfutter erhielten, wurde in einem zweiten Schritt auch die „kraftfutterfreie ECM-Weidefutter-Milchleistung“ (ECM-Weidefutterleistung pro Tier bzw. pro Fläche), nach anteiliger Zuordnung der Energiezufuhr über das Weidefutter, errechnet. Dazu wurde entsprechend LEISEN et al. (2013) der Prozentanteil der Energieaufnahme über das Kraftfutter an der Gesamtenergieaufnahme errechnet und die gemessene ECM-Milchleistung um diesen Prozentsatz reduziert.

2.3 Liegeverhalten

Ziel der Arbeiten zum Liegeverhalten war es mögliche Veränderungen in der Liegedauer der Milchkühe bei Stallhaltung, in der Weideübergangszeit sowie bei Kurzrasen-Vollweidehaltung bei unterschiedlichen Aufwuchshöhen, ergänzend zu den oben angeführten Arbeiten, zu untersuchen. In der Stall- bzw. Weideumstellungsphase wurden alle Tiere jedes Versuchs gemeinsam gehalten und vergleichbar gefüttert (Tab. 1). In Versuch 1 (2018) wurden in der Vollweidezeit die AWH-Gruppen „kurz“ und „mittel“ und in Versuch 2 (2019) die AWH-Gruppe „mittel“ und „lang“ mit 18 bzw. 15 Milchkühen geprüft, die Tiere jeder Gruppe wurden entsprechend ihrer AWH-Gruppe auf den Weiden in individuellen Kurzrasenweideflächen gehalten. In den zwei Weideversuchsgruppen „kurz“ und „mittel“ befanden sich im Versuch 1 (2018) 9 Holstein-Friesian und 9 Fleckviehkühe, die Laktationszahl lag bei 3,7 ($\pm 1,89$) und in der Stallperiode lag der Laktationstag im Mittel bei 101

($\pm 48,5$). Im zweiten Versuch (2019) befanden sich jeweils 5 Holstein-Friesian-Kühe und 2 bzw. 3 Fleckviehkühe (Gruppe „lang“ bzw. Gruppe „mittel“) im Versuch, die Laktationszahl lag bei 4,1 ($\pm 2,08$) und in der Stallperiode lag der Laktationstag im Mittel bei 96 ($\pm 57,4$).

Für das Erheben der Liegeparameter wurde der von LEDGERWOOD et al. (2010) validierte HOBOWare Pendant G Daten Logger (Onset Computer Corporation, Bourne, MA) verwendet. Der Logger besteht aus einem 3-Achsen Beschleunigungssensor mit einer Bandbreite von ± 3 g. Zur Befestigung wurden diese mit einer Cohesiv-Binde („Cohesive bandage stretched and green“ 10 cm \times 4,5 m, Henry Schein, Melville, NY), oberhalb vom Fesselgelenk am rechten hinteren Röhrlbein, lateral auf einer Schaumstoffunterlage befestigt. Die x-Achse wurde so ausgerichtet, dass sie senkrecht zum Boden gerichtet war. Das Messintervall in dem die g-Kraft erhoben wurde lag bei 30 s. Nach jeder Erhebungsperiode wurden die Logger abgenommen. Der Download der Daten erfolgte im Anschluss an die Demontage mit der dafür vorgesehenen Software (HOBOWare, Onset Computer Corporation, Bourne, MA). Die weitere Datenverarbeitung erfolgte mit einer dafür entwickelten Anwendung (C# und Python) sowie mit Microsoft Excel. Der Grenzwert zum Klassifizieren der Logger Daten (x Achse) lag mit 0,5 g ($\leq 0,5$ g $\hat{=}$ Liegen, $> 0,5$ g $\hat{=}$ Stehen) zwischen dem von LEDGERWOOD et al. (2010) und ITO et al. (2009) angegebenen Wert. In Anlehnung an ENDRES und BARBERG (2007) wurden Liege- und Stehphasen die kürzer als 1,5 min waren ignoriert und auf Beinbewegungen zum Zeitpunkt der Datenaufzeichnung zurückgeführt. Es wurde die tägliche Liegedauer, die Anzahl der Abliegevorgänge sowie die Liegedauer in 2-Stundenblöcken (0:00:00-1:59:59 etc.) erfasst. Die Liegedauer je Liegeperiode wurde errechnet, indem die tägliche Liegedauer durch die Anzahl der Abliegevorgänge am jeweiligen Tag dividiert wurde.

Die Liegeparameter wurden tierindividuell vor Weidebeginn („Stall“), in der Weideumstellungsphase („Weideumstellung“) als auch im Vollweidezeitraum („Vollweide“) durchgehend über die jeweilige Erhebungsperiodendauer (z.B. Stallperiode 9 Tage) bei allen Kühen jedes Versuchs erhoben. Für die Auswertung der Stallphase („Stall“) wurden jeweils die letzten 9 Stalltage vor Weidebeginn herangezogen. Alle Versuchskühe wurden hier im Laufstall einheitlich mit 3 kg Frischmasse Heu (Dauergrünland 2. Aufwuchs) sowie Grassilage (Dauergrünland 1. Aufwuchs) zur freien Aufnahme am individuellen Fressplatz gefüttert, die Futteraufnahme wurde nicht erhoben. Der Fressplatz war mit dem Calan© Broadbent Feeding System (System C Circuit Board; American Calan, New Hampshire, USA) ausgestattet, jedes Tier hatten einen fixen Fressplatz. Die Kraftfutterergänzung erfolgte über eine individuell zugängliche Transponderstation, die Kraftfuttermenge wurde milchleistungsbezogen zugeteilt (KF kg Frischmasse pro Tier u. Tag = $0,5 \times$ kg Tagesmilch - 18; max. jedoch 8,5 kg/Tier u. Tag). Die zweimal tägliche Melkung im Melkstand wurde von 5:45-7:00 bzw. 16:00-17:15 Uhr durchgeführt. Im Laufstall stand jedem Tier, mit Ausnahme der Melkzeiten und den Fütterungsperioden nach der Melkung (Melkbeginn bis 8:00 bzw. 17:45 Uhr), über etwa 20 Stunden eine freie Liegebox (Tiefbox mit Stroh-Mist-Matratze), entsprechend den Richtlinien der biologischen Landwirtschaft, zur Verfügung. Ab Weidebeginn („Weideumstellung“), dies war in Versuch 1 der 09.04.2018 und in Versuch 2 der 03.04.2019, wurde der Anteil der Weidefütteration durch Verlängerung der Kurzrasenweidezeit kontinuierlich erhöht und gleichzeitig der Ergänzungsfutteranteil (Grassilage und Kraftfutter) im Stall reduziert. Die Kühe jedes Versuchs kamen zu Weidebeginn nach der Morgenmelkung (8:15 Uhr Weideaustrieb) gemeinsam auf eine Kurzrasenweide. Die Entfernungen der Weiden vom Stall lagen zwischen 50 und 400 m, jede Weide war durch einen Triebweg erschlossen. Zu Weidebeginn wurde die tägliche Weidedauer von 3,5 Stunden pro Tag (8:15 bis 11:45) am ersten Weidetag auf 7 Stunden pro Tag (8:15 bis 15:15) an den letzten zwei Weideumstellungstagen ausgeweitet. Die AWH der Weidefläche wurde wöchentlich mit dem Rising Plate Pasture Meter gemessen, dabei wurden auf jeder Fläche 30 repräsentative RPM Messungen durchgeführt und auch die Geilstellen anteilmäßig miterfasst. Zu Weidebeginn stieg die Weide-Aufwuchshöhe in der Weideübergangsphase von 4,4 cm auf 5,7 cm an und lag in Versuch 1 im Durchschnitt bei 4,9 cm und in Versuch 2 bei

5,2 cm. Die Weideumstellungsphase, bis zum Beginn der Vollweidehaltung, erstreckte sich im Jahr 2018 über 9 und im Jahr 2019 über 13 Tage. In dieser Phase wurde auch das Liegeverhalten individuell aufgezeichnet. Im Stall und auf den Weideflächen standen immer sauberes Wasser (Ringleitung mit Kipp-Tränken), Viehsalz- und Mineral-Leckmasse (Calsea-Phos) sowie auf den Weiden Schattenplätze und auch immer ebene und mit einem dichten Pflanzenbestand bewachsene saubere Liegefläche in ausreichender Größe (EILERS, 2007) zur Verfügung. In der Vollweidezeit befanden sich die Kühe, unter Berücksichtigung der Warte-, Melk- und Ergänzungsfütterungszeiten sowie der Ein- und Austriebszeiten, täglich etwa 18,5 Stunden auf den gruppenindividuellen Kurzrasenweiden (8:15–15:15 Uhr; 17:30–5:15 Uhr). Nach der Melkung wurden die Kühe am Selbstfangfressgitter kurzzeitig fixiert, um sie anschließend wieder gruppenindividuell auf die jeweiligen Weideflächen gehen zu lassen. Dazu wurde 0,80 kg Frischmasse an Kraftfutter (1,4 kg TM/Tier u. Tag) als Lockfutter nach der Melkung am Fressplatz angeboten, zusätzlich erfolgte keine weitere Ergänzungsfütterung (siehe oben bzw. STEINWIDDER et al. 2020). Auf den Weiden und vor der Melkung im Laufstall (Liege-Tiefboxen) bestand für jedes Tier, über etwa 19 Stunden pro Tag, eine Möglichkeit zum Liegen.

In der Vollweideperiode war ursprünglich eine dreimalige Erhebung der Liegeparameter über jeweils zumindest eine Versuchswoche vorgesehen. Da im ersten Versuchsjahr 2018 auf Grund der Trockenheit von Versuchswoche 5 bis 7 nur geringe Weidefutterzuwächse gegeben waren, mussten die Kühe in Versuch 1 in dieser Phase teilweise auf Ersatzflächen bzw. die zwei AWH-Gruppen gemeinsam gehalten werden. Daher entfielen im 1. Versuch in diesem Zeitraum auch die ursprünglich geplanten Erhebungen der Liegeparameter, sodass tierindividuell Tagesdatensätze für die 8., 10. und 11. Vollweide-Versuchswoche zur Auswertung zur Verfügung standen. Im Versuch 2 (2019) standen Tagesdatensätze der Versuchswochen 4, 5, 6 sowie 8 bzw. 12 zur Verfügung. Die Witterungsbedingungen in den unterschiedlichen Beobachtungszeiträumen sind für Versuch 1 und 2 in Tabelle 2 angegeben.

In Versuch 1 lag die AWH der Weidegruppen „kurz“ und „mittel“ bei 5,4 ($\pm 0,15$) bzw. 6,6 ($\pm 0,13$) cm und in Versuch 2 in der Weidegruppe „mittel“ und „lang“ bei 6,1 ($\pm 0,87$) bzw. 7,6 ($\pm 0,95$) cm. Die Milchleistung der Kühe stieg numerisch von der Stallfütterungsperiode zur Weideumstellungsperiode an, in den darauf folgenden Vollweidephasen wurden im Vergleich zur Stallfütterungsphase signifikant (Versuch 1) bzw. numerisch (Versuch 2) geringere Milchleistungen ermittelt. Die Lebendmasse und Körperkondition der Kühe gingen im Versuchsverlauf (Stallfütterung bis Vollweidehaltung) numerisch zurück.

Tabelle 3: Witterungsbedingungen in den jeweiligen Beobachtungszeiträumen in den Versuchen 1 und 2 (24-Stundenwerte der Klimastation - gültig für Außenbereich)

		Versuch 1			Versuch 2		
		Stall	Weide- umstellung	Vollweide	Stall	Weide- umstellung	Vollweide
Temperatur, °C	Mittel	6,4	12,5	17,1	6,6	7,9	15,1
	Min.-Max.	1,9-10,8	10,4-14,1	14,5-19,8	2,5-9,0	4,9-10,7	4,3-23,1
Niederschlag, mm	Mittel	3,3	0,4	4,8	0,3	1,0	2,7
	Min.-Max.	0-18,9	0-3,1	0-29,3	0-1,8	0-5,0	0-21,2
Windgeschwindigkeit, m/sec	Mittel	1,7	2,3	1,5	1,9	2,0	1,8
	Min.-Max.	0,6-3,2	1,0-3,8	1,0-2,6	1,0-2,6	0,6-4,5	0,6-4,5

2.4 Statistische Auswertungen

Die jeweiligen Versuchsdaten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) ausgewertet. Da im Versuch 1 (2018) in den Versuchswochen 5 bis 7 die Versuchstiere teilweise gemeinsam gehalten werden mussten, erfolgte im ersten Auswertungsschritt eine getrennte statistische Auswertung der Ergebnisse beider Versuche für drei Versuchswochenblöcke (1-4, 5-7 bzw. 8-12) mit einem gemischten Modell (Prozedur: Mixed; fixe Effekte: Gruppe (G), Rasse, Versuchswoche (W), Gruppe x Versuchswoche (G x W); Ko-Variable: Laktationstag zu Versuchsbeginn; wiederholte Messung: Versuchswoche für Tier innerhalb Gruppe (type=cs); Freiheitsgrad-Approximation ddfm=kr). In beiden Versuchen zeigte sich, bei der Prüfung der Effekte für das statistische Auswertungsmodell, keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Gruppe x Rasse, weshalb diese Wechselwirkung nicht in das statistische Modell aufgenommen wurde. In den Ergebnistabellen (Tab. 4 bis 5) werden die Least-Square-Means für die Versuchsgruppen dargestellt, unterschiedliche Hochbuchstaben innerhalb der Wochenblöcke weisen auf signifikante Gruppendifferenzen ($P < 0,05$) hin. In einem zweiten Auswertungsschritt wurde über beide Versuchsjahre hinweg der Zusammenhang zwischen der AWH einerseits und der ECM-Leistung (je Tier und Tag bzw. je ha und Tag) sowie der errechneten Weideenergieaufnahme (je Tier und Tag bzw. je ha und Tag) andererseits zu Versuchsbeginn (Versuchswochen 2–4) bzw. zu Versuchsende (Versuchswochen 8–12) getrennt mit Hilfe einer Regressionsanalyse ausgewertet. Die Versuchswoche 1 wurde in dieser Auswertung nicht aufgenommen, da in der Versuchswoche 1, insbesondere an den ersten Versuchstagen, die AWH nicht wesentlich zwischen den Gruppen differierte. Das gemischte Modell enthielt das Jahr, die Versuchswoche sowie die Wechselwirkung Jahr x Versuchswoche als fixen Effekt und Kuh innerhalb Rasse als zufälligen Effekt. Als kontinuierliche Ko-Variablen wurden der Laktationstag, die Energiekonzentration des Weidefutters und die ECM-Milchleistung pro Kuh und Tag in der jeweiligen Vorversuchswoche (Vorversuchswoche (Woche -1) bei der Auswertung „Versuchsbeginn“; Versuchswoche 7 bei der Auswertung „Versuchsende“) jeweils linear im Ausgangsmodell berücksichtigt. Die AWH (in RPM cm) wurde als kontinuierliche Ko-Variable zu Beginn quadratisch in das Modell aufgenommen. Jene Ko-Variablen, die nach dem ersten Auswertungsschritt nicht signifikant waren, wurden schrittweise, beginnend mit jener Variable, welche den höchsten P-Wert zeigte, aus dem Modell genommen. Im endgültigen Modell verblieben nur jene Variablen, die einen signifikanten Effekt ($P < 0,05$) zeigten. In der Ergebnistabelle werden die LS-Mittelwerte der geprüften Variablen für die AWH 5,5 bis 7,5 cm (in 0,5 cm Schritten), die Residualstandardabweichungen sowie die P-Werte der im Modell verbliebenen Variablen angegeben (Tab. 6).

Die Liegedaten wurden ebenfalls mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit einem gemischten Modell (Prozedur: Mixed; fixe Effekte: Beobachtungsgruppe, Rasse; wiederholte Messung: Versuchstag für Tier innerhalb Gruppe (type=cs); Freiheitsgrad-Approximation ddfm=kr) ausgewertet. In den Ergebnistabellen werden die Least-Square-Means, die Residualstandardabweichung (s_e) sowie die P-Werte für Beobachtungsgruppe und Rasse angegeben. Signifikante Differenzen zwischen den Beobachtungsgruppen ($P < 0,05$) werden in den Ergebnistabellen mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

3 Ergebnisse

3.1 Einzeltier- und Flächenleistung - Wochenblöcke

In den Tabellen 4 und 5 sind die Ergebnisse des Versuchs 1 und 2 für die Versuchsgruppen in den Wochenblöcken angeführt. In Versuch 1, in dem die AWH „kurz“ (5,5 cm, $\pm 0,50$) und „mittel“ (6,4 cm, $\pm 0,51$) verglichen wurden, zeigten sich sowohl zu Versuchsbeginn als auch zu Versuchsende signifikante AWH-Effekte auf die Einzeltier- bzw. Flächen-

leistungen. Zu Versuchsbeginn (Wochen 1–4) lag die Einzeltier-Milchleistung (24,1 bzw. 27,6 kg) in Gruppe „mittel“ signifikant ($P=0,034$) und die ECM-Einzeltierleistung (23,4 bzw. 25,8 kg) bzw. die ECM-Weidefutterleistung (20,6 bzw. 22,9 kg) tendenziell ($P=0,095$ bzw. $0,084$) über jener von Gruppe „kurz“. In der ECM-Flächenleistung (133 bzw. 109 kg/ha) sowie in der ECM-Weidefutter-Flächenleistung (117 bzw. 97 kg/ha) als auch in der errechneten Weide-Energieaufnahme (476 bzw. 396 MJ NEL/ha u. Tag) übertraf hingegen die Gruppe „kurz“ die Gruppe „mittel“ signifikant. Wie Abbildung 4 zeigt, nahm die Differenz in der Flächenleistung von Woche 1 bis 4 ab, die Wechselwirkung Gruppe x Versuchswoche war signifikant ($P<0,001$).

In Versuch 2 wurden im Jahr 2019 die AWH-Gruppen „mittel“ und „lang“ verglichen. Die durchschnittlichen AWH lagen in Gruppe „mittel“ mit 6,0 cm ($\pm 0,91$) und in Gruppe „lang“ mit 7,3 cm ($\pm 0,67$) etwas unter den laut Versuchsplan angestrebten Zielwerten von 6,5 bzw. 7,5 cm. Wie die Ergebnisse in Tabelle 4 zeigen, wurden hier in den ersten zwei Versuchsabschnitten (Wochen 1–4 bzw. 5–8) keine signifikanten Effekte auf die Einzeltierleistungen festgestellt. Die ECM-Leistungen lagen im ersten Wochenblock bei 27–28 kg und im zweiten bei 22–24 kg. Im letzten Versuchsabschnitt (Wochen 9–12), in dem die AWH in beiden Gruppen auf Grund der Trockenheit deutlich abfiel („lang“ auf 6,8 cm bzw. „mittel“ auf 5,1 cm), zeigten sich in der ECM-Weideleistung pro Kuh signifikante („lang“ 21,0 kg bzw. „mittel“ 17,3 kg) und in der ECM-Leistung pro Kuh, mit 22,9 bzw. 19,0 kg und einem P-Wert von 0,051, an der Signifikanzgrenze liegende Gruppendifferenzen.

In der ECM-Flächenleistung bzw. in der aus dem Weidefutter erzeugten ECM-Leistung lag zu Versuchsbeginn (Wochen 1–4) die Gruppe „mittel“ signifikant über Gruppe „lang“ (Tab. 4 und Abb. 4). In den weiteren zwei Versuchswochenblöcken (Wochen 5–7 und

Tabelle 4: Ergebnisse des 1. Versuchs (2018) getrennt nach Versuchswochen 1–4 bzw. 8–12 für die Versuchsgruppen „kurz“ und „mittel“ (LS-Mittelwerte)

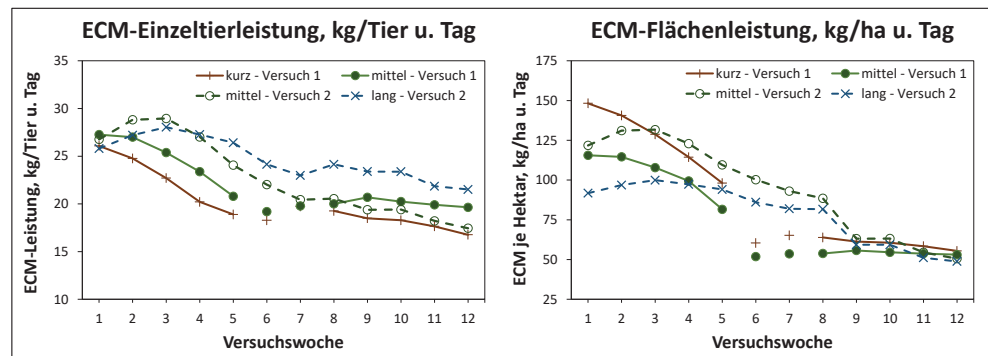
Gruppe	Wochen 1–4		Wochen 8–12	
	„kurz“	„mittel“	„kurz“	„mittel“
Aufwuchshöhe (AWH) cm	5,47	6,62	5,50	6,61
Weidefläche ha/Kuh	0,18	0,24	0,30	0,37
Einzeltierleistung¹⁾				
Milch kg/Tier u. Tag	24,1 ^b	27,6 ^a	18,3 ^B	21,1 ^A
ECM kg/Tier u. Tag	23,4	25,8	18,1 ^B	20,1 ^A
ECM-Weidefutter ²⁾ kg/Tier u. Tag	20,6	22,9	16,0 ^B	18,0 ^A
Fett %	3,91	3,56	4,10	3,75
Eiweiß %	3,29	3,26	3,23	3,26
Harnstoff mg/100 ml	25,1	24,7	35,8	33,4
Zellzahl x1000	67,7	70,2	104,9	94,7
Lebendmasse kg/Kuh	597	583	589	582
Tageszunahmen g/Kuh	-1117	-957	-51	23
BCS Punkte 1-5	3,0	2,8	2,8	2,7
Flächenleistung¹⁾				
ECM kg/ha u. Tag	133 ^a	109 ^b	60	54
ECM-Weidefutter ²⁾ kg/ha u. Tag	117 ^a	97 ^b	53	48
Energieaufnah.-Weide ³⁾ MJ NEL/ha u. Tag	476 ^a	396 ^b	298 ^A	261 ^B

¹⁾ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Gruppendifferenzen innerhalb des jeweiligen Versuchswochenblocks hin

²⁾ ECM-Milchleistung aus Weidefutter bei anteiligem Abzug der Energiezufuhr über das Kraftfutter (Leisen et al., 2013)

³⁾ Errechnete Energieaufnahme über das Weidefutter unter Berücksichtigung von: Milchleistung, Milchinhaltsstoffen, Lebendmasse, Lebendmasseveränderung, Erhaltungsbedarf + 15 % Weideaktivitätszuschlag sowie Kraftfutter-Energieaufnahme

Abbildung 4: Milchleistung (kg ECM) pro Tier bzw. pro ha im Versuchswochenverlauf in den Versuchen 1 (2018) und 2 (2019)



8–12) wurden numerische Gruppendifferenzen festgestellt. In der errechneten Energieaufnahme pro Hektar Weide lag die Gruppe „mittel“ in allen Wochenblöcken jeweils signifikant über der Gruppe „lang“.

Die ECM-Milchleistungen (kg/Kuh und Tag) der beiden Rassen (Fleckvieh bzw. kleinrahmige Holstein-Friesian Kühe) unterschieden sich in beiden Versuchen nicht signifikant voneinander, die Lebendmasse der Fleckviehtiere lag signifikant über den Holstein-Friesian Kühen. In Versuch 1 wurden bei den Fleckviehtieren im Mittel höhere Milcheiweißgehalte festgestellt.

3.2 Aufwuchshöheneffekte auf Milchleistung - Regressionsanalyse

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Regressionsanalysen zum Effekt der AWH auf die ECM-Einzeltier- und -Flächenleistung sowie die errechnete Weide-Energieaufnahme (je Tier bzw. je ha und Tag) sowohl für die ersten 2–4 (Weide- und Versuchsbeginn) als auch die letzten Weideversuchswochen 8–12 (Versuchsende) angeführt. In Abbildung 5 werden die Ergebnisse für die ECM-Einzeltier bzw. Flächenleistung grafisch dargestellt.

Hinsichtlich ECM-Einzeltierleistung zeigte sich für beide Weideabschnitte mit steigender AWH ein kurvenförmig abflachender Verlauf, das Maximum der täglichen ECM-Einzeltierleistung wurde im Bereich von 7 bis 8 cm AWH ermittelt. Zu Versuchsbeginn (Wochen 2 bis 4) stieg die ECM-Tagesleistung von 24,7 kg pro Kuh und Tag bei einer AWH von 5,5 cm auf 27,2 kg bei einer AWH von 7,5 cm an. Auch zu Versuchsende erhöhte sich die ECM-Einzeltierleistung von 19,3 kg pro Tag bei 5,5 cm auf 21,8 kg bei 7,5 cm prozentuell ähnlich stark. In der errechneten Weidefutter-Energieaufnahme pro Kuh und Tag wurde ebenfalls ein positiver AWH-Effekt ermittelt, wobei sich im ersten Weideabschnitt ein signifikant linearer Anstieg und zu Weideende ein an der Signifikanzgrenze liegender quadratischer Effekt zeigte.

Bei der regressionsanalytischen Auswertung der ECM-Flächenleistung und der errechneten Weide-Nettoenergie-Flächenleistung wurden in beiden Weideabschnitten mit zunehmender AWH signifikant negative Effekte festgestellt. Zu Versuchsbeginn

Abbildung 5: ECM-Einzeltier- und ECM-Flächenleistungen (kg je Tag) bei unterschiedlicher Weide-Aufwuchshöhe zu Versuchsbeginn (Versuchswochen 2–4) bzw. zu Versuchsende (Versuchswochen 8–12)

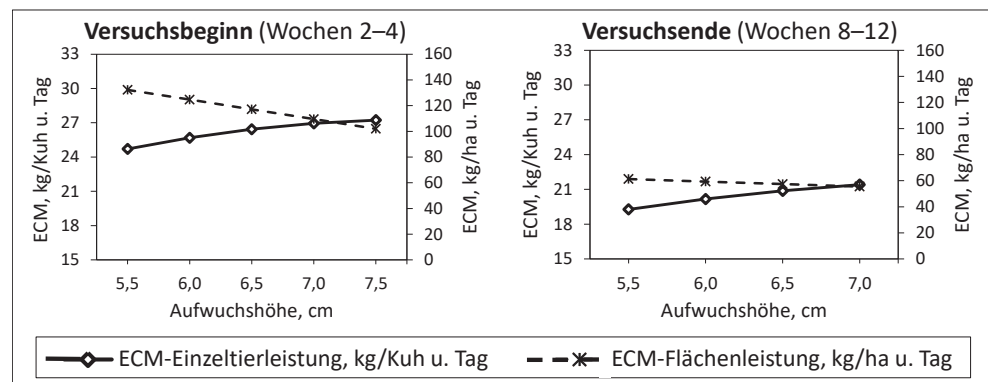


Tabelle 5: Ergebnisse des 2. Versuchs (2019) getrennt nach Versuchswochen 1 bis 4, 5 bis 7 bzw. 8 bis 12 für die Versuchsgruppen „mittel“ und „lang“ (LS-Mittelwerte)

Gruppe	Wochen 1 bis 4		Wochen 5 bis 7		Wochen 8 bis 12	
	„mittel“	„lang“	„mittel“	„lang“	„mittel“	„lang“
Aufwuchshöhe (AWH) cm	7,05	7,71	6,06	7,61	5,14	6,77
Weidefläche ha/Kuh	0,22	0,28	0,22	0,28	0,31	0,39
Einzeltierleistung¹⁾						
Milch kg/Tier u. Tag	28,6	27,6	23,2	25,2	20,1	23,2
ECM kg/Tier u. Tag	27,9	27,1	22,2	24,5	19,0	22,9
ECM-Weidefutter ²⁾ kg/Tier u. Tag	24,9	24,4	20,1	22,4	17,3 ^b	21 ^a
Fett %	3,88	3,86	3,76	3,79	3,83	4,02
Eiweiß %	3,31	3,47	3,26	3,44	3,17	3,25
Harnstoff mg/100 ml	22,1	22,9	30,0	26,1	40,1	37,4
Zellzahl x1000	188,4	122,7	126,1	81,5	145,3	128,4
Lebendmasse kg/Kuh	547	581	538	579	565	606
Tageszunahmen g/Kuh	-1117	-627	513	561	872	921
BCS Punkte 1-5	2,7	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8
Flächenleistung¹⁾						
ECM kg/ha u. Tag	127 ^a	96 ^b	101	87	64	60
ECM-Weidefutter ²⁾ kg/ha u. Tag	113 ^a	87 ^b	92	80	58	55
Energieaufnahme-Weide ³⁾ MJ NEL/ha u. Tag	433 ^a	374 ^b	513 ^A	442 ^B	384 ^a	340 ^b

¹⁾ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Gruppendifferenzen innerhalb des jeweiligen Versuchswochenblocks hin

²⁾ ECM-Milchleistung aus Weidefutter bei anteiligem Abzug der Energiezufuhr über das Kraftfutter (Leisen et al., 2013)

³⁾ Errechnete Energieaufnahme über das Weidefutter unter Berücksichtigung von: Milchleistung, Milchinhaltsstoffen, Lebendmasse, Lebendmasseveränderung, Erhaltungsbedarf + 15 % Weideaktivitätszuschlag sowie Kraftfutter-Energieaufnahme

ergab sich bei 5,5 cm AWH eine tägliche ECM-Flächenleistung von 132 kg und bei 7,5 cm errechnete sich eine ECM-Flächenleistung von 102 kg ECM/ha und Tag. Dies entspricht einer Abnahme um etwa 10 % pro Zentimeter Zunahme in der AWH. Auch die errechnete Weide-Nettoenergieaufnahme pro Hektar ging in vergleichbarem Ausmaß pro cm zunehmender AWH zurück. Zu Versuchsende, wo sowohl Einzeltier- als auch Flächenleistung generell auf niedrigerem Niveau lagen, verringerte sich die Flächenleistung zwar ebenfalls signifikant mit steigender AWH, der absolute Effekt war jedoch geringer ausgeprägt.

3.3 Einfluss der Weideumstellung und der Weideaufwuchshöhe auf das Liegeverhalten

In Tabelle 7 und 8 sind die Liegeparameter für die jeweiligen Beobachtungsperioden bzw. AWH-Gruppen in den Versuchen 1 und 2 zusammengefasst. In beiden Versuchen fällt auf, dass die tägliche Liegedauer der Kühe bei Stallhaltung signifikant über jener der Weideübergangsperiode sowie der Kurzrasen-Vollweideperiode lag. In Versuch 1 ging diese von 11,4 Stunden/Tag in der Stallphase auf 10,2 Stunden in der Weideumstellungsperiode sowie 7,2 und 8,1 Stunden pro Tag bei Vollweidehaltung in den AWH-Gruppen „kurz“ und „mittel“ zurück. In Versuch 2 waren dies 11,1 Stunden bei Stallhaltung, 9,7 Stunden in der Weideumstellungszeit und 8,5 und 9,0 Stunden in den Kurzrasen-Vollweidegruppen „mittel“ und „lang“. Wie die Ergebnisse zur Liegeperiodenanzahl pro Tag bzw. zur durchschnittlichen Liegedauer je Liegeperiode zeigen, war diese oben beschriebene zeitliche Veränderung in der täglichen Liegedauer weniger auf die Liegedauer pro Liegeperiode (73-87 Minuten/Periode) sondern auf eine geringere Anzahl an Liegeperioden pro Tag

Tabelle 6: ECM-Einzeltier- und -Flächenleistungen (kg je Tag) sowie Netto-Energieaufnahmen (MJ NEL je Tier bzw. je ha und Tag) bei unterschiedlicher Weide-Aufwuchshöhe (LS-Mittelwerte) je nach Versuchsabschnitt sowie P-Werte der Regressionsanalyse

Versuchsbeginn (Wochen 2-4)	Aufwuchshöhe (AWH), cm					s _e ¹⁾	P-Werte ²⁾							
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5		Ja	Wo	Ja x Wo	Lak.T.	ECM ⁻¹	AWH I	AWH q	
ECM-Einzeltierleistung³⁾	kg ECM/ Kuh u. Tag	24,7	25,7	26,4	26,9	27,2	0,99	0,039	<0,001	0,009	-	<0,001	0,010	0,027
ECM-Leistung je Hektar³⁾	kg ECM/ha u. Tag	132	125	117	110	102	5,7	0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	-
NEL-Aufnahme Weide je Kuh⁴⁾	MJ/Kuh u. Tag	91	94	96	99	101	4,7	0,344	0,001	0,030	-	0,041	0,120	-
NEL-Aufnahme Weide je Hektar⁴⁾	MJ/ha u. Tag	473	453	432	411	390	21,8	0,153	0,738	0,001	-	0,041	0,005	-
Versuchsende (Wochen 8-12)														
ECM-Einzeltierleistung	kg ECM/ Kuh u. Tag	19,3	20,2	20,9	21,4	21,8	0,86	0,237	<0,001	0,032	0,049	<0,001	0,004	0,019
ECM-Leistung je Hektar	kg ECM/ha u. Tag	61	59	57	55	54	2,9	0,744	<0,001	<0,001	0,039	<0,001	<0,001	-
NEL-Aufnahme Weide je Kuh⁴⁾	MJ/Kuh u. Tag	106	109	110	111	111	6,7	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,052	0,073
NEL-Aufnahme Weide je Hektar⁴⁾	MJ/ha u. Tag	339	321	302	284	265	22,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-

¹⁾ Residual Standardabweichung

²⁾ P-Werte: Ja: Versuchsjahr, Lak.T: Laktationstag, ECM⁻¹: ECM-Leistung eine Woche vor jeweiligem Versuchsperiodenbeginn (=Vorversuchswoche bei Auswertung „Versuchsbeginn“ bzw. Versuchswoche³⁾ bei Auswertung „Versuchsende“);

AWH I: Aufwuchshöhe lineares Glied, AWH q: Aufwuchshöhe quadratisches Glied

³⁾ ECM: Energiekorrigierte Milchleistung; ECM-Einzeltierleistung pro Kuh und Tag bzw. ECM-Leistung je Hektar und Tag

⁴⁾ Errechnete Netto-Energieaufnahme über das Weidertier (je Kuh und Tag bzw. je ha und Tag) unter Berücksichtigung von: Milchleistung, Milchinhaltstoffen, Lebendmasse, Lebendmasseveränderung, Erhaltungsbedarf + 15 % Weideaktivitätszuschlag sowie Kraftfutter-Energieaufnahme

zurückzuführen. Die Liegeanzahlen pro Tag gingen in Versuch 1 von 8,2 (Stall) über 7,9 (Weideumstellung) auf 5,3 und 5,6 Liegeperioden bei Vollweidehaltung (Vollweide „kurz“ bzw. „mittel“) signifikant zurück. In Versuch 2 verringerte sich die Liegeanzahl numerisch von 8,2 (Stall) auf 6,9 in der Weideumstellungszeit bzw. auf 7,1 und 6,7 bei Vollweidehaltung in der AWH-Gruppe „mittel“ und „lang“. Bei Stallhaltung waren die Phasen wo die Kühe durchgehend nicht lagen mit 4,9 (Versuch 1) bzw. 5,2 Stunden (Versuch 2) am kürzesten. Die längsten durchgehenden Nicht-Liegephasen zeigten sich in Versuch 1 in der Vollweidezeit für die AWG-Gruppe „kurz“ mit 8,5 Stunden und in Versuch 2 bei der Weideumstellung (8,1 Stunden).

Tabelle 7: Liegeparameter in den jeweiligen Beobachtungsperioden bzw. Vollweide-AWH-Gruppen in Versuch 1¹⁾²⁾

	Stall	Weide- umstellung	Vollweide „kurz“	Vollweide „mittel“	s _e	P-Werte Periode	Rasse
Tagesdatensatz (24 h)							
Liegendauer, min/Tag	683 ^a	612 ^b	431 ^d	486 ^c	59,4	< 0,001	0,267
Liegeanzahl, n/Tag	8,2 ^a	7,9 ^a	5,3 ^b	5,6 ^b	1,54	< 0,001	0,009
Liegen, min/Periode	83	78	82	87	22,1	0,503	0,027
max. Nicht-Liegen, min/ Tag ³⁾	293 ^c	404 ^b	509 ^a	432 ^b	99,3	< 0,001	0,067
Liegedauer in 2 h Blöcken, min							
0:00–1:59 Uhr	88	96	98	100	24,2	0,207	0,192
2:00–3:59 Uhr	97	105	102	106	20,6	0,210	0,927
4:00–5:59 Uhr	25 ^b	67 ^a	64 ^{ab}	59 ^b	21,0	< 0,001	0,114
6:00–7:59 Uhr	3 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	3,6	< 0,001	0,357
8:00–9:59 Uhr	53 ^a	2 ^b	0 ^b	1 ^b	15,4	< 0,001	0,134
10:00–11:59 Uhr	74 ^a	16 ^c	14 ^c	35 ^b	23,3	< 0,001	0,095
12:00–13:59 Uhr	72 ^a	45 ^b	38 ^b	45 ^b	25,2	< 0,001	0,346
14:00–15:59 Uhr	6 ^c	17 ^b	25 ^a	21 ^b	21,1	< 0,001	0,026
16:00–17:59 Uhr	39 ^a	23 ^b	0 ^c	0 ^c	15,3	< 0,001	0,996
18:00–19:59 Uhr	54 ^b	65 ^a	4 ^c	14 ^c	20,6	< 0,001	0,985
20:00–21:59 Uhr	81 ^a	84 ^a	5 ^b	7 ^b	16,4	< 0,001	0,799
22:00–23:59 Uhr	89 ^{ab}	93 ^{ab}	81 ^b	98 ^a	26,7	< 0,001	0,749

¹⁾ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Differenzen (P < 0,05) im paarweisen Vergleich hin

²⁾ Die AWH in der Weideumstellungsphase lagen in Versuch 1 bei 4,9 cm und in der Vollweidephase in Vollweidegruppe „kurz“ bzw. „mittel“ bei 5,4 bzw. 6,6 cm

³⁾ Längste täglich gemessene durchgehende Nichtliegedauer

Wie die Tabellen 7 und 8 bzw. Abbildung 1 zeigen, war bei Stallhaltung die Liegedauer von 8:00 bis 13:59 und von 16:00 bis 19:59 Uhr signifikant höher als bei Vollweidehaltung. Nur im Zeitraum von 14:00 bis 15:59 Uhr und teilweise in den Stunden kurz vor und nach Mitternacht, lagen die Tiere bei Vollweidehaltung geringfügig länger als im Stall. Vergleicht man in Versuch 1 die Liegedauer der Vollweidetiere in AWH-Gruppe „kurz“ und „mittel“ dann lagen die Kühe bei geringerer Aufwuchshöhe von 10:00 bis 11:59 Uhr signifikant und von 12:00 bis 13:59 bzw. von 18:00 bis 19:59 Uhr numerisch weniger lang. Auch in Versuch 2 zeigten sich in diesen Stundenblöcken vergleichbare Effekte zwischen den AWH-Gruppen „mittel“ und „lang“. Demgegenüber lagen jedoch die Tiere der AWH-Gruppe „mittel“ von 14:00 bis 15:59 und von 2:00 bis 3:59 etwas länger als jene in der AWH-Gruppe „lang“.

Tabelle 8: Liegeparameter in den jeweiligen Beobachtungsperioden bzw. Vollweide-AWH-Gruppen in Versuch 2¹⁾²⁾

	Stall	Weide- umstellung	Vollweide „kurz“	Vollweide „mittel“	s _e	P-Werte Periode	Rasse
Tagesdatensatz (24 h)							
Liegendauer, min/Tag	667 ^a	582 ^b	512 ^c	538 ^{bc}	79	< 0,001	0,027
Liegeanzahl, n/Tag	8,2 ^a	6,9 ^a	7,1	6,7	1,79	0,168	0,832
Liegen, min/Periode	82	85	73	80	20,9	0,609	0,0773
max. Nicht-Liegen, min/ Tag ³⁾	311 ^c	486 ^a	395 ^{ab}	367 ^{bc}	120,4	< 0,001	0,385
Liegedauer in 2 h Blöcken, min							
0:00–1:59 Uhr	85 ^b	85 ^b	105 ^a	107 ^a	26,9	< 0,001	0,210
2:00–3:59 Uhr	97 ^a	90 ^{ab}	82 ^b	63 ^c	40,1	< 0,001	0,960
4:00–5:59 Uhr	49 ^b	63 ^a	63 ^a	71 ^a	27,8	0,003	0,064
6:00–7:59 Uhr	0 ^b	2 ^a	0 ^b	0 ^b	5,1	0,009	0,713
8:00–9:59 Uhr	40 ^a	4 ^b	6 ^b	8 ^b	14,2	< 0,001	0,019
10:00–11:59 Uhr	76 ^a	16 ^d	40 ^c	55 ^b	31,8	< 0,001	0,009
12:00–13:59 Uhr	70 ^a	28 ^b	22 ^b	29 ^b	24,9	< 0,001	0,003
14:00–15:59 Uhr	12 ^b	19 ^b	46 ^a	38 ^a	24,0	< 0,001	0,730
16:00–17:59 Uhr	7 ^b	25 ^a	3 ^b	5 ^b	12,7	< 0,001	0,548
18:00–19:59 Uhr	62 ^a	67 ^a	8 ^c	21 ^b	20,8	< 0,001	0,725
20:00–21:59 Uhr	83 ^b	94 ^a	27 ^c	27 ^c	22,9	< 0,001	0,120
22:00–23:59 Uhr	85 ^b	89 ^b	109 ^a	113 ^a	18,2	< 0,001	0,483

¹⁾ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Differenzen ($P < 0,05$) im paarweisen Vergleich hin

²⁾ Die AWH in der Weideumstellungsphase lagen in Versuch 2 bei 5,2 cm und in der Vollweidephase in Vollweidegruppe „mittel“ bzw. „lang“ bei 6,1 bzw. 7,6 cm

³⁾ Längste tägliche durchgehende Nichtliegedauer in Minuten/Tag

4 Diskussion

4.1 Einzeltier- und Flächenleistung

Die vorliegenden Untersuchungen wurden auf einem biologisch bewirtschafteten Grünlandstandort im Berggebiet Österreichs auf einer Seehöhe von 680 m durchgeführt. Die Zusammensetzung des Dauergrünland-Pflanzenbestandes weist auf einen alpinen Standort mit gutem Weidepotenzial hin. Wie in den Arbeiten von PULIDO und LEAVER (2001) sowie STEINWIDDER et al. (2019a,b) zeigten sich im jungen Vegetationsstadium in den chemisch analysierten Nährstoff- und Energiegehalten der Kurzrasenweide-Futterproben nur bedingt Unterschiede zwischen den AWH-Gruppen des jeweiligen Versuchs. In der vorliegenden Arbeit lag der Energiegehalt je kg Trockenmasse im Mittel im Bereich von 6,4 bis 6,6 MJ NEL und der Rohproteingehalt bei 21 bis 22 %, dies deckt sich mit Ergebnissen von Weidefutterproben aus Kurzrasenweide-Gunststandorten in Österreich (STARZ et al., 2019; STEINWIDDER et al., 2019b). Bei geringer Wuchshöhe bzw. teilweise unter trockenen Witterungsbedingungen lagen die Energie- und XP-Konzentrationen numerisch etwas tiefer und die Strukturkohlenhydratgehalte höher. Wie Untersuchungen von PULIDO und LEAVER (2001) zum Nährstoffgehalt von Kurzrasen-Weidefutterproben zeigen, weisen im Mittel Pflanzenteile, die näher am Boden sind, höhere Strukturkohlenhydratgehalte und geringere Energie- und XP-Gehalte als die restlichen oberirdischen Pflanzenteile auf. Daher muss bei sehr geringer AWH und auch auf Weide-Erweiterungs-

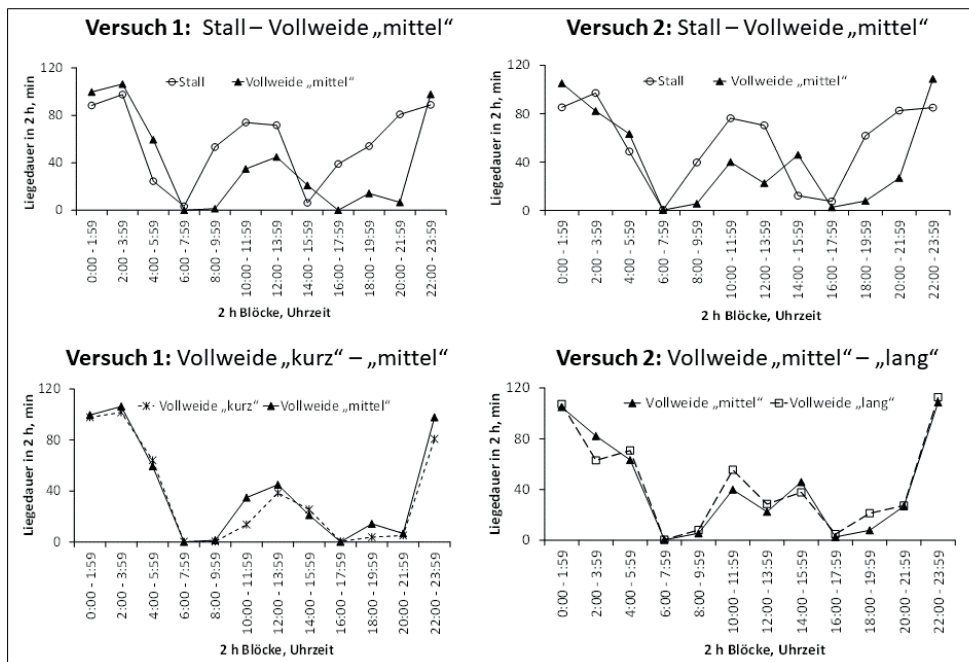


Abbildung 6: Liegedauer im Tagesverlauf für ausgewählte Beobachtungsperioden bzw. Vollweide-AWH-Gruppen in Versuch 1 und 2 (Liegedauer in Minuten in den jeweiligen 2 Stundenblöcken)

flächen, unmittelbar nach einer Schnittnutzung, mit geringerer Futterqualität gerechnet werden. Obwohl bei der Gruppeneinteilung die energiekorrigierte Milchleistung (ECM), der Laktationstag, die Laktationszahl sowie die Rasse berücksichtigt wurden, muss die begrenzte Datenbasis bei der Diskussion der Ergebnisse sowie den Schlussfolgerungen miteinbezogen werden. Hinsichtlich Einzeltier-Milchleistung wurden in beiden Versuchen signifikante AWH-Effekte festgestellt, bei geringer AWH (unter etwa 6 cm) ging die Einzeltierleistung zurück, die Gehalte an Milchinhaltsstoffen variierten demgegenüber nicht signifikant zwischen den jeweiligen AWH-Gruppen. Bei gemeinsamer regressionsanalytischer Auswertung der Daten beider Versuche zeigte sich sowohl zu Weidebeginn (Wochen 2–4) als auch zu Weideversuchsende (Wochen 8–12) bei etwa 7 cm AWH ein Maximum in der Einzeltier-Milchleistung. Auch die errechnete Nettoenergieaufnahme aus dem Weidefutter stieg pro Einzeltier mit zunehmender AWH an. In vergleichbaren Versuchen mit Milchkühen, wo die Aufwuchshöhen ebenfalls mit dem Rising Plate Pasture Meter erhoben wurden, zeigten sich bei ROOK et al. (1994) bis 8 cm AWH ein Anstieg der Weidefutteraufnahme pro Tier und Tag und bei GIBB et al. (2008) bei 7 cm AWH die höchste tägliche Aufnahme pro Einzeltier an organischer Masse aus dem Weidefutter. PULIDO und LEAVER (2001) führten zwei sechswöchige Untersuchungen durch, wobei in Experiment 1 Einzeltiermilchleistung und Weidefutteraufnahme von 4,5 über 6,0 auf 8,9 cm AWH signifikant anstiegen. In Experiment 2 lag die Weidefutteraufnahme bei 7,7 cm AWH im Vergleich zu 4,3 cm ebenfalls signifikant höher, in den Milchleistungen wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Die Autoren stellten mit steigender Kraftfutterergänzung einen Rückgang der Weidefutteraufnahme und mit zunehmendem Milchleistungsniveau der Versuchskühe (vor Versuchsbeginn) eine höhere tägliche Weidefutteraufnahme fest. Die Wiederkauzeiten gingen in beiden Experimenten mit abnehmender AWH zurück, die Zeiten, welche die Kühe für das Gras aufwendeten nahmen deutlich zu. Da die tägliche Bissanzahl, die Trockenmassemenge pro Bissen sowie die Grasedauer bei Rindern begrenzt sind, können geringe AWH (sehr hoher Tierbesatz auf Kurzrasenweiden) zu einem Rückgang der Weidefutteraufnahme und damit auch zu eingeschränkten Einzeltierleistungen führen (LACA et al., 1992; ROOK et al., 1994; GIBB et al., 1997; TAWHEEL et al., 2004). STEINWIDDER et al. (2018) verglichen am selben Versuchsstandort wie in der vorliegenden Arbeit die Flächen- und Einzeltierleistungen von Milchkühen bei Vollweidehaltung bzw. Silagefütterung. In dieser Untersuchung fiel die Milchleistung der Vollweidekühe etwa 3-4 Wochen nach Vollweidebeginn

unter jene der Silagegruppen ab, obwohl die Energie- und Rohproteinkonzentration im Kurzrasen-Weidefutter deutlich über jener der Silagegruppen lag. Die Autoren führten als mögliche Ursache dafür ebenfalls die im Mittel geringe Kurzrasen-AWH von 5,3 (\pm 0,81) cm und die damit möglicherweise verbundene eingeschränkte Weidefuturaufnahme an. Im ersten Versuchsjahr, in dem die AWH ab Mitte Mai am tiefsten lag, war die Milchleistungspersistenz am geringsten, d. h. die Milchleistung fiel im Vergleich zur Silagefütterung am stärksten ab. Auch in der Ochsenmast stellten STEINWIDDER et al. (2019b) bei geringer Kurzrasen-AWH mit Jungochsen signifikant geringere Tageszunahmen pro Tier fest (0,73 kg bei 4,8 cm, 1,06 kg bei 6,4 cm bzw. 1,12 kg bei 7,9 cm AWH). In der zweiten Weideperiode (schwerere Ochsen), in der das Tageszunahmen-Niveau tiefer lag, stiegen die Tageszunahmen von 0,81 kg bei 5 cm AWH auf 0,99 kg bei 6,8 cm AWH und fielen bei sehr hoher AWH (8,4 cm) wieder auf 0,87 kg ab. In Schweden mästeten SPÖRNDLY et al. (2000) Ochsen bei einer Kurzrasenweide-AWH von 4,7, 6,8 bzw. 11,1 cm (gemessen mit der Zollstabmethode). Die Tageszunahmen lagen bei geringer AWH mit 0,43 kg signifikant tiefer wie in den beiden anderen AWH-Gruppen (0,77 bzw. 0,83 kg). Bei Kurzrasenweide ist jedoch zu beachten, dass mit steigender AWH mit einer Zunahme der Heterogenität im Pflanzenbestand und einer damit verbundenen stärkeren Futterselektion gerechnet werden muss, wodurch speziell bei längeren Weideperioden Pflegemaßnahmen notwendig werden. Durch die Selektion steigen die Futterverluste an und der Anteil des vom Tier aufgenommenen Futters geht – im Verhältnis zum Neuzuwachs – zurück, wodurch die Flächenproduktivität sinken kann (STEINWIDDER und STARZ, 2015; STEINWIDDER et al., 2019b). Darüber hinaus kann es bei zu geringem Weidedruck auch zu unerwünschten Veränderungen in der Pflanzenbestandsdichte und -zusammensetzung bzw. im Wuchsverhalten der Pflanzen kommen (CARVALHO, 2013). In der Untersuchung von STEINWIDDER et al. (2019b) erzielten die Ochsenmast-Gruppen mit den höchsten täglichen Zunahmen nicht die höchste Lebendgewichts-Flächenleistung. Hinsichtlich Flächenproduktivität lag im Weideochsenversuch die optimale Weide-AWH im Bereich von 5,6–6,6 cm und hinsichtlich Einzeltierleistung im Bereich von 6,6–7,8 cm (STEINWIDDER et al., 2019b). In weiteren Versuchen mit Weidemastrindern (BERANGER und MICOL, 1981; DUFRASNE et al., 1995) und auch mit Milchkühen (KIBON und HOLMES, 1987; PULIDO und LEAVER, 2001; MCCARTHY et al., 2011; PEYRAUD und DELAGARDE, 2013) zeigte sich bei hohem Flächen- und Futterangebot bzw. bei Maximierung der Einzeltierleistung ebenfalls ein Rückgang der Flächenleistung bei weidebasierten Fütterungssystemen. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit, wo in beiden Versuchen die errechnete Weide-Nettoenergieaufnahme pro Hektar signifikant mit steigender AWH sank und auch die ECM-Flächenleistung zu Weidebeginn signifikant und im weiteren Versuchsverlauf numerisch zurückging. Bei gemeinsamer regressionsanalytischer Auswertung der Daten beider Versuche zeigten sich hinsichtlich ECM-Flächenleistung und errechneter Weide-Nettoenergie-Flächenleistung in beiden geprüften Weideabschnitten (Weidewochen 2–4 bzw. Weidewochen 8–12) mit zunehmender AWH signifikant negative Effekte. Zu Weidebeginn wurde bei 5,5 cm AWH eine ECM-Flächenleistung von 132 kg und bei 7,5 cm eine ECM-Flächenleistung von 102 kg ECM/ha und Tag errechnet. Dies entspricht einer Abnahme in der ECM-Flächenleistung um etwa 15 kg ECM/ha bei Zunahme der AWH um 1 cm. Auch die errechnete Weidefuturaufnahme pro Hektar stieg in vergleichbarem Ausmaß (8-10 % pro 1 cm Zunahme AWH-Abnahme) an. Zu Versuchsende, wo die Einzeltier- und Flächenleistungen generell auf niedrigerem Niveau lagen, waren die AWH-Effekte auf die Flächenleistung zwar ebenfalls signifikant, jedoch absolut gesehen (etwa \pm 4 kg ECM/ha je 1 cm AWH-Schwankung) deutlich geringer ausgeprägt. Eine Erklärung dafür könnte die anteilige Zunahme des Energie-Erhaltungsbedarfs am Gesamtenergiebedarf bei abnehmender Einzeltierleistung liefern. Mehr Tiere pro Hektar können zwar zu einer höheren Weidefuturaufnahme führen, gleichzeitig nimmt aber dabei auch der Erhaltungsbedarf pro Hektar zu. Wenn der zunehmende Erhaltungsbedarf die zusätzliche Weide-Energieaufnahme überschreitet, muss daher bei sehr hohem Tierbesatz mit einem Rückgang der Flächenleistung gerechnet werden. Dies konnten STEINWIDDER et al.

(2019b) in einem Projekt mit Mastochsen auch beobachten. Im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit reduzierte sich die Flächenleistung bei Unterschreitung einer AWH von etwa 6,0 cm (Mastbeginn) bzw. 5,5 cm (Mastende). Wie in der extensiven Rindermast üblich, lag bei den Mastochsen der Energie-Erhaltungsbedarfsanteil am Gesamtenergiebedarf deutlich höher als in den vorliegenden Milchviehversuchen. Weiters muss in diesem Zusammenhang auch die Weide-Versuchsdauer beachtet werden, denn möglicherweise auftretende Übernutzungseffekte (Schädigungen des Bodens und Pflanzenbestandes, höhere Empfindlichkeit hinsichtlich Trockenheiten etc.) zeigen sich in Versuchen mit kurzer Periodendauer nicht oder nur in abgeschwächter Form. Es könnte darüber hinaus aber auch die Jahreszeit bzw. die Pflanzenbestandszusammensetzung (z.B. Stängel-/Blattverhältnis) zu unterschiedlichen AWH-Effekten hinsichtlich Flächenleistung führen. Im Gegensatz zum Weidebeginn nimmt der Stängelanteil bei vergleichbarer Aufwuchshöhe etwa 4-6 Wochen nach Weidebeginn zu und sinkt dementsprechend die Verdaulichkeit des aufgenommenen Futters (STEINWIDDER und STARZ, 2015). Zusätzlich könnte das stängelreichere kurze Weidefutter auch die Weidefutteraufnahme (Futtermenge pro Bissen, Bissen pro Stunde) negativ beeinflusst haben. In diese Richtung deuten auch Ergebnisse von TAWHEEL et al. (2004) und CARVALHO (2013) hin, wo bei geringe AWH Veränderungen im Tierverhalten (Rückgang der Wiederkau- und Ruhezeitzeit, Zunahme der Grasedauer etc.) bzw. ein Rückgang der Nährstoffversorgung festgestellt wurden. Obwohl in der vorliegenden Arbeit die Flächeneffizienz bei einer AWH unter etwa 5,5 cm noch nicht abfiel, sollten daher sehr hohe Tierbesätze und damit verbundene geringe AWH (unter etwa 6 cm) nach Möglichkeit vermieden werden.

4.2 Einfluss der Weidehaltung und der Aufwuchshöhe auf das Liegeverhalten

Die in Versuch 1 und 2 in der Stallphase festgestellten täglichen Liegezeiten (11,4 bzw. 11,1 h) sowie die mittlere Dauer (83 bzw. 82 min) und Anzahl der Liegeperioden (jeweils 8,2), lagen im Bereich der dafür in der Literatur für gesunde Milchkühe und bei tiergemäßen Laufstallbedingungen angegebenen Werte (BEWLEY et al., 2010; DEMING et al., 2013; ITO et al., 2009; MASELYNE et al., 2017). Bei der Interpretation von Liegedaten sind jedoch – zusätzlich zu den Management-, Umwelt-, Haltungs- und Tiergesundheitsbedingungen – auch die Einflüsse des Laktationsstadiums und der Milchleistung auf die Liegedauer zu beachten. Im Laktationsverlauf bzw. bei sinkender Milchleistung wird von einer Zunahme der täglichen Liegedauer berichtet (BEWLEY et al., 2010; CHAPLIN und MUNKSGAARD, 2001; DEVRIES ET AL., 2011; ITO et al., 2009; MASELYNE et al., 2017). Nach BEWLEY et al. (2010) dürften höherleistende Kühe zu Laktationsbeginn, zur angestrebten Deckung des Energiebedarfs, mehr Zeit zum Fressen und weniger zum Liegen aufwenden. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen von MASELYNE et al. (2017), wo die Liegedauer von Laktationstag 1 bis 30 zurückging und danach im Laktationsverlauf – vergleichbar mit üblichen Lebendmasse-Verlaufskurven – wieder anstieg. Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse ist dies zu berücksichtigen, da die Erhebungen in allen Perioden bei den gleichen Kühen (Stall, Weideumstellung, Vollweide) jedoch zu unterschiedlichen Laktationsstadien bzw. bei unterschiedlichen Milchleistungsniveaus durchgeführt wurden. In der Stallperiode lag die Milchleistung in beiden Versuchen bei durchschnittlich etwa 26 kg ECM und befanden sich die Tiere am Beginn des 4. Laktationsmonats (101. bzw. 96. Laktationstag in Versuch 1 bzw. 2), in der unmittelbar anschließenden Weide-Umstellungsperiode wurde eine vergleichbare Milchleistung festgestellt (26,4 bzw. 27,9 kg ECM in Versuch 1 bzw. 2). In den Vollweide-Erhebungsphasen, wo sich die Kühe bereits etwa Mitte der Laktation befanden (175 bzw. 149 Laktationstag) wurde eine geringere Milchleistung ermittelt. Die ECM-Leistungen lagen je nach Versuch und AWH-Gruppe in Versuch 1 bei 17,8–19,8 kg und in Versuch 2 bei 20,1–23,0 kg. Trotz zunehmendem Laktationstag und abnehmender Milchleistung verringerten die Kühe in beiden Versuchen bei Kurzrasen-Vollweidehaltung, im Vergleich zur vorangegangenen Stallperiode, die tägliche Liegedauer signifikant um 19–37 %. Vor

allem in Versuch 1, wo in der Vollweidezeit die AWH-Gruppen „kurz“ und „mittel“ geprüft wurden, betrug die Liegedauer nur 7,2 bzw. 8,1 Stunden pro Tag. In Versuch 2 wurde in den AWH-Gruppen „mittel“ bzw. „lang“ eine Liegedauer von 8,5 bzw. 9,0 Stunden ermittelt. In beiden Versuchen schränkten die Kühe bei Vollweidehaltung insbesondere die Anzahl der Liegeperioden ein, die durchschnittliche Liegedauer je Periode variierte mit Werten zwischen 73 und 87 Minuten nicht signifikant zwischen den Beobachtungsperioden bzw. AWH-Gruppen. Im Vergleich zu zahlreichen Literaturangaben, wo bei Weidekühen mittlere tägliche Liegezeiten zwischen 9 und 11 Stunden festgestellt wurden (BEGGS et al., 2018; HETTI ARACHCHIGE et al., 2013; KROHN und MUNKSGAARD, 1993; OLMOS et al. 2009; THOMPSON et al., 2019), sind die in der vorliegenden Arbeit erhobenen Daten, besonders in der Vollweide-AWH-Gruppe „kurz“ (AWH 5,4 cm), mit einer täglichen Liegedauer von 7,2 Stunden, als gering einzustufen. Vergleichbar eingeschränkte tägliche Liegezeiten wurden von SEPULVEDA-VARAS et al. (2014) bei erstlaktierenden (7,5 h) bzw. höherlaktierenden Milchkühen (8,5 h) festgestellt, jedoch befanden sich die Kühe in dieser Untersuchung zu Laktationsbeginn. In der vorliegenden Arbeit zeigte sich, dass vor allem nach den Hauptfressphasen, die an die zweimal täglichen Melkungen anschlossen, die Liegezeiten bei Stallhaltung im Tagesverlauf rascher anstiegen als bei Vollweidehaltung, wobei auch hier die Tiere der AWH-Gruppe „kurz“ (Versuch 1) am deutlichsten abfielen. Nach FREGONESI et al. (2007) ist bei laktierenden Kühen im Liegeverhalten ein ausgeprägtes tageszeitliches Muster gegeben, welches sich umgekehrt zum Futteraufnahmeverhalten verhält. Neben dem bei Weidehaltung üblicherweise höheren zeitlichen Aufwand für die Fortbewegung (Weideeintrieb und -austrieb, Futtersuche etc.) und den Effekten der stärker wechselnden Umwelteinflüsse auf das Liegen, dürfte auch der vermehrte Zeitaufwand für die Weidefutteraufnahme zu Einschränkungen im Liegeverhalten geführt haben. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen von DOHME-MEIER et al. (2014), wo Weidekühe im Vergleich zu einer Stall-Grünfütterungsgruppe signifikant mehr Zeit zum Fressen und Gehen sowie weniger Zeit zum Stehen, Wiederkauen und Liegen aufwendeten, obwohl trotzdem die Grünfutter-TM-Aufnahme bei Weidehaltung unter jener der Stallgruppe lag. Im Vergleich zur vorliegenden Arbeit war in der Schweizer Untersuchung jedoch die Liegedauer der Weidekühe auf einem höheren Niveau und waren auch die Differenzen zwischen der Weide- und Stallgruppe, mit 9,7 bzw. 10,3 Stunden, weniger stark ausgeprägt. Erklärungen dafür liefert der bei DOHME-MEIER et al. (2014) deutlich höhere Ergänzungsfütterungsanteil (5,1 kg TM Kraftfutter/Tier u. Tag), die nahezu ausgeglichene Energiebilanz der Weidetiere sowie das angewandte Koppelweidesystem und die damit verbundene höhere mittlere Weide-Aufwuchshöhe. Wie im ersten Teil der vorliegenden Arbeit bzw. bei STEINWIDDER et al. (2020) festgestellt wurde, führte eine abnehmender AWH bei Kurzrasen-Vollweidehaltung und geringer Ergänzungsfütterung (1,4 kg TM Kraftfutter/Tier u. Tag) zu einem signifikanten Rückgang der Einzeltier-Milchleistungen sowie der errechneten Weidefutteraufnahme und Tageszunahmen. Da sich die Weidefutterqualität auch bei geringer Aufwuchshöhe auf hohem Niveau befand, dürften die beschriebenen AWH-Effekte auf zunehmende Restriktionen in der Weide-Trockenmasseaufnahme bei sinkender AWH zurückzuführen sein, was sich auch mit den Ergebnissen von PULIDO und LEAVER (2001) deckt. Obwohl Versuche grundsätzlich auf eine höhere Priorisierung des Liegeverhaltens im Vergleich zum Futteraufnahme und Sozialverhalten hinweisen (MUNKSGAARD et al., 2005), kann sich bei Weidekühen der zumeist höhere Aktivitätszeitaufwand (BEGGS et al. 2018; SEPULVEDA-VARAS et al., 2014) stärker als bei Stallhaltung auch auf die Liegedauer negativ auswirken. Im Gegensatz zur Stallhaltung, wo Rinder bei zeitlichen Fress- und Liegerestriktionen durch Erhöhung der Fressgeschwindigkeit (und damit kürzeren Fresszeiten) die Futteraufnahme und Liegedauer zumindest teilweise stabilisieren können (MUNKSGAARD et al., 2005), dürfte diese Kompensationsmöglichkeit, insbesondere unter restriktiven Weidesituationen (geringes Weidefutterangebot, hoher sonstiger Weideaktivitätszeitaufwand etc.), begrenzt sein. Ob die in der vorliegenden Arbeit bei Kurzrasen-Vollweidehaltung festgestellten eingeschränkten Liegezeiten, vor allem in Versuch 1 (AWH „kurz“ 7,2 bzw. „mittel“ 8,1 Stunden pro Tag), bereits ein Hinweis auf

verringertes Tierwohl sind, kann aus den vorliegenden Daten und ergänzenden Angaben der Literatur nicht beantwortet werden. COOPER et al. (2007) leiten aus Verhaltensänderungen bei Kühen, welche durchgängig und wiederholt über bis zu 4 Stunden pro Tag durch Begrenzung des Platzangebots zum Stehen gezwungen bzw. am Liegen gehindert wurden, negative Tierwohl-Auswirkungen ab. In einer Untersuchung von CROSSLLEY et al. (2019b) zeigten Kühe bei geringem Weidefutterangebot und hohem Weidedruck beim Fressen vermehrt aggressives Verhalten, was für die Autoren ein Hinweis auf eingeschränktes Tierwohl sein könnte. In der vorliegenden Studie fanden demgegenüber die Tiere auch bei Vollweidehaltung etwa 19 Stunden pro Tag potenziell geeignete Liegemöglichkeit vor und wurden die Kühe weder über längere Zeiträume zum Stehen noch zum Grasens auf begrenztem Raum gezwungen. Im Vergleich zur Stallperiode reduzierten jedoch die Vollweidetiere die tägliche Liegedauer signifikant um 19-37 %, wobei dieser Effekt bei geringer Kurzrasen-AWH am stärksten ausgeprägt war. Die Tiere der Vollweidegruppe „kurz“ zeigten, neben der geringsten täglichen Liegedauer, auch die im Mittel längsten durchgehenden „Nichtliegephasen“ (8,5 Stunden pro Tag). STEINWIDDER et al. (2020) stellten bei den Tieren dieser Gruppe auch eine geringere Energieversorgung und Milchleistung fest, wobei jedoch die Milch-Flächenleistung bei hohem Weidedruck und abnehmender Weide-Aufwuchshöhe, auf Grund der besseren Weidefutternutzung, noch zunahm. Obwohl ein hoher Weidedruck bzw. eine geringe Weideaufwuchshöhe zu einer hohen Flächenleistung beitragen können, dürfen dabei mögliche negative Auswirkungen auf die Tiere nicht außer Acht gelassen werden.

4 Schlussfolgerungen

Die AWH bei Kurzrasenweidehaltung beeinflusst sowohl die Einzeltier- als auch die Flächenleistung entscheidend, wobei im vorliegenden Versuch das jeweilige Leistungsmaximum nicht bei vergleichbarer AWH erreicht wurde.

Hinsichtlich ECM-Einzeltierleistung bzw. Weide-Energieaufnahme pro Tier und Tag lag unter den gegebenen Versuchsbedingungen das Optimum der Kurzrasen-AWH bei etwa 7,0-7,5 cm.

Mit sinkender AWH stiegen die ECM-Flächenleistung und die Weide-Energieaufnahme pro Hektar und Tag linear an, wobei diese Zusammenhänge zu Weidebeginn deutlicher ausgeprägt waren als zu Weideversuchsende.

Mit zunehmender Aufwuchshöhe nehmen bei Kurzrasenweidehaltung die Futtermittelverluste zu, die Homogenität des Pflanzenbestandes ab und die Notwendigkeit von Weidepflegemaßnahmen zu. Daher sollte man sich bei hinsichtlich anzustrebender Aufwuchshöhe jeweils am unteren Grenzwert der angegebenen Aufwuchshöhenbereiche orientieren und darüber hinaus die Entwicklung des Pflanzenbestandes zumindest wöchentlich kontrollieren.

Im Vergleich zur Stallhaltung reduzierten die Milchkühe bei der Weideumstellung und in der Kurzrasen-Vollweideperiode jedoch die tägliche Liegedauer, die Differenzen nahmen bei sinkender Weide-Aufwuchshöhe in der Vollweideperiode zu. In der Literatur wird bei Rindern in Stallhaltungssystemen von einer gewissen Priorisierung des Liegeverhaltens gegenüber dem Fressverhalten berichtet, bei Weidehaltung könnten sich diesbezüglich jedoch Abweichungen ergeben.

Bei abnehmender Weide-Aufwuchshöhe, erhöhtem Zeitbedarf für Weideaktivitäten (Weidegang, Futtersuche, Weidefutteraufnahme, Wartezeiten etc.) und zunehmender energetischer Unterversorgung muss mit zunehmenden Restriktionen in der täglichen Liegezeit und tageszeitlichen Verschiebungen der Liegeperioden gerechnet werden.

Im Vergleich zu Literaturangaben, wo bei Weidekühen häufig von täglichen Liegezeiten zwischen 9 und 11 Stunden berichtet wird, sind die in der vorliegenden Arbeit festgestellten täglichen Liegezeiten – speziell in Vollweide-AWH-Gruppe „kurz“ mit

7,2 Stunden – als gering einzustufen.

Obwohl aus den vorliegenden Daten keine Rückschlüsse auf eingeschränktes Tierwohl gezogen werden können, sollten im Tier- und Weidemanagement Maßnahmen angewandt werden, welche den Milchkühen ausreichend Zeit zum Liegen ermöglichen. Dazu zählen geringe Warte- und Stehzeiten, möglichst kurze Weide-Wegstrecken, eine hohe Weidefuttermitteldichte, -Schmackhaftigkeit und -Aufwuchshöhe, weideangepasste Einzel-tier-Milchleistungen sowie bei Bedarf eine leistungsangepasste Ergänzungsfütterung. Auf Grund der begrenzten Datenlage werden weiterführenden Untersuchungen zu den Einflussfaktoren auf das Liegeverhalten von Vollweide-Milchkühen sowie zum „Mindest-liegebedarf“ angeregt.

5 Literatur

ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten) (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen, Wien.

BACH, A., N. VALLS, A. SOLANS and T. TORRENT (2008): Associations between non dietary factors and dairy herd performance. *J. Dairy Sci.* 91, 3259–3267.

BEGGS, D.S., E.C. JONGMAN, P.E. HEMSWORTH and A.D. FISHER (2018): Implications of prolonged milking time on time budgets and lying behavior of cows in large pasture-based dairy herds. *J. Dairy Sci.* 101, 10391–10397.

BERANGER, C. et D. MICOL (1981): Utilisation de l'herbe par les bovins au pâturage: importance du chargement et du mode d'exploitation, *Fourrages* 85, 73–93.

BEWLEY J.M., R.E. BOYCE, J. HOCKIN, L. MUNKSGAARD, S.D. EICHER, M.E. EINSTEIN and M.M. SCHUTZ (2010): Influence of milk yield, stage of lactation, and body condition on dairy cattle lying behaviour measured using an automated activity monitoring sensor. *Journal of Dairy Research* 77, 1–6.

CARVALHO, P.C.F. (2013): Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales* 1, 137–155.

CHAPLIN, S. and L. MUNKSGAARD (2001): Evaluation of a simple method for assessment of rising behaviour in tethered dairy cows. *Anim. Sci.* 72, 191–197.

COOPER, M.D., D.R. ARNEY und C.J.C. PHILLIPS (2007): Two- or four-hour lying deprivation on the behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 1149–1158.

COOPER M.D., D.R. ARNEY and C.J.C. PHILLIPS (2008): The effect of temporary deprivation of lying and feeding on the behaviour and production of lactating dairy cows. *Animal* 2, 275–283.

CROSSLEY, R.E., E. KENNEDY, I.J.M. DE BOER, E. BOKKERS and M. CONNEELY (2019a): Monitoring standing and lying behaviour of dairy cows at pasture under different grazing management plans. . Proceedings 9th Conference on Precision Livestock Farming (ECPLF) in Cork, Ireland 26–29 Aug. 2019, 827-830.

- CROSSLEY, R.E., E. KENNEDY, I.J.M. DE BOER, E. BOKKERS and M. CONNEELY** (2019b): Do grazing management practices influence the behaviour of dairy cows at pasture? Proceedings 53rd Congress of the International Society for Applied Ethology (ISAE), Bergen, 5-8 Aug. 2019, S 111.
- DEVRIES, T.J., J.A. DEMING, J. RODENBURG, G. SEGUIN, K.E. LESLIE and H.W. BARKEMA** (2011): Association of standing and lying behavior patterns and incidence of intramammary infection in dairy cows milked with an automatic milking system. *J. Dairy Sci.*, 94, 3845–3855.
- DEMING, J., R. BERGERON, K. LESLIE and T. DEVRIES** (2013): Associations of housing, management, milking activity, and standing and lying behavior of dairy cows milked in automatic systems. *Journal of Dairy Science* 96, 344–351.
- DIRKSEN, N., L. GYGAX, I. TRAULSEN, und J.-B. BURLA** (2018): Liegeverhalten von Milchkühen in Abhängigkeit ihrer Körpergröße und den Abmessungen der Liegeboxen. DVG-Tagung, Freiburg im Breisgau, KTBL.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft)** (1997): DLG-Futterwerttabellen. Wiederkäuer. DLG Verlag Frankfurt. 210 S.
- DOHME-MEIER F., L.D.KAUFMANN, S. GÖRS, P. JUNGHANS, C.C. METGES H.A.VAN-DORLAND, R.M. BRUCKMAIER and A.MÜNGER** (2014): Comparison of energy expenditure, eating pattern and physical activity of grazing and zero-grazing dairy cows at different time points during lactation. *LivestockScience*162, 86–96.
- DUFRASNE, I., M. GIELEN, P. LIRNBOURG, C. BRUNDSEAUX et L. ISTASSE** (1995): En Belgique, diverses modalités de pâturage pour des taurillons avant finition à l'auge. *Fourrages* 141, 75–90.
- EILERS, U.** (2007): Liegeboxenmasse: Kompromissformel für Komfort. <https://www.bing.com/search?q=eilers%2C+u.+%282007%29%3A+liegeboxenmasse%3A+kompromissformel+fur+komfort.&form=EDGTCT&q=PF&cvid=45b1a6f1f06743a09ae570f6a9286b17&refid=135c9a9a83e140e4a48f89222b57eb86&cc=AT&setlang=de-DE&DAFO=1&plvar=0; besucht 17.04.2020>
- ENDRES, M.I. und A.E. BARBERG** (2007): Behavior of Dairy Cows in an Alternative Bedded-Pack Housing System. *J. Dairy Sci.* 90, 4192–4200.
- FAYED, R.H.** (1997): Effect of housing systems on behaviour and lameness in dairy cows. *Veterinary Medical Journal* 45, 101–110.
- FERGUSON J.O, D.T. GALLIGAN and N. THOMSEN** (1994): Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 77, 2695–2703.
- FISHER, A.D., G.A.VERKERK , C.J. MORROW und L.R. MATTHEWS** (2002): The effects of feed restriction and lying deprivation on pituitary-adrenal axis regulation in lactating cows. *Livest. Prod. Sci.* 73, 255–263.
- FREGONESI, J.A., C.B. TUCKER und D.M. WEARY** (2007): Overstocking reduces lying time in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 3349–3354.

- GEKARA, J., E.C. PRIGGE, W.B. BRYAN, M. SCHETTINI, E.L. NESTOR and E.C. TOWNSEND** (2001): Influence of pasture sward height and concentrate supplementation on intake, digestibility, and grazing time of lactating beef cows. *J. Anim. Sci.* 79, 745–752.
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen)** (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG Verlag Frankfurt. 136 S.
- GIBB, M.J., C.A. HUCKLEY, R. NUTHALL and A.J. Rook** (1997): Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Sci.* 37, 309–321.
- HENDRIKS, S.J., C.V.C. PHYN, S.-A. TURNER, K.R. MUELLER, B. KUHN-SHERLOCK, D.J. DONAGHY, J.M. HUZZEY and J.R. ROCHE** (2019): Effect of weather on activity and lying behaviour in clinically healthy grazing dairy cows during the transition period. *Animal Production Science* 60, 148–153.
- HETTI ARACHCHIGE, A.D., A.D. FISHER, M.J. AULDIST, W.J. WALES and E.C. JONGMAN** (2013): Effects of different systems of feeding supplements on time budgets of cows grazing restricted pasture allowances. *Applied Animal Behaviour Science* 148, 13–20.
- ITO, K., D.M. WEARY und M.A.G. VON KEYSERLINGK** (2009): Lying behavior: Assessing within- and between-herd variation in free-stall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 4412–4420.
- JANS F. und J. KESSLER** (1999): Fütterungsempfehlungen für die Milchkuh. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale Zollikofen. Switzerland: Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere, 39-50.
- JUAREZ, S.T., P.H. ROBINSON, E.J. DEPETERS and E.O. PRICE** (2003): Impact of lameness on behaviour and productivity of lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science* 83, 1–14.
- KIBON, A. and W. HOLMES** (1987): The effect of height of pasture and concentrate composition on dairy cows grazed on continuously stocked pastures. *The Journal of Agricultural Science* 109, 293–301.
- KRAWCZEL, P. and R. GRANT** (2009): Effects of cow comfort on milk quality, productivity and behavior. NMC Annual Meeting 2009, Proceedings, 15–22.
- KROHN, C.C. AND L. MUNKSGAARD** (1993): Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments II. Lying and lying-down behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 37, 1–16.
- LACA, E.A., E.D. UNGAR, N.G. SELIGMAN, M.R. RAMEY and M.W. DEMMENT** (1992): Effects of sward height and bulk density on bite dimension of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Sci.* 47, 91–102.
- LACA, E.A., E.D. UNGAR, N.G. SELIGMAN, M.R. RAMEY and M.W. DEMMENT** (1992): Effects of sward height and bulk density on bite dimension of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Sci.* 47, 91–102.

- LEAVER, J. D.** (1982): Grass height as an indicator for supplementary feeding of continuously stocked dairy cows. *Grass and Forage Sci.* 37, 285–290.
- LEDGERWOOD, D.N., C. WINCKLER and C.B. TUCKER** (2010): Evaluation of data loggers, sampling intervals, and editing techniques for measuring the lying behaviour of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 93, 5129–5 139.
- LEISEN, E., H. SPIEKERS und M. DIEPOLDER** (2013): Notwendige Änderungen der Methode zur Berechnung der Flächenleistung (kg Milch/ha und Jahr) von Grünland- und Ackerfutterflächen mit Schnitt oder Weidenutzung. 57. Jahrestagung der AGGF 2013, Tagungsband, 181–184.
- MACDONALD, K.A., G.A. VERKERK, B.S. THORROLD, J.E. PRYCE, J.W. PENNO, L.R. MCNAUGHTON, L.J. BURTON, A.S. LANCASTER, J.H. WILLIAMSON and C.W. HOLMES** (2008): A comparison of three strains of Holstein-Friesian grazed on pasture and managed under different feed allowances. *J. Dairy Sci.* 91, 1693–1707.
- MASELYNE, J., M. PASTELL, P.T. THOMSEN, V.M. THORUP, L. HÄNNINEN, J. VANGHEYTE, A. VAN NUFFEL und L. MUNKSGAARD** (2017): Daily lying time, motion index and step frequency in dairy cows change throughout lactation. *Research in Veterinary Science* 110, 1–3.
- MCCARTHY, B., L. DELABY, K.M. PIERCE, F. JOURNOT and B. HORAN** (2011): Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal* 5, 784–794.
- MUNKSGAARD, L. and P. LOVENDAHL** (1993): Effects of social and physical stressors on growth hormone levels in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 73, 847–853.
- MUNKSGAARD, L., M.B. JENSEN, L.J. PEDERSEN, W. HANSEN und L. MATTHEWS** (2005): Quantifying behavioural priorities – effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science* 92, 3–14.
- MUNKSGAARD, L. and H. B. SIMONSEN** (1996): Behavioral and pituitary adrenal-axis responses of dairy cows to social isolation and deprivation of lying down. *J. Anim. Sci.* 74, 769–778.
- OLMOS, G., L. BOYLE, A. HANLON, J. PATTON, J.J. MURPHY and J.F. MEE** (2009): Hoof disorders, locomotion ability and lying times of cubicle-housed compared to pasture-based dairy cows. *Livestock Science* 125, 199–207.
- PEYRAUD, J.L. and R. DELAGARDE** (2013): Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. *Animal* 7, 57–67.
- PULIDO, R.G. and J.D. LEAVER** (2001): Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked dairy cows. *Grass and Forage Sci.* 56, 57–67.
- ROOK, A.J., C.A. HUCKLE and P.D. PENNING** (1994): Effects of sward height and concentrate supplementation on the ingestive behaviour of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. *Applied Animal Behaviour Science* 40, 101–112.

- SCHÜTZ, K.E., N.E.R.COX and L.R.MATTHEWS** (2008): How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. *Applied Animal Behaviour Science* 114, 307–318.
- SEPÚLVEDA-VARAS, P., D.M. WEARY and M.A.G. VON KEYSERLINGK** (2014): Lying behavior and postpartum health status in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97 :6334–6343.
- SPÖRNDLY, E., I. OLSSON and E. BURSTEDT** (2000): Grazing by Steers at Different Sward Surface Heights on Extensive Pastures: A Study of Weight Gain and Fat Deposition. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 184–192.
- STARZ, W., A. STEINWIDDER, R. PFISTER und H. ROHRER** (2019): Kurzrasen- und Koppelweide im ostalpinen Berggebiet im Vergleich. In: D. Mühlrath, J. Albrecht, M. R. Finckh, U. Hamm, J. Heß, U. Knierim, D. Möller (Hrsg), Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 05.-08.03.2019, Verlag Dr. Köster, 130–133.
- STEINWIDDER, A. und W. STARZ** (2015): *Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen*. Leopold Stocker Verlag, 300 S.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, J. HÄUSLER und R. PFISTER** (2018): Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen bei Vollweide- oder Silagefütterung im Berggebiet Österreichs. *Züchtungskunde* 90, 218–239.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER, J. HÄUSLER, G. HUBER und C. FASCHING** (2020): Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf die Einzeltier- und Flächenleistung von Milchkühen. *Züchtungskunde* 92, 172–191.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER und R. PFISTER** (2019a): Vergleich des Nährstoffgehalts von Weidefutterproben aus simulierten Kurzrasenweideparzellen bzw. Kurzrasenweideflächen. In: D. Mühlrath, J. Albrecht, M. R. Finckh, U. Hamm, J. Heß, U. Knierim, D. Möller (Hrsg), Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 05.-08.03.2019, Verlag Dr. Köster, 296-297.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER, G. TERLER, M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER, A. SCHAUER und L. PODSTATZKY** (2019b): Weideochsenmast ohne Kraftfutter. 1. Mitteilung: Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf Mastleistung und Flächenproduktivität. *Züchtungskunde* 91, 329–346.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER, G. TERLER, M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER, A. SCHAUER und L. PODSTATZKY** (2019c): Weideochsenmast ohne Kraftfutter. 2. Mitteilung: Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf die Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit. *Züchtungskunde* 91, 347–359.
- TAWHEEL, H.Z., B.M. TAS, J. DIJKSTRA and S. TAMMINGA** (2004): Intake regulation and grazing behavior of dairy cows under continuous stocking. *J. Dairy Sci.* 87, 3417–3427.
- THOMPSON, A.J., D.M. WEARY, J.A. BRAN, R.R. DAROS, M.J.HÖTZEL and M.A.G. VON KEYSERLINGK** (2019): Lameness and lying behavior in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 102, 6373–6382.

YUNTA, C., I. GUASCH und A. BACH (2012): Lying behaviour of lactating dairy cows is influenced by lameness especially around feeding time. Short communication. *J. Dairy Sci.* 95, 6546–6549.

Koppel- oder Kurzrasenweide?

Walter Starz^{1*}, Hannes Rohrer¹, Rupert Pfister¹ und Andreas Steinwidder¹

Zusammenfassung

Die Nutzung des Dauergrünlandes als Weide hat in den Alpen eine über Jahrhunderte lange Tradition. Gerade in Regionen wie im Klimaraum der Ostalpen, mit einem hohen Anteil an biologisch bewirtschafteten und rinderhaltender Grünlandbetrieben, gewinnt aktuell die Weidehaltung wieder mehr an Bedeutung. Für die meisten Betriebe stellt sich aber die Frage, welches Weidesystem ist optimaler.

Die Umsetzung moderner Weidesysteme, wie die Kurzrasen- und Koppelweide im Klima der Ostalpen und unter Bedingungen der Biologischen Landschaft bildete die Grundlage für den durchgeführten Versuch.

Der inneralpine Versuchsstandort (Breite 47° 31' 03" N und Länge 14° 04' 27") des Bio-Institutes in Trautenfels liegt auf einer Seehöhe von 680 m (Jahresdurchschnittstemperatur 6,9 °C und Jahresniederschlag 1.142 mm). Zwei Weidenutzungen, die Kurzrasen- (**KU**) und die Koppelweide (**KO**), bildeten die Varianten. Diese wurden mittels Weidekörben simuliert und je nach Versuchsdefinition 6-8 Mal im Jahr abgemäht.

Im Versuchszeitraum stiegen die Flächenanteile von *Lolium perenne* in beiden Varianten von anfänglich 33 (2014) signifikant auf 49 % (2016) an. Die an das Berggebiet optimal angepasste Art *Poa pratensis* erreichte Anteile von 16-17 % und wies ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen **KU** und **KO** auf.

Sowohl bei **KU** als auch bei **KO** wurden die signifikant höchsten täglichen TM-Zuwächse (56-64 kg TM/ha und Tag) im Sommer von Anfang Juni bis Anfang August ermittelt.

Bei den Mengenerträgen konnten keine Unterschiede zwischen Variante **KU** (10.281 kg TM/ha und Jahr) und **KO** (10.494 kg TM/ha und Jahr). Die XP-Gehalte bei Variante **KU** stiegen von 186 g/kg TM im Frühling bis auf 238 g/kg TM im Spätsommer bzw. 226 g/kg TM im Herbst an. Variante **KO** verzeichnete ebenfalls einen signifikanten Anstieg von 163 g XP/kg TM im Frühling bis auf 215 g XP/kg TM im Herbst.

Weidesysteme, wie die Kurzrasen- oder Koppelweide, können unter ostalpinen Klimabedingungen hohe Mengenerträge und Futterqualitäten bereitstellen. Somit ist weniger die Frage des Weidesystems als vielmehr das die Umsetzung des optimalen Managements (Weideplanung, Nachsaat, Düngung und Weidpflege) entscheidend.

Schlagwörter: Biologische Landwirtschaft, Kurzrasenweide, Koppelweide, Dauergrünland, Pflanzenbestand, Trockenmasse-Zuwachs, Ertrag, Futterqualität

¹ HBFLA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg
38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Walter Starz, email: walter.starz@raumberg-gumpenstein.at

Summary

The use of permanent grassland for grazing has a centuries-old tradition in the Alps. Especially in regions such as the climate region of the Eastern Alps, with a high proportion of organically managed and cattle-raising grassland farms, grazing is currently gaining in importance again. However, for most farms the question arises which grazing system is more efficient. The implementation of modern grazing systems, such as continuous and rotational grazing in the climate of the Eastern Alps and under conditions of the organic farming formed the basis for the trial carried out.

The inner-Alpine experimental site (latitude 47° 31' 03" N and longitude 14° 04' 27") of the Organic-Institute in Trautenfels (Styria) is located at an altitude of 680 m above sea level (annual average temperature 6.9 °C and annual precipitation 1,142 mm).

Two grazing systems, continuous (**KU**) and rotational grazing (**KO**) formed the variants. These were simulated by using grazing cages and mowed 6-8 times a year, depending on the experimental definition.

During the trial period, the area percentage of *Lolium perenne* in both variants increased significantly from 33 % in the beginning (2014) to 49 % (2016). The species *Poa pratensis*, which is optimally adapted to the mountain area, reached 16-17 % and also did not show significant differences between **KU** and **KO**. For both **KU** and **KO**, the significantly highest daily DM growth (56-64 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) were determined in summer from early June to early August. There was no difference in yield between variant **KU** (10,281 kg DM ha⁻¹ a⁻¹) and variant **KO** (10,494 kg DM ha⁻¹ a⁻¹). The crude protein (CP) contents of variant **KU** showed a significant increase from 186 g kg⁻¹ DM in spring to 238 g kg⁻¹ DM in late summer and 226 g kg⁻¹ DM in autumn. Variant **KO** also showed a significant increase from 163 g CP kg⁻¹ DM in spring to 215 g CP kg⁻¹ DM in autumn.

Grazing systems, such as continuous or rotational grazing, can provide high yields and forage quality under Eastern Alpine climate conditions. Therefore, the question of the grazing system is less important than the implementation of optimal management (grazing planning, reseeding, fertilization and grazing treatment).

Keywords: organic farming, continuous grazing, rotational grazing, permanent grassland, species composition, dry matter growth, yield, forage quality

Einleitung

Betriebe, die mit der Weide beginnen oder ihr bestehendes Weidesystem optimieren wollen, stehen vor der Frage Koppel- oder Kurzrasenweide? Beide Systeme sind für eine intensive Nutzung ausgelegt und können grundsätzlich in der Rinder-, Schafe oder Ziegenhaltung eingesetzt werden.

Die Weidesysteme Kurzrasen- und Koppelweide lassen sich am besten anhand ihrer Bestandeshöhe sowie der Weidebesatzdauer beschreiben. Bei der Kurzrasenweide (intensive Standweide) erfolgt eine durchgehende und kontinuierliche Beweidung während der Vegetationsperiode. Die Weidegröße bzw. der Tierbesatz werden jedoch im Vegetationsverlauf entsprechend der aktuellen Weidefutterzuwachskurve angepasst, sodass die angestrebte Zielaufwuchshöhe eingehalten wird. Beim Koppelsystem wird nach einer kurzfristigen Beweidung konsequent eine weidefreie Ruhezeit eingehalten und die jeweilige Weidekoppel erst dann wieder beweidet, wenn die angestrebte Ein-

triebs-Aufwuchshöhe erreicht wird. Je nach Weideaufwuchshöhen-Messmethode wird die Kurzrasenweide kontinuierlich zwischen 5 und 8 cm geführt. Beim Koppelweidesystem wird, je nach Messmethode und Nutzungsintensität, eine Eintriebs-Aufwuchshöhe zwischen 8 und 20 cm angestrebt. Unabhängig davon soll am letzten Beweidungstag einer Koppel eine geringe Reststoppelhöhe (unter 5 cm) erreicht werden (Steinwider und Starz, 2015).

Obwohl bei der Kurzrasen- und der Koppelweide unterschiedlich häufig die Blätter und Triebe über das Fressverhalten der Tiere entfernt werden, wurden in Versuchen zu den beiden Weidesystemen wenige Unterschiede in der Zusammensetzung der Bestände festgestellt. Stejskalová et al. (2013) untersuchten über fünf Jahre beide Systeme bei der Beweidung mit Mastrindern in Berglagen der Tschechischen Republik. Die Autoren stellten zwar signifikante Unterschiede in der durchschnittlichen Weideaufwuchshöhe fest, es zeigten sich jedoch keine Unterschiede in der Bestandszusammensetzung. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in der Schweiz festgestellt (Thomet et al., 2000). Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes unterschied sich nicht, es wurde jedoch unabhängig vom Weidesystem in allen angesäten Mischungen eine Abnahme von *Trifolium repens* beobachtet. Lagen die Bestandes-Anteile zu Beginn des Versuches noch bei 25-35 % (Anteile am Gesamtbestand), nahmen diese nach vier Jahren auf 10-13 % ab. Dieser Rückgang wird von den Autoren des Schweizer Versuches auf die verwendeten Sorten zurückgeführt. Großblättrige Sorten an *Trifolium repens* zeigen im Schnittsystem eine deutlich bessere Performance als kleinblättrige Sorten (Thomet et al., 2000). Bei intensiver Beweidung (kontinuierliche Entblätterung) trat ein gegensätzlicher Effekt ein. Kleinblättrige Sorten zeigten bei intensiver Beweidung eine stärkere Konkurrenzfähigkeit sowie Ausdauer (Brock, 1988). Bei der Koppelweide kann bei uneinheitlicher Geländeform oder aber auch bei unterschiedlicher Pflanzenbestandszusammensetzung in Weideteilbereichen eine gezieltere Lenkung der Tiere und Steuerung der Weidefutternutzung erreicht werden. Dadurch kann beispielweise bei alpinen Weiden die Biodiversität erhalten und gefördert werden (Perotti et al., 2018). Untersuchungen in Neuseeland zeigten, dass sich bei Koppelweide mit Rindern der *Trifolium repens* besser entwickeln konnte als bei der Beweidung mit Schafen (Davies, 2001). Dieser Effekt wird zurückgeführt auf eine hohe Besatzdichte und das tiefere Abgrasen durch Schafe. So gingen die Anteile an *Trifolium repens* bei hohen Besatzdichten bei Beweidung mit Schafen deutlicher als bei geringer Dichte zurück (Curl und Wilkins 1982).

Hohe Erträge und Futterqualitäten auf kontinuierlich genutzten Dauerweiden sind nur bei regelmäßiger Kontrolle des Futterzuwachses und der sich somit ergebenden Anpassung der Weideflächengröße realisierbar. Je nach Region, Standort, Klima, Bestandszusammensetzung, Weidemanagement und Weideintensität ergeben sich im Vegetationsverlauf unterschiedliche hohe Futterzuwachsraten. Dabei können in Gunstlagen die täglichen Weidefutterzuwächse während des üblichen Hauptwachstums im Frühling bei 80 bis fast 100 kg TM/ha und Tag liegen (Glasse, 2011). Auch in Gunstlagen des Westalpen-Vorlandes können im Frühling (Anfang Mai) von bis zu 105 kg TM/ha und Tag erreicht werden (Hofstetter et al., 2014). Während des Sommers (Juli bis Mitte September) konnten am selben Standort immer noch Trockenmassezuwächse von durchschnittlich 80 kg TM/ha und Tag beobachtet werden. Selbst in den inneralpinen und somit raueren klimatischen Gebieten können noch Zuwächse von 50 bis 80 kg TM/ha und Tag gemessen werden (Thomet et al., 2011).

Die Weidegunstregionen Neuseelands zeichnen sich durch eine deutlich verlängerte Vegetationsperiode aus und so sind unter diesen klimatischen Bedingungen Trockenmasseerträge von 18.000 bis 20.400 kg/ha möglich (Macdonald et al., 2008). Diese in einem dreijährigen Versuch mit dem System Koppelweide erhobenen Erträge erbrachten Rohproteinerträge von 3.989 bis 4.650 kg/ha und Energieerträge von 198.528 bis 232.492 MJ ME/ha. Diese hohen Erträge können unter europäischen Bedingungen, in Folge der kürzeren Vegetationsperiode und der europäischen Düngervorschriften, nicht realisiert werden und gerade in den Grünlandgebieten Mitteleuropas muss hier mit deutlich ge-

ringeren Erträgen gerechnet werden. In einer Schweizer Studie, die sich dem Vergleich von Stall- und Weidefütterung widmete, konnte bei Kurzrasenweidenutzung ein Jahresertrag von 14.200 kg TM/ha erzielt werden (Hofstetter et al., 2014). Dagegen liegen die Erträge beim Kurzrasenweide-System im Ostalpenraum auf einem geringeren Niveau und erreichen z.B. im bayrischen Alpenvorland Erträge von 6.300 bis 11.000 kg TM/ha und Jahr (Steinberger und Spiekers, 2014). Käch et al. (2014) erzielten bei Anwendung des Koppelweidesystems im Durchschnitt eines fünfjährigen Versuches Trockenmasseerträge von 10.000 kg/ha. Dabei gilt es anzumerken, dass dieser Versuch auf einem Gunststandort in der Westschweiz unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft durchgeführt wurde. Als Koppelweidesystem wurde dafür das der Lincoln University aus Neuseeland (LUDF: Lincoln University Dairy Farm) angewendet, welches versucht das Weidefutter in jeder Koppel effizient und mit geringen Verlusten zu nutzen. Ältere Untersuchungen im Nord-Osten der USA ermittelten bei Koppelweide einen Jahresertrag von 6.950 bis 8.250 kg TM/ha, auf einer *Poa pratensis* dominierten Fläche (Kanneganti und Kaffka, 1995).

Im internationalen Vergleich zeigten sich nur geringe Unterschiede in den beiden Systemen Koppel- und Kurzrasenweide. Ob sich diese Feststellungen auch auf das Klimagebiet der Ost-Alpen übertragen lassen, wurde in einem Versuch am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein von 2014-2016 untersucht.

Material und Methoden

Der biologisch bewirtschaftete Versuchsbetrieb des Bio-Instituts der HBLFA Raumberg-Gumpenstein befindet sich in der politischen Gemeinde Stainach-Pürgg (Ortsteil Trautenfels) im steirischen Ennstal. Der Dauergrünlandbetrieb (Breite 47° 31' 03" N und Länge 14° 04' 27") verfügt über 37,3 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Der inneralpine Versuchsstandort des Bio-Institutes in Trautenfels liegt auf einer Seehöhe von 680 m (Hofstelle). Im langjährigen Mittel von 1981-2010, wurden an der 3 km Luftlinie entfernten Wettermessstation der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Irdning, eine Jahresdurchschnittstemperatur von 6,9 °C sowie eine jährliche Niederschlagsmenge von 1.142 mm gemessen.

Während der Versuchsperiode von 2014 bis 2016 konnte eine um durchschnittlich 2,5 °C wärmere Jahresdurchschnittstemperatur gemessen werden (Tabelle 1). Die mittlere Niederschlagssumme lag mit 1.011 mm/Jahr etwas unter dem langjährigen Mittel.

Tabelle 1: Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagsmenge für den Zeitraum 2007-2016 am Standort der Wetterstation in Irdning/Gumpenstein (Quelle ZAMG)

Jahr	Temperatur	Niederschlag	Vegetationsbeginn	Vegetationsende	Vegetationsdauer
2014	9,7	982	07.03.	28.11.	266
2015	9,3	963	16.03.	23.11.	252
2016	9,1	1.088	26.03.	01.11.	220

Versuchsdesign

Für den Versuch Bio-Weidesysteme standen drei als Kurzrasenweide genutzte Teilflächen des Bio-Instituts zur. Dabei handelte es sich um das Beifeld (Versuchskoordinaten Breite 47° 31' 01" N und Länge 14° 04' 34" E), das bereits oben beschriebene Stallfeld (Versuchskoordinaten Breite 47° 30' 60" N und Länge 14° 04' 20" E) und das Querfeld (Versuchskoordinaten Breite 47° 30' 55" N und Länge 14° 4' 19" E). Vor Versuchsbeginn wurden das Beifeld und das Stallfeld (mit Ausnahme des Teilbereiches für den Versuch Bio-Mähweide) als Dauerweide (in Form von Kurzrasenbeweidung) genutzt. Über einen Zeitraum von 10 Jahren wurden auf diesen beiden Flächen jährlich durchschnittlich 10 kg/ha und Jahr -Grassaatgut (hauptsächlich Sorten von *Lolium perenne* und *Poa pratensis*)

nachgesät. Das Querfeld wurde vor Versuchsbeginn in erster Linie als Schnittwiese genutzt, welche nach dem zweiten Aufwuchs meist für die Beweidung herangezogen wurde. Auf dieser Fläche erfolgten in den 10 Jahren davor lediglich zwei Nachsaaten mit jeweils 10 kg/ha und Jahr (übliche Nachsaatmischungen für Vielschnittwiesen).

Dieser Versuch war so aufgebaut, dass jede Fläche in drei gleich große Teilstücke gegliedert wurde. Dabei wurden immer zwei Teile als 4-Schnittwiese und das dritte Teilstück als Kurzrasenweide genutzt (Abbildung 1). Diese in Summe drei Kurzrasenweide-Teilflächen wurden in der Weideperiode von sieben Bio-Milchkühen des Betriebes rotierend bestoßen. Um das abnehmende Graswachstum im Laufe der Vegetationsperiode zu kompensieren, wurde die Fläche für die Weidekühe am Querfeld entsprechend vergrößert.

Auf den Kurzrasenweideflächen waren immer jeweils acht Weidekörbe in zwei Reihen zu je vier Körben positioniert (Abbildung 1). Mit diesen wurde hier das System Kurzrasen- und Koppelweide simuliert und jede der beiden Varianten wurde vierfach wiederholt. Zur Simulation der beiden Weidesysteme wurden zwei unterschiedliche Ernte-Aufwuchshöhen miteinander verglichen. Dabei kam eine niedrige Ziel-Aufwuchshöhe von 7 cm (Simulation Kurzrasenweide **KU**) und eine Höhe von 10 cm (Simulation Koppelweide **KO**) zur Anwendung. Zur Festlegung des jeweiligen Erntetermins wurde die Weide-Aufwuchshöhe mit Hilfe eines Meterstabes durchgeführt, wobei die Messung durch den Weidekorb an 10 *Trifolium repens* Pflanzen erfolgte. Wurde im Mittel aller Weidekörbe die jeweilige Zielhöhe der Variante erreicht, erfolgte die Beerntung dieser Weidekörbe. Nach der Beerntung der jeweiligen Variante wurden die Weidekörbe neu positioniert (die Randomisation für jede Fläche wurde im selben Jahr beibehalten). Somit bewegte sich die komplette Versuchsanlage zeitversetzt (unterschiedliche Erntezeitpunkte für **KU** und **KO**) auf der jeweiligen Teilfläche in einer Richtung weiter (Abbildung 1). Die Schnittvariante **4S** wird in der vorliegenden Darstellung nicht betrachtet.

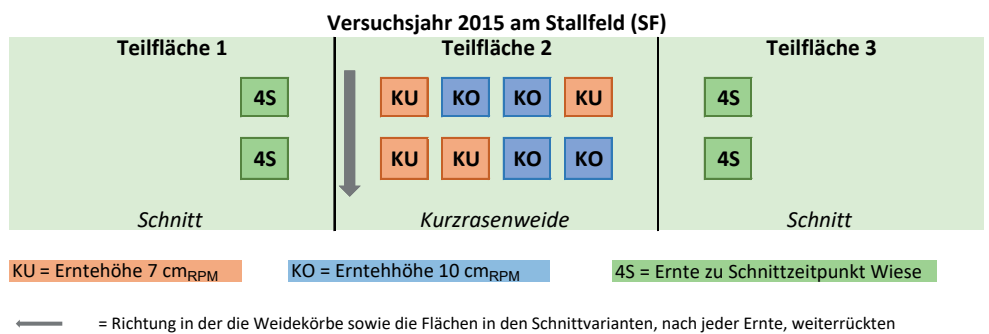


Abbildung 1: Beispiel der Randomisation des Versuches auf der Fläche Stallfeld im Versuchsjahr 2015

Düngung

Die Düngung aller Versuchsfelder erfolgte für alle Nutzungen nach demselben Schema. In erster Linie erfolgte die Düngung über Gülle, die mit einem 4.000 Liter Güllefasses mittels Prallteller (Möscha-Verteiler) auf jeder Teilfläche ausgebracht wurde (Tabelle 2). Im Herbst wurden alle Teilflächen einheitlich mit der festgesetzten Stickstoffmenge über Kompost gedüngt. Die Weideflächen (Teilfläche Weidenutzung) wurden der Reihe nach im Juni mit verdünnter Gülle (mit Regenwasser im Verhältnis 1:1), entsprechend 20 kg N/ha (in etwa 10 m³/ha) gedüngt. Diese Düngung auf den Weideflächen erfolgte in einer Niederschlagsperiode, im Anschluss daran wurde die gedüngte Teilfläche für zumindest 5 Tage nicht beweidet. Vor jedem Ausbringtermin wurde eine Analyse des Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumgehaltes des jeweiligen Wirtschaftsdüngers (Gülle und Mistkompost) im chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die analysierten Stickstoffgehalte und Einsatzmengen ergaben die festgesetzten Ausbringmengen entsprechend den Versuchsvorgaben und die Werte für Phosphor und Kalium ergaben sich als Folge dieser definierten Stickstoffmenge (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ausgebrachte Nährstoffmenge (in kg/ha) für Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) über Gülle bzw. Mistkompost (ausschließlich zum Zeitpunkt Herbst) je Nutzungsform (Schnitt- oder Weidenutzung) auf den Teilflächen pro Versuchsjahr (2014-2016)

Nutzung	Nährstoff	Frühling	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	Herbst	Summe
Weide- nutzung	N	30	0	20	0	20	70
	P	6	0	4	0	18	28
	K	38	0	29	0	51	118

Pflanzenbestand

Für die Bonitur der Pflanzenbestände wurde die Methode der wahren Deckung (Schechtner, 1958) herangezogen. Bei der wahren Deckung erfolgt für jede Pflanzenart eine Schätzung der von Pflanze bewachsenen Bodenoberfläche. Diese in Flächenprozent, bezogen auf 1 m² Bodenoberfläche, erfassten Anteile können dabei in Summe maximal 100 % erreichen. Dabei fließen auch die Lücken (sichtbarer offener Boden) in Prozent ein. Bei der Darstellung und Interpretation der Ergebnisse werden in der vorliegenden Arbeit die Flächenprozent als Einheit % angegeben. Die Beurteilung der Artenzusammensetzung erfolgte einerseits auf Artengruppen- und andererseits auch auf Artenebene. Bei der Artengruppenschätzung wurde neben dem Lückenanteil der Gräser, Leguminosen und der Anteil der übrigen Kräuter erhoben. Dabei wurde zuerst der Anteil an Lücken ermittelt, gefolgt von den Leguminosen und in weiter Folge die Summe der Kräuter. Der Rest auf 100 % ergab somit rechnerisch die Gräser. Bei der Einschätzung der einzelnen Arten wurde wieder nach demselben Prinzip vorgegangen und zuerst jene Arten mit der geringsten Flächendeckung bestimmt. Damit die Konzentration hauptsächlich auf die optische Bewertung des Bestandes gelegt werden konnte, wurde eine mit Formeln versehene Exceldatei angelegt. Die Eintragung der ermittelten Artengruppen bzw. Arten wurde auf einem iPad durchgeführt.

Ertrag

Zur Beprobung der beiden simulierten Weidevarianten (**KU** und **KO**) wurde der Zeitpunkt der Ernte anhand der definierten Zielaufwuchshöhe (**KU** 7 cm und **KO** 10 cm) bestimmt. Dadurch ergaben sich in jedem Versuchsjahr für Variante **KU** acht und für Variante **KO** sechs Nutzungen. Bevor die Beerntung der 1 m² großen Weidekörbe erfolgte, wurde das Futter an der Außenseite der Körbe, wie beim Versuch Bio-Mähweide, mittels Handgartenschere eingekürzt. Nach Abnahme des jeweiligen Weidekorbs erfolgte die Messung der aktuellen Futter-Aufwuchshöhe in den Parzellen mittels Filip's electronic plate meter (RPM). Dieses aus Neuseeland stammende Weide-Aufwuchshöhenmessgerät (Plattendurchmesser = 35,5 cm) gilt als standardisiertes Instrument zur Messung der durchschnittlichen Wuchshöhe auf Weideflächen. Je Parzelle (1 m²) wurden 10 Messungen vorgenommen und der am Display abgebildete Mittelwert in Clicks (1 Click = 0,5 cm) als durchschnittliche Bestandeshöhe notiert. Nach dieser Messung erfolgte die eigentliche Ernte mit Hilfe von elektrischen Handscheren. Diese hatten standardmäßig einen Gleitbügel, der eine gleichmäßige Schnitthöhe (theoretische Schnitthöhe von 2,5 cm) sicherstellte. Das Erntegut einer jeden Parzelle wurde mit einem Handrechen schonend zusammengefasst und in einem Kübel gesammelt. Der Frischmasseertrag wurde mit einer Hängewaage erfasst. Daraus wurde eine Mischprobe (500-1.000 g) gezogen und in einen Kunststoffsack gefüllt. Im Anschluss erfolgte die rasche Weiterbearbeitung der frischen Proben (TM-Bestimmung bzw. schonende Trocknung), wie oben bereits beschrieben wurde. Auf den abgeernteten Weideparzellen wurden nochmals mit dem RPM (ebenfalls 10 Einzelmessungen je Parzelle) die reale Schnitthöhe bestimmt. Nach der Ernte erfolgte eine Neupositionierung der Weidekörbe auf einer entsprechend vorgemähten Fläche (mit denselben elektrischen Handscheren wie bei der Ernte, theoretische Schnitthöhe 2,5 cm). Dabei wurde die gesamte Versuchsanlage nach einem definierten Plan um fünf Meter

weiter gerückt (Abbildung 1). Da die beiden Weide- Versuchsvarianten unterschiedliche Ernte-Wuchshöhen und damit Erntezeitpunkte aufwiesen, rückten die Weidekörbe der Versuchsanlage zeitversetzt weiter. Zu jedem Erntetermin einer Weidevariante wurden jedoch immer alle drei Versuchsflächen (Beifeld, Querfeld und Stallfed) am selben Tag geerntet und beprobt.

Trockenmassezuwachs

Für die Berechnung der Trockenmasse-Zuwächse wurden alle Trockenmasse-Erträge aller Termine einer jeden Variante und für jedes Versuchsjahr herangezogen. In einem ersten Schritt wurde nach Schaumberger (2011) für das jeweilige Jahr das Datum des Vegetationsbeginns und -endes berechnet. Im Vegetationsverlauf wurden ab Vegetationsbeginn, in einem Abstand von jeweils 28 Tagen, regelmäßige Zwischentermine gesetzt und für diese Termine der aktuelle tägliche Trockenmasse-Zuwachs (in kg TM/ha) für alle Versuchsvarianten errechnet. Dazu wurden die Trockenmasse-Zuwachskurven aus den Ernteerträgen zwischen den jeweiligen Ernteterminen der Versuchsvarianten berechnet und auf die einheitlichen Zwischentermine umgelegt. Zusätzlich wurden auch die gemessenen Niederschlagsmengen zwischen den Terminen aufsummiert.

Weidefutterinhaltsstoffe

Die Bestimmung der Futterinhaltsstoffe erfolgte im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Wie bereits vorhin beschrieben wurde das frische Material der Parzellen in Kunststoffsäcke gegeben und dieses Material (500-1.000 g FM) gelangte innerhalb weniger Stunden nach der Ernte in die Trocknungsanlage des Labors, wo das frische Futter über 48 Stunden bei 45 °C schonend getrocknet wurde. Die Analysen der Inhaltsstoffe erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Aus dem gemahlten Futter wurden die Rohnährstoffe mittels Weender Analyse (TM, XA, OM, XP, XL, XF und XX) und die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF und ADL) nach Van Soest (1994) mittels Tecator-Geräten analysiert. Für die Bestimmung der Mineralstoffe (P, K, Ca, Mg und Na) und Spurenelemente (Cu, Mn, Zn und Fe) wurde die Rohasche mittels Säurebehandlung aufgeschlossen und am ICP (Inductively Coupled Plasma) bestimmt. In Folge der Ergebnisse von Schneider und Bellof (2009) erfolgte die Energiebewertung der Weidefutterproben mit Hilfe der GfE-Gleichungen (GfE, 1998). Da für die Energieberechnung zwei unterschiedliche Formeln angegeben werden, wurden für das Weidefutter bei den ersten beiden Aufwüchsen die Formel 1. Aufwuchs ($14,06 - 0,0137 * XF + 0,00483 * XP - 0,0098 * XA$) und ab dem 3. Weideaufwuchs die Formel Folgeaufwüchse ($12,47 - 0,00686 * XF + 0,00388 * XP - 0,02335 * XA$) herangezogen. Damit für alle ausgewerteten Futterproben dieselbe Berechnungsgrundlage verwendet wurde, erfolgte auch die Energiebewertung der Futterproben aus den Schnittparzellen mit Hilfe der GfE-Gleichungen (GfE, 1998) .

Statistik

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm SAS 9.4 als lineares gemischtes Modell (Proc Mixed). Die Testung der Daten auf Normalverteilung und Varianzhomogenität erfolgt als graphischer Output (ODS Graphics) eines Allgemeinen Linearen Modells (Proc GLM). Für diesen Test wurden die Residuen herangezogen, die eine Normalverteilung sowie Varianzhomogenität der Daten bestätigten. Bei der Auswertung der Daten waren die Variante bzw. der Termin, der Standort das Versuchsjahr und die Wechselwirkungen die fixen Effekte. Die Versuchsspalte und die Versuchszeile sowie deren Wechselwirkung wurden als zufällige Effekte (random) angenommen.

Das Signifikanzniveau wurde mit $p < 0,05$ gewählt. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least Square Means (LS Means) sowie der Standardfehler (SEM) und die Residualstandardabweichung (se) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LS Means erfolgten mittels Tukey-Tests. Die Kennzeichnung signifikanter Unterschiede erfolgt mit unterschiedlichen Buchstaben (a b c bzw. A B C).

Tabelle 3: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante (K/U) zu den acht Ernteterminen, den drei Versuchsstandorten und den drei Erhebungsjahren sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	Termin (T)								S _e	p-Wert				
	1	2	3	4	5	6	7	8		T	S	J	T x J	T x S
Lücken	1,5 ^a	1,5 ^a	1,0 ^{abc}	0,7 ^{abc}	0,2 ^c	0,4 ^{bc}	0,4 ^{bc}	1,2 ^{ab}	1,38	<0,001	<0,001	0,064	<0,001	0,001
	SEM	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27						
Leguminosen	10,5 ^d	11,6 ^{cd}	17,0 ^a	16,8 ^{ab}	16,4 ^{abc}	9,4 ^d	8,7 ^d	12,0 ^{bcd}	6,76	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001
	SEM	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13						
Kräuter	11,9 ^{ab}	7,6 ^b	8,1 ^b	9,1 ^b	8,7 ^b	14,4 ^a	9,3 ^b	11,7 ^{ab}	6,50	<0,001	0,342	0,021	0,001	0,001
	SEM	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16						
Gräser	76,0 ^{ab}	79,2 ^{ab}	73,9 ^b	73,3 ^b	74,6 ^b	75,7 ^{ab}	81,5 ^a	75,0 ^{ab}	9,18	0,002	0,001	0,001	<0,001	0,001
	SEM	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54						
<i>Lolium perenne</i>	33,2 ^d	39,7 ^{bc}	37,8 ^{cd}	40,1 ^{abc}	37,7 ^{cd}	37,8 ^{cd}	44,8 ^a	44,1 ^{ab}	7,11	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20						
<i>Poa trivialis</i>	10,1 ^a	4,3 ^b	3,0 ^{bc}	1,8 ^{cd}	2,1 ^{cd}	1,1 ^{cd}	1,7 ^{cd}	0,7 ^d	2,98	<0,001	<0,001	0,257	<0,001	<0,001
	SEM	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50						
<i>Poa supina</i>	4,6 ^{ab}	3,9 ^b	4,5 ^{ab}	5,4 ^{ab}	6,0 ^a	6,1 ^a	4,2 ^{ab}	4,0 ^b	2,62	0,001	0,783	0,027	0,002	<0,001
	SEM	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44						
<i>Poa pratensis</i>	15,0 ^b	16,6 ^{ab}	16,0 ^{ab}	16,5 ^{ab}	17,5 ^{ab}	16,0 ^{ab}	18,6 ^a	17,4 ^{ab}	4,45	0,033	<0,001	<0,001	0,001	0,001
	SEM	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95						
Sonstige Gräser	13,5 ^{ab}	14,9 ^a	12,7 ^{abc}	9,5 ^{cd}	10,4 ^{bcd}	14,8 ^a	12,2 ^{abcd}	8,9 ^d	4,69	<0,001	0,012	<0,001	0,028	0,002
	SEM	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32						

Abkürzungen:

Termin 1: 22. April, Termin 2: 15. Mai, Termin 3: 10. Juni, Termin 4: 30. Juni, Termin 5: 23. Juli, Termin 6: 16. August, Termin 7: 12. September, Termin 8: 26. Oktober

p-Wert: Signifikanzwert; SEM: Standardfehler; se: Residualstandardabweichung; abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes bzw. der Jahre

Tabelle 4: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante (KO) zu den sechs Ernteterminen, den drei Versuchsstandorten und den drei Erhebungsjahren sowie statistische Kennzahlen (alle Werte in Flächenprozent)

Parameter	Termin (T)							s _e	p-Wert			
	1	2	3	4	5	6	T		S	J	T x J	T x S
Lücken	1,1	0,6	0,3	0,0	0,8	0,3	2,02	0,180	0,188	0,688	0,106	0,295
SEM	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34						
Leguminosen	9,4	13,6 ^{bc}	16,7 ^{abc}	14,3 ^{ab}	13,0 ^{abc}	9,1 ^c	7,55	<0,001	0,010	0,027	<0,001	0,411
SEM	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33						
Kräuter	7,1	9,0 ^c	8,5 ^{bc}	8,9 ^{bc}	12,1 ^a	11,4 ^{ab}	4,51	<0,001	0,066	0,008	<0,001	0,010
SEM	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89						
Gräser	82,5	76,8 ^a	74,5 ^{ab}	76,9 ^{ab}	74,1 ^b	79,3 ^{ab}	8,36	0,001	0,002	0,017	0,002	0,066
SEM	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47						
<i>Lolium perenne</i>	34,1	41,2 ^b	39,4 ^a	39,0 ^a	39,2 ^a	43,6 ^a	7,15	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
SEM	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40						
<i>Poa trivialis</i>	13,4	4,3 ^a	3,1 ^b	1,3 ^{cd}	1,7 ^{cd}	0,6 ^d	2,99	<0,001	<0,001	0,007	<0,001	<0,001
SEM	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50						
<i>Poa supina</i>	4,9	4,3 ^{ab}	4,0 ^b	4,5 ^{ab}	4,3 ^{ab}	5,7 ^a	2,27	0,031	0,770	<0,001	<0,001	<0,001
SEM	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39						
<i>Poa pratensis</i>	17,7	15,5 ^a	15,8 ^b	17,9 ^a	16,7 ^{ab}	17,6 ^a	3,95	0,035	<0,001	<0,001	<0,001	0,009
SEM	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79						
Sonstige Gräser	12,4	11,6	12,3	14,2	12,3	11,8	4,72	0,247	0,007	<0,001	0,007	0,026
SEM	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87						

Abkürzungen:

Termin 1: 30. April, Termin 2: 30. Mai, Termin 3: 28. Juni, Termin 4: 27. Juli, Termin 5: 29. August, Termin 6: 26. Oktober

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes bzw. der Jahre

Ergebnisse

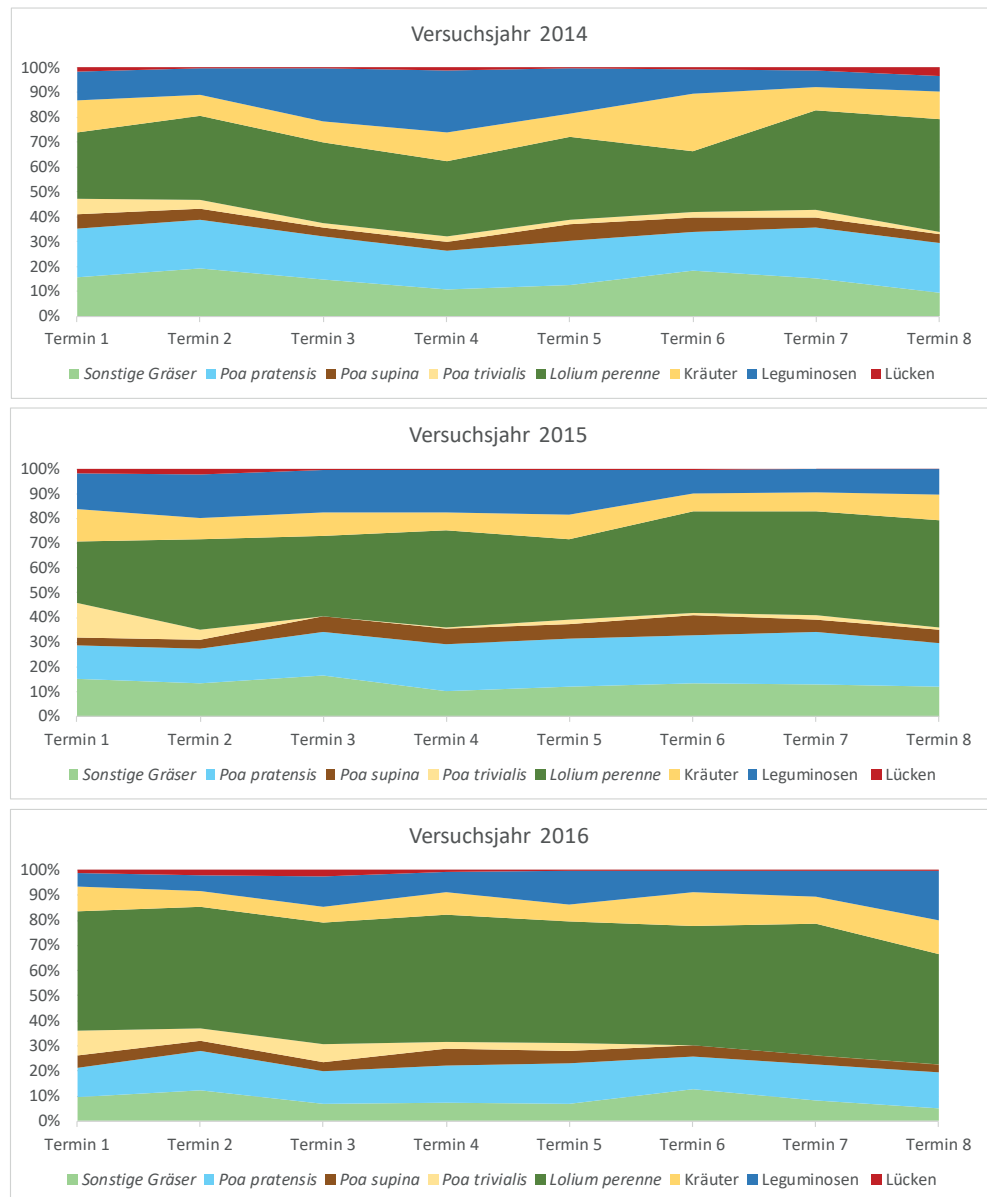
Aus der umfangreichen Untersuchung werden in den Ergebnissen die Entwicklung der Pflanzenbestände, die Trockenmassezuwächse, die Mengen- und Qualitätserträge sowie die Futterinhaltsstoffe der beiden getesteten Varianten **KU** und **KO** dargestellt.

Pflanzenbestand

Folgend werden ausgewählte Ergebnisse zu den Termineffekten (Vegetationsverlaufseffekte) getrennt für die Weidevarianten (**KU** und **KO**) dargestellt. Es zeigten sich hinsichtlich Pflanzenbestand signifikante Termineffekte, wobei bei der Interpretation aber auch die teilweise signifikanten Wechselwirkungen mit den anderen Versuchsfaktoren zu beachten sind (Tabelle 3 und Tabelle 4).

Zwischen den Nutzungsterminen traten für jede Grasart bzw. die Artengruppen sowohl in Variante **KU** als auch in Variante **KO** signifikante Unterschiede auf. In beiden Weidenutzungen trat ausschließlich die Leguminose *Trifolium repens* auf. Dessen Flächenanteile

Abbildung 2: Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Kurzrasenweide-Variante (KU) zu den acht Erhebungsterminen in den drei Erhebungsjahre 2014, 2015 und 2016 (Wechselwirkung T x J; alle Werte in Flächenprozent, Termin 1: 22. April, Termin 2: 15. Mai, Termin 3: 10. Juni, Termin 4: 30. Juni, Termin 5: 23. Juli, Termin 6: 16. August, Termin 7: 12. September, Termin 8: 26. Oktober)



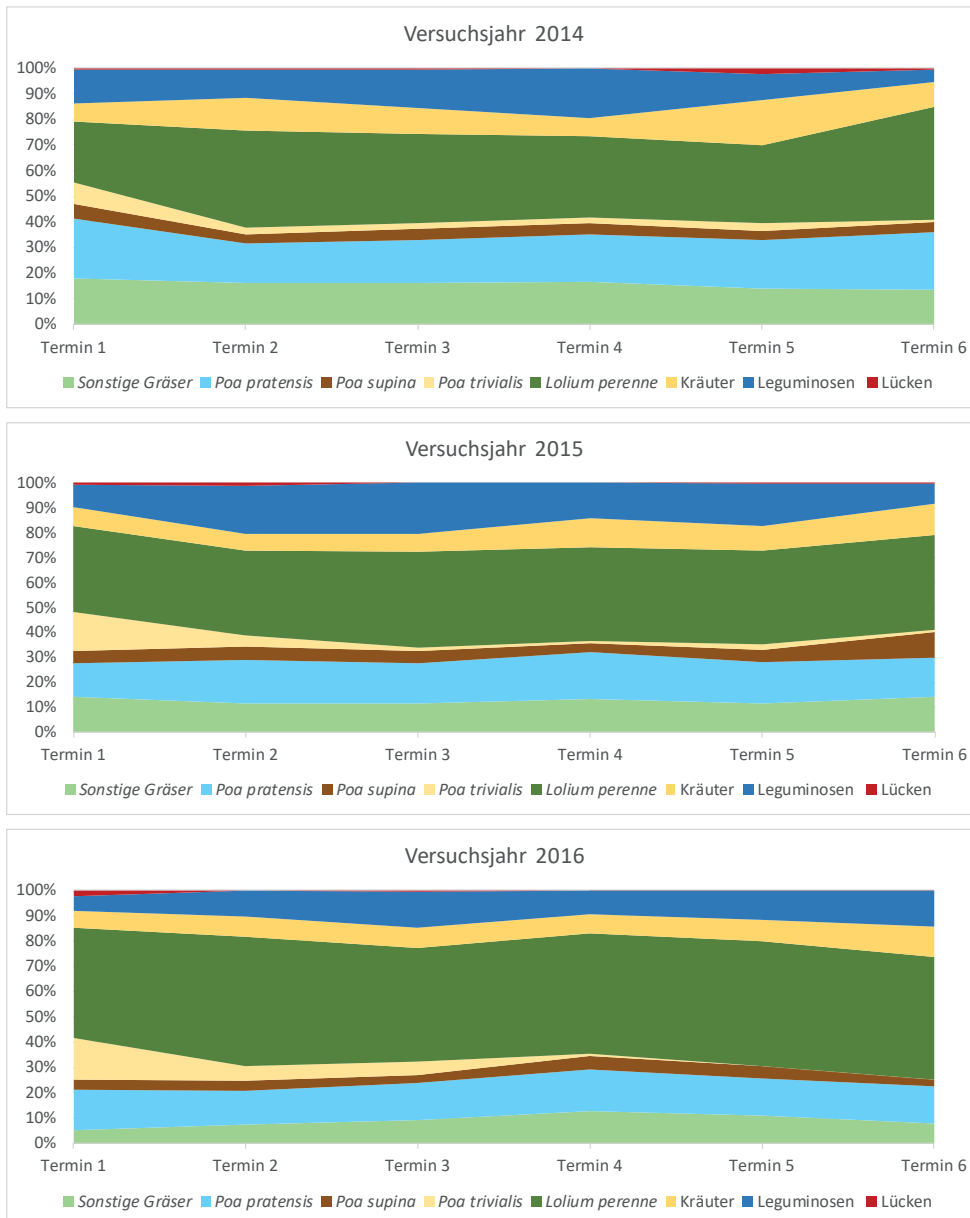


Abbildung 3: Entwicklung der Pflanzenbestände in der simulierten Koppelweide-Variante (KO) zu den sechs Erhebungs-terminen in den drei Erhebungsjahre 2014, 2015 und 2016 (Wechselwirkung T x J; alle Werte; in Flächenprozent, Termin 1: 30. April, Termin 2: 30. Mai, Termin 3: 28. Juni, Termin 4: 27. Juli, Termin 5: 29. August, Termin 6: 26. Oktober)

schwankten über das Jahr bei Variante **KU** zwischen 8,7 und 17,0 und bei Variante **KO** zwischen 9,1 und 16,7 % (Tabelle 3 und Tabelle 4). Sowohl in Variante **KU** als auch in Variante **KO** war die Grasart *Lolium perenne* am stärksten vertreten. Ihre Flächenanteile schwankten zwischen 33,2 und 44,8 % in Variante **KU** sowie zwischen 34,1 und 43,6 % in Variante **KO**. *Poa pratensis*, als zweite für den Standort wichtige Grasart, erreichte in etwa halb so hohe Flächenanteile (**KU** 15,0 bis 18,6 Flächen-% und **KO** 15,5 bis 17,9 %) wie *Lolium perenne*. Die beiden im Wirtschaftsgrünland eher unerwünschten Grasarten *Poa trivialis* und *Poa supina* erreichten in beiden Nutzungsvarianten **KU** und **KO** generell niedrige Flächenanteile. Obwohl signifikante Unterschiede beobachtet wurden, fielen diese in geringen numerischen Flächenanteilen aus.

Die Entwicklung der Bestände während des Versuchszeitraumes verlief in den Weidevarianten **KU** und **KO** ähnlich (Abbildung 2 und Abbildung 3). Über die Jahre konnte eine leichte Abnahme des Flächenanteils an Kräutern festgestellt werden, wovon in erster Linie die Artengruppe der Gräser profitierte. Innerhalb dieser Artengruppe war es besonders *Lolium perenne*, das gerade im letzten Versuchsjahr 2016 signifikant höhere

Anteile im Mittel des Jahres einnahm (Tabelle 3 und Tabelle 4). Diese Entwicklung war in beiden Weidevarianten so gut wie ident (**KU** 48,4 Flächen % und **KO** 47,7 %). Markant ist ebenso die Entwicklung von *Poa trivialis*, vor allem im zweiten und dritten Versuchsjahr (Abbildung 2 und Abbildung 3). In beiden Varianten lag der Flächenanteil zum ersten Erhebungstermin noch bei 10-15 % und ging bereits beim zweiten Termin deutlich zurück. Im weiteren Vegetationsverlauf erreichte *Poa trivialis*, sowohl in Variante **KU** als auch in Variante **KO**, vernachlässigbare Flächenanteile.

Tabelle 5: Tägliche Trockenmassezuwächse der beiden Weidenutzungsvarianten, den drei Standorten, den drei Versuchsjahren und zu den ermittelten Terminen in der Vegetationsperiode sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Variante (V)		Standort (S)			Jahr (J)			s _e
		KU	KO	BF	QF	SF	2014	2015	2016	
Trockenmassezuwachs	kg TM/ha und Tag	49,2	49,3	49,5 ^b	44,3 ^c	53,8 ^a	53,1 ^a	45,8 ^b	48,8 ^b	12,4
SEM		1,51	1,53	1,61	1,61	1,61	1,61	1,64	1,63	

p-Wert						
V	S	J	T	V x J	V x S	V x T
0,914	<0,001	<0,001	<0,001	0,211	0,652	0,050

Parameter	Einheit	Termin (T)						
		1	2	3	4	5	6	7
Trockenmassezuwachs	kg TM/ha und Tag	47,8 ^b	48,0 ^b	59,2 ^a	57,7 ^a	59,8 ^a	47,2 ^b	25,0 ^c
SEM		1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurzasenweide) und KO (Koppelweide); Standort: BF (Beifeld), QF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

Termin: 1 (13.04.), 2 (11.05.), 3 (08.06.), 4 (06.07.), 5 (03.08.), 6 (31.08.) und 7 (28.09.)

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes, der Jahre bzw. der Termine

Trockenmassezuwachs

Zwischen den beiden Weidenutzungsformen (**KU** und **KO**) konnte bei den durchschnittlichen Trockenmassezuwachsrate (TM-Zuwachs) kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tabelle 5). Auch die numerischen Werte waren mit 49,2 (**KU**) und 49,3 (**KO**) kg TM/ha und Tag so gut wie ident. Signifikante Unterschiede zeigten sich hingegen für die Versuchsflächen sowie die Versuchsjahre. Das Stallfeld erreichte mit 53,8 kg TM/ha und Tag die höchsten TM-Zuwächse. Mit 53,1 kg TM/ha und Tag wurden im ertragsstarken ersten Versuchsjahr (2014) auch die höchsten Zuwachsrate gemessen. Im Vegetationsverlauf zeigten sich die höchsten täglichen TM-Zuwächse von Anfang Juni

Abbildung 4: Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs; Vegetationsbeginn 16.03. und Vegetationsende 17.11.) der beiden Varianten (**KU** und **KO**) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin im März sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)

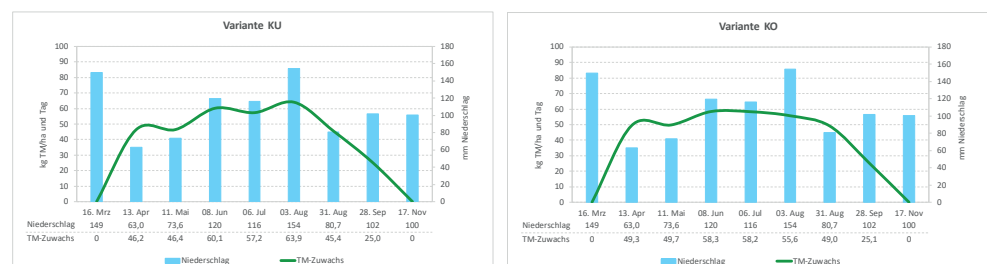




Abbildung 5: Trockenmassezuwachs-Kurven (TM-Zuwachs) der beiden Weidevarianten KU (links) und KO (rechts) in jedem der drei Versuchsjahre (Wechselwirkung Termin x Jahr) sowie die Niederschlagssummen von einem zum nächsten Termin (Niederschlagssumme beim ersten Termin zu Vegetationsbeginn sind die aufsummierten Niederschläge ab 1. Jänner)

bis Anfang August. Hier wurden, im Mittel beider Weidenutzungen, TM-Zuwächse von 57,7 bis 95,8 kg TM/ha und Tag erreicht.

Die im statistischen Modell berücksichtigte Wechselwirkungen zwischen Variante und Termin lag mit einem p -Wert von 0,05 an der Signifikanz-Grenze (Tabelle 5). Wie auch Abbildung 4 zeigt, traten bei der Kurzrasenweidenutzung (KU) zwischen Anfang Juni und Anfang August stärkere Zuwachsschwankungen als bei der Koppelweidenutzung (KO) auf. Numerisch lag die Variante KU Anfang August, im Mittel aller Versuchsjahre, mit 63,9 kg TM/ha und Tag am höchsten. Zu Vegetationsbeginn und im Frühling wiesen jedoch beide Varianten annähernd idente Werte auf (Abbildung 4). Dies war sowohl bei der simulierten Kurzrasenweide KU als auch bei der simulierten Koppelweide KO beobachtbar.

Wie Abbildung 5 zeigt, bestanden zwischen den Versuchsjahren deutliche Unterschiede in der Niederschlagsverteilung. Die Trockenmassezuwachs-Kurven beider Weidevarianten zeigten eine deutliche Reaktion auf die Niederschläge, wobei für die Variante KU raschere und stärkere Reaktionen auf die Niederschlagsmengen als in Variante KO erkennbar sind. Die Zuwächse der Variante KU lagen beispielsweise im Jahr 2014 Anfang Juni noch bei 63,0, sanken Anfang Juli auf 48,4 ab und stiegen danach wieder auf 67,1 kg TM/ha und Tag an. Im selben Zeitraum konnte in Variante KO ein deutlich gleichmäßigeres Wachstum festgestellt werden, die TM-Zuwächse lagen bei 53,6 (Anfang Juni), 57,4 (Anfang Juli) und danach bei 58,5 kg TM/ha und Tag. Auch der jährliche Vergleich der Trockenmassezuwachs-Kurven innerhalb der Varianten weist auf konstantere Wachstumsbedingungen bei Koppelweide (KO) hin.

Mengen- und Qualitätsertrag

Die mit dem Filip's electronic plate meter (RPM) erhobenen Ernteaufwuchshöhen (Angabe in cm_{RPM}) zeigten die durch die Versuchsvorgaben zu erwartenden und signifikanten Variantenunterschiede (Tabelle 6). Das durch die Platte komprimierte Futter wies in Variante KU eine Aufwuchshöhe von 7,6 cm_{RPM} und KO von 10,0 cm_{RPM}

Tabelle 6: Trockenmasse- und Qualitätserträge, sowie durchschnittliche Rohprotein- und Energiegehalte für die zwei Weidenutzungen (KU und KO), die drei Versuchsstandorte und die drei Versuchsjahre mit sowie statistische Kennzahlen (gesamte Erträge und Werte für die Varianten KU und KO bis zum Ende der Vegetationsperiode)

Parameter	Einheit	Variante (V)		Standort (S)			Jahr (J)			s _e	p-Wert					
		KU	KO	BF	GF	SF	2014	2015	2016		V	S	J	V x S	V x J	S x J
Trockenmasseertrag	kg TM/ha	10.281	10.494	10.514	9.297	11.351	11.556	9.704	9.902	1.096	0,415	<0,001	<0,001	0,931	0,431	0,001
SEM		250	250	281	281	281	281	281	281							
Rohprotein-ertrag	kg/ha	2.160	2.038	2.159	1.727	2.412	2.218	2.076	2.003	256	0,048	<0,001	0,017	0,871	0,318	<0,001
SEM		48,4	48,4	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0							
Rohproteingehalt	kg TM/ha	210	194	205	187	213	189	214	202	6,63	<0,001	<0,001	<0,001	0,188	0,053	<0,001
SEM		110	110	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35							
Energieertrag	MJ NEL/ha	67.331	67.826	68.390	60.138	74.209	74.334	63.291	65.111	6.875	0,762	<0,001	<0,001	0,931	0,378	<0,001
SEM		1.472	1.472	1.679	1.679	1.679	1.679	1.679	1.679							
Energiegehalt	MJ NEL/kg TM	6,55	6,45	6,49	6,48	6,52	6,40	6,54	6,56	0,01	<0,001	0,001	<0,001	0,062	0,003	0,022
SEM		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01							
Wuchshöhe	cm _{RPM}	7,57	10,0	9,06	7,99	9,31	9,76	8,13	8,47	0,65	<0,001	<0,001	<0,001	0,049	0,005	0,003
SEM		0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19							
Futterdichte	kg TM/h u. cm _{RPM}	337	317	311	338	331	334	320	326	29,1	0,008	0,007	0,299	0,446	0,716	0,500
SEM		5,95	5,98	6,83	6,81	6,81	6,81	6,83	6,81							

Abkürzungen:

Varianten: KU (Kurrasenweide) und KO (Koppelweide); Standort: BF (Berfeld), GF (Querfeld) und SF (Stallfeld)

cm_{RPM}: Messung mittels Pasture Plate Meter (RPM)

p-Wert: Signifikanzwert; SEM: Standardfehler; se: Residualstandardabweichung; abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Variante, des Standortes bzw. der Jahre

auf. Auch zwischen den Standorten zeigten sich unterschiedliche Ernte-Aufwuchshöhen. Das Querfeld (QF) lag im Mittel aller Varianten, Jahre und Erntetermine mit 8,0 cmRPM signifikant tiefer als das Beifeld und das Stallfeld. Die Wuchshöhen innerhalb der Varianten variierten etwas zwischen den Jahren, es wurden jedoch die bei der Versuchsplanung angestrebten Differenzen zwischen den Varianten eingehalten.

Die TM-Jahreserträge der beiden Weidenutzungsvarianten **KU** (10.281 kg TM/ha) und **KO** (10.494 kg TM/ha) lagen auf vergleichbarem Niveau und unterschieden sich nicht signifikant. Signifikante Unterschiede ergaben sich hingegen zwischen den Versuchsstandorten und den Versuchsjahren und es zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Versuchsfaktoren Standort und Jahr (Tabelle 6).

Die Rohproteinерträge lagen in Variante **KU** mit 2.160 kg/ha signifikant höher als in Variante **KO** mit 2.038 kg/ha (Tabelle 6). Vergleichbar zum TM-Ertrag zeigten sich auch im Energieertrag zwischen den Weidevarianten keine Differenzen. Die geringere Energiekonzentration in **KO** im Vergleich zu **KU** wurde durch den numerisch höheren TM-Ertrag in **KO** kompensiert.

Für beide Weidevarianten (**KU** und **KO**) zeigten sich zwischen den jeweiligen Versuchsjahren signifikante Ertragsunterschiede (Tabelle 6). So erreichten beide Varianten im ersten Versuchsjahr 2014, mit über 11.000 kg TM/ha, die numerisch höchsten Gesamterträge. 2015 und 2016 lagen diese unter 10.000 kg/TM ha (Abbildung 6). Im ertragsstarken Versuchsjahr 2014 wurden demgegenüber in beiden Weidevarianten numerisch niedrigere Rohprotein- und Energiegehalte festgestellt.

Futterinhaltsstoffe

Die in das statistische Modell aufgenommenen Versuchsfaktoren Termin, Standort und Jahr zeigten, bis auf wenige Ausnahmen, in der Versuchsvariante **KU** signifikante Effekte auf die angeführten Parameter. Hierbei muss aber berücksichtigt werden, dass auch die Wechselwirkung von Termin x Jahr für alle getesteten Parameter signifikant war (Tabelle 7).

In den Versuchsjahren 2014 und 2016 schwankte der XP-Gehalt zwischen den Beprobungsterminen deutlich, wobei über alle Jahre hinweg ein steter Anstieg im Vegetationsverlauf erkennbar war. Im Versuchsjahr 2014 erreichte die Variante **KU** im Frühling (Termin 1) mit 155 g/kg TM den niedrigsten XP-Gehalt und zum 5. Termin im Juli wurde mit 219 g/kg TM der signifikant höchste XP-Gehalt ermittelt. Im Versuchsjahr 2015 wurde demgegenüber ein anderer Verlauf festgestellt, hier zeigte sich vom Frühling bis Ende August (Termin 7) ein nahezu linearer Anstieg, bevor der XP-Gehalt zum letzten Beprobungstermin im Oktober von 273 g/kg TM (Termin 7) auf 221 g kg⁻¹ TM (Termin 8) signifikant abfiel. 2016 wurde während der Vegetationsperiode ein signifikanter Anstieg des XP-Gehaltes von Termin 1 (211 g/kg TM) bis Termin 8 (242 g/kg TM) festgestellt. In diesem Jahr lagen die XP-Gehalte Mitte Mai sowie während des Sommers unter 20 %.

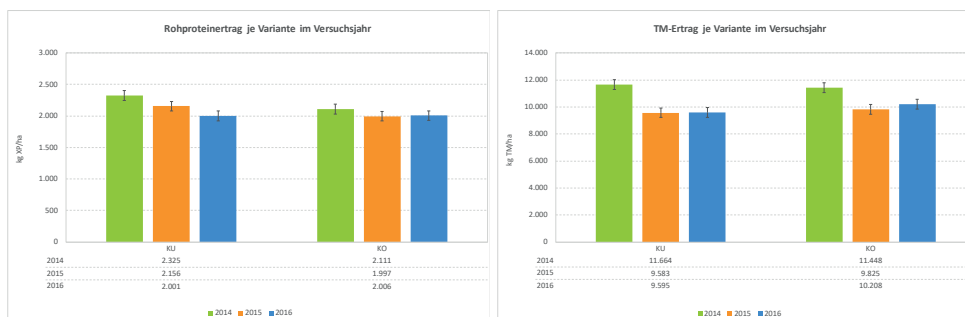


Abbildung 6: Trockenmasse- (links) und Rohproteinерtrag (rechts) der zwei Weidenutzungen (KU und KO) in den drei Versuchsjahren (2014-2016, Wechselwirkung V x J, die Balken zeigen den jeweiligen Standardfehler SEM)

Tabelle 7: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Kurzrasenweide-Variante KU während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Termin (T)								S _e	p-Wert			
		1	2	3	4	5	6	7	8		T	S	J	T x J
Wuchshöhe	cm	9,0	8,5	8,4	7,4	7,4	8,1	6,5	5,3	1,56	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		SEM	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27					
TM	g/kg FM	199	194	190	182	185	192	190	202	12,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		SEM	2,26	2,19	2,18	2,14	2,14	2,16	2,21					
XA	g/kg TM	94,5	96,9	98,2	93,8	93,5	94,5	93,5	91	6,41	0,002	0,716	0,848	<0,001
		SEM	1,13	1,10	1,09	1,07	1,07	1,08	1,11					
OM	g/kg TM	872	869	866	869	871	871	871	875	7,01	<0,001	0,025	0,016	<0,001
		SEM	1,23	1,20	1,19	1,17	1,17	1,18	1,21					
XP	g/kg TM	186	185	203	208	218	215	238	226	14,3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		SEM	2,63	2,56	2,54	2,50	2,50	2,51	2,58					
XL	g/kg TM	27,9	26,9	28,5	28,7	29,2	28,4	28,7	27,5	13,4	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
		SEM	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23					
XF	g/kg TM	183	200	205	201	204	206	183	164	10,0	<0,001	0,949	<0,001	<0,001
		SEM	1,77	1,71	1,70	1,67	1,67	1,68	1,72					
XX	g/kg TM	509	491	465	488	455	456	456	492	15,7	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		SEM	3,09	3,01	2,99	2,95	2,95	2,97	3,03					
NFC	g/kg TM	454	435	409	409	409	396	404	447	16,6	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		SEM	2,91	2,83	2,81	2,76	2,76	2,78	2,85					
NDF	g/kg TM	387	410	402	401	408	412	385	357	19,4	<0,001	0,571	<0,001	<0,001
		SEM	3,53	3,43	3,41	3,35	3,35	3,37	3,45					
ADF	g/kg TM	238	256	261	261	267	267	235	209	12,6	<0,001	0,196	<0,001	<0,001
		SEM	2,22	2,16	2,14	2,11	2,11	2,12	2,18					
ADL	g/kg TM	23,9	25,4	31,1	32,6	34,9	32,4	30,4	28,0	4,43	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
		SEM	0,78	0,76	0,75	0,74	0,74	0,74	0,76					
ME	MJ ME/kg TM	11,4	11,2	10,5	10,6	10,6	10,6	10,8	10,7	0,36	<0,001	0,001	0,003	<0,001
		SEM	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06					
NEL	MJ NEL/kg TM	7,03	6,83	6,29	6,37	6,38	6,35	6,55	6,65	0,11	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
		SEM	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02					

Abkürzungen: Termin: 1 (22.04.), 2 (15.05.), 3 (10.06.), 4 (30.06.), 5 (23.07.), 6 (16.08.), 7 (12.09.) und 8 (26.10.)

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: se: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Termine bzw. der Jahre

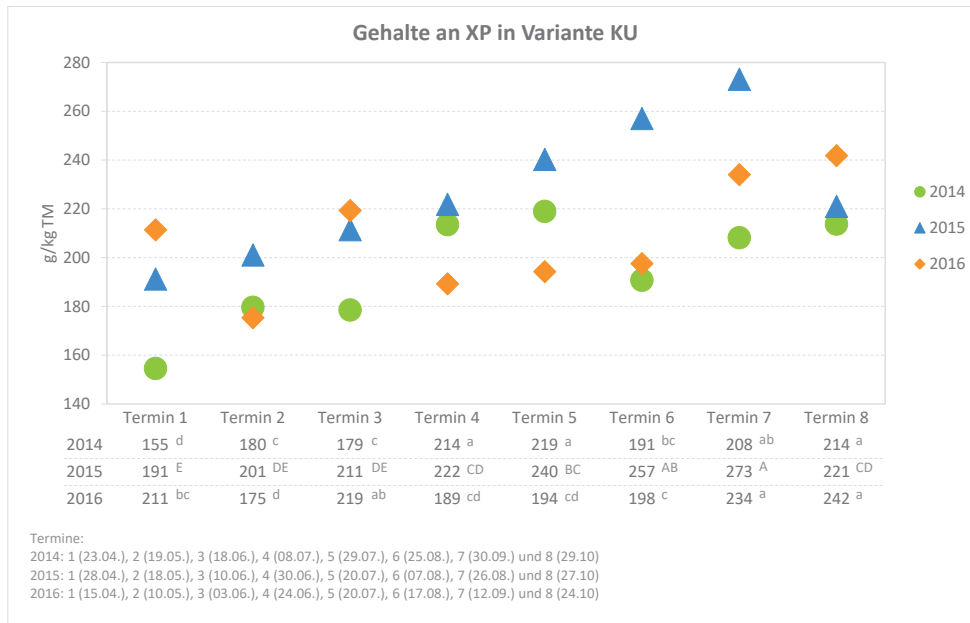


Abbildung 7: Rohprotein-Gehalte der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

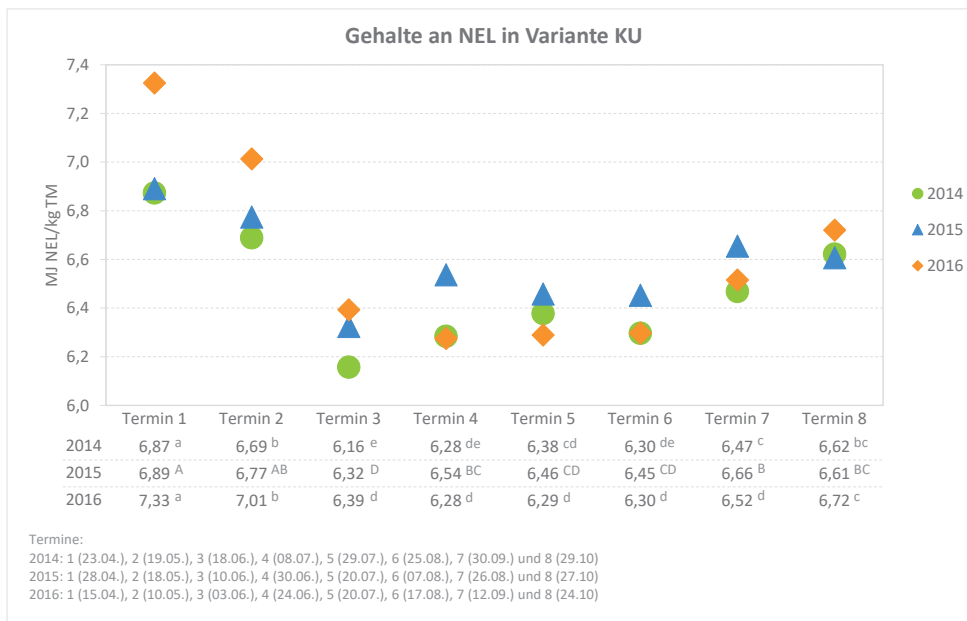


Abbildung 8: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression) der Kurzrasenweide-Variante KU zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

Im Versuchsjahr 2016 wurden im Frühling nach der Regressionsmethode mit 7,33 MJ NEL/kg TM (Termin 1) und 7,01 MJ NEL/kg TM (Termin 2) die in der Versuchszeit höchsten Energie-Gehalte festgestellt. Besonders deutlich zeigte sich ein Rückgang der Energie-Gehalte vom zweiten auf den dritten Termin. Hier muss berücksichtigt werden, dass bei der Errechnung mittels der Regressionsgleichungen (GfE, 1998) zwei unterschiedliche Formeln zur Anwendung kamen. Für den ersten und zweiten Nutzungstermin wurde die Regression für den 1. Aufwuchs herangezogen und ab dem dritten Nutzungstermin die Formel für die Folgeaufwüchse verwendet. In den Sommermonaten (Termin 3-6) bewegten sich die Energie-Gehalte in der Variante KU zwischen 6,16 MJ NEL/kg TM (Termin 3, 2014) und 6,54 MJ NEL/kg TM (Termin 4, 2015). Zum Ende der Vegetationsperiode (Termin 7 und 8) hin stiegen die Energie-Gehalte wieder an und erreichten hier mit 6,72 MJ MJ NEL/kg TM (Termin 8, 2016) den höchsten Wert.

Die Gehalte an Rohprotein in der als Koppelweide (Tabelle 8) genutzten Variante

Tabelle 8: Wuchshöhe und Futterinhaltsstoffe der Koppelweide-Variante KO während der Vegetationsperiode (Termin), für die drei Versuchsstandorte sowie in den drei Versuchsjahren mit den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Termin (T)						s _e	p-Wert			
		1	2	3	4	5	6		T	S	J	T x J
Wuchshöhe	cm	14,0 ^a	9,5 ^b	10,1 ^b	9,3 ^b	9,8 ^b	7,2 ^c	1,71	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30					
TM	g/kg FM	202 ^a	176 ^b	204 ^a	172 ^b	201 ^a	199 ^a	14,4	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
		3,83	3,01	2,99	3,04	2,99	3,47					
XA	g/kg TM	91,6 ^{bc}	98,2 ^a	88,5 ^c	93,8 ^b	96,4 ^{ab}	96,2 ^{ab}	5,72	<0,001	0,001	0,727	<0,001
		1,50	1,15	1,14	1,16	1,14	1,32					
OM	g/kg TM	875 ^{ab}	864 ^d	879 ^a	867 ^{cd}	870 ^{bc}	870 ^{bc}	6,46	<0,001	<0,001	0,502	<0,001
		1,75	1,38	1,37	1,39	1,37	1,58					
XP	g/kg TM	163 ^d	184 ^c	185 ^{bc}	196 ^b	214 ^a	215 ^a	16,0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		4,06	3,10	3,07	3,13	3,08	3,65					
XL	g/kg TM	26,7 ^{bc}	27,0 ^b	26,7 ^{bc}	25,8 ^c	29,0 ^a	28,6 ^a	1,39	<0,001	0,003	<0,001	<0,001
		0,35	0,26	0,26	0,26	0,26	0,31					
XF	g/kg TM	206 ^{cd}	219 ^{ab}	213 ^{bc}	223 ^a	206 ^d	174 ^e	10,1	<0,001	0,056	<0,001	<0,001
		2,39	1,69	1,68	1,71	1,68	2,05					
XX	g/kg TM	513 ^a	472 ^c	487 ^b	462 ^{cd}	455 ^d	487 ^b	18,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		4,68	3,61	3,58	3,64	3,58	4,23					
NFC	g/kg TM	458 ^a	405 ^c	428 ^b	396 ^{cd}	386 ^d	440 ^{ab}	20,3	<0,001	<0,001	0,321	<0,001
		4,96	3,63	3,60	3,66	3,61	4,34					
NDF	g/kg TM	417 ^{ab}	433 ^a	402 ^b	424 ^a	404 ^b	368 ^c	20,1	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
		4,77	3,38	3,35	3,41	3,36	4,08					
ADF	g/kg TM	260 ^c	285 ^a	271 ^b	288 ^a	274 ^b	220 ^d	13,1	<0,001	0,011	<0,001	<0,001
		3,11	2,21	2,19	2,23	2,19	2,67					
ADL	g/kg TM	258 ^c	33,6 ^{ab}	33,8 ^{ab}	35,8 ^a	33,1 ^b	27,7 ^c	3,38	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		0,85	0,64	0,63	0,64	0,63	0,75					
ME	MJ ME/kg TM	11,0 ^a	10,9 ^b	10,5 ^c	10,4 ^d	10,5 ^c	10,8 ^b	0,15	<0,001	0,394	<0,001	<0,001
		0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03					
NEL	MJ NEL/kg TM	6,73 ^a	6,60 ^b	6,29 ^d	6,21 ^e	6,33 ^d	6,51 ^c	0,11	<0,001	0,471	<0,001	<0,001
		0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02					

Abkürzungen: Termin: 1 (30.04.), 2 (30.05.), 3 (28.06.), 4 (27.07.), 5 (29.08.) und 6 (26.10.)

p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, se: Residualstandardabweichung, abc: Post-hoc-Test Tukey-Kramer jeweils innerhalb der Termine bzw. der Jahre

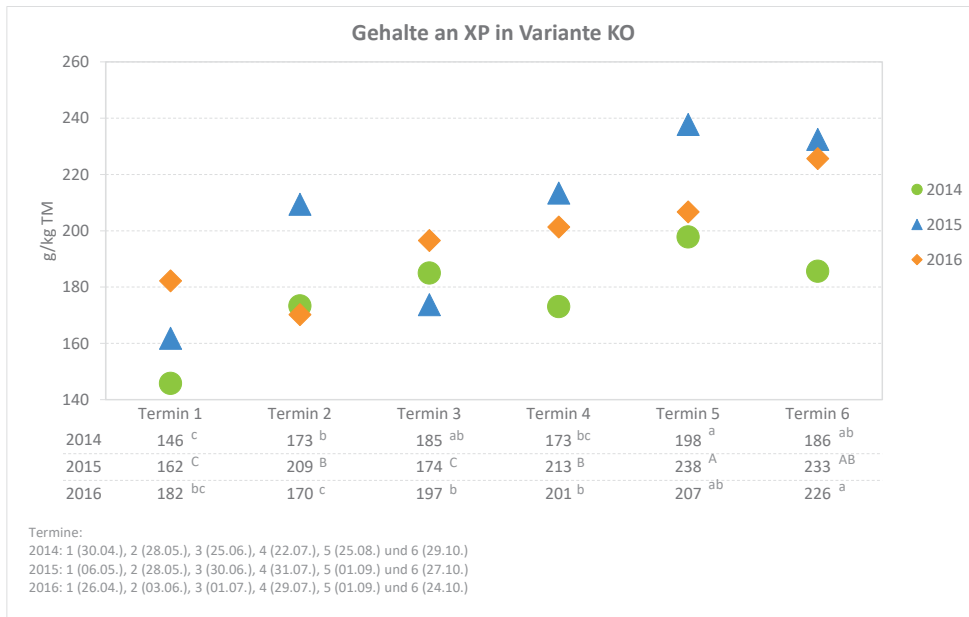


Abbildung 9: Rohprotein-Gehalte der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

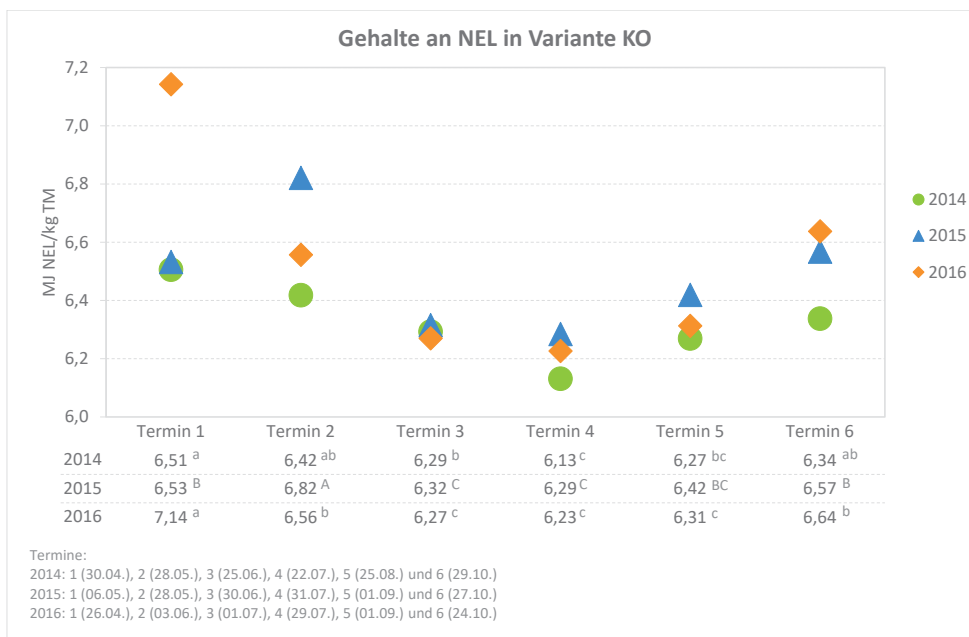


Abbildung 10: Energie-Gehalte in Netto-Energie-Laktation (errechnet aus den Rohnährstoffen mittels Regression (REG)) der Koppelweide-Variante KO zu den Nutzungsterminen in jedem der drei Versuchsjahre (2014-2016) mit Angabe der signifikanten Termin-Unterschiede innerhalb eines jeden Versuchsjahres (Wechselwirkung Termin x Jahr)

(KO) zeigten mehr oder weniger große Schwankungen zwischen den Versuchsjahren (Abbildung 9). Trotzdem lässt sich, wie auch bei der simulierten Kurzrasenweide KU oben beschrieben, der Trend von steigenden XP-Gehalten während der Vegetationsperiode erkennen (Tabelle 8). Generell waren die XP-Gehalte in der simulierten Koppel-Variante KO auf einem niedrigeren Niveau als bei Variante KU. Das erste Versuchsjahr (2014) lieferte mit 177 g/kg TM die signifikant niedrigsten XP-Gehalte, es wurde ein signifikanter Anstieg des Rohproteins von 146 g/kg TM (Termin 1) auf 198 g/kg TM (Termin 5) bzw. 186 g/kg TM (Termin 6) ermittelt. Die Futterproben der weiteren Versuchsjahre 2015 und 2016 zeigten vor allem im Herbst deutlich höhere XP-Gehalte, Anfang September (Termin 5) wurde 2015 der numerisch höchste Wert von 238 g/kg TM gemessen. Im letzten Versuchsjahr kam es zu einem signifikanten Anstieg des XP-Gehaltes von 182 g/kg TM (Termin 1) auf 226 g/kg TM (Termin 6).

Mit Ausnahme der ersten beiden Erntetermine unterschieden sich die Energie-Gehalte, ermittelt mit der Regressionsmethode, zwischen den Versuchsjahren nur geringfügig (Abbildung 10). Beim ersten Termin lagen die Energiegehalte in den Jahren 2014 und 2015 mit 6,51 MJ NEL/kg TM (2014) und 6,53 MJ NEL/kg TM (2015) auf vergleichbarem Niveau. Demgegenüber wurde 2016 mit 7,14 MJ NEL/kg TM ein deutlich höherer Energie-Gehalt errechnet. Auch beim zweiten Nutzungstermin Ende Mai bzw. Anfang Juni wurden NEL-Gehalte zwischen 6,42 MJ NEL/kg TM (2014) und 6,82 MJ NEL/kg TM (2015) ermittelt. Ab dem dritten Termin wurden zwischen den Jahren deutlich geringere Unterschiede der Energiegehalte festgestellt. Bis Ende Juli (Termin 4) fielen die NEL-Gehalte auf 6,29 MJ NEL/kg TM (2015) bis 6,13 MJ NEL/kg TM (2014) ab. Nachfolgend stiegen die Gehalte wieder an und erreichten mit durchschnittlich 6,51 MJ NEL/kg TM Werte, welche etwa auch im Frühling (Termin 1) festgestellt wurden (2014-2015).

Diskussion

Eine Erklärung für den raschen Rückgang von *Dactylis glomerata* bei intensiver Weidenutzung könnte in der hochfrequenten Entblätterung und der damit einhergehenden häufig notwendigen Blattneubildung liegen. *Dactylis glomerata* zeigt gegenüber weidetoleranten Arten wie *Lolium perenne* eine längere Blattlebensdauer (Ryser und Urbas, 2000). Aber auch der horstförmige Wuchs könnte für *Dactylis glomerata* nachteilig bei einer intensiven Weidenutzung sein. Die Triebe des in Schnittwiesen dominanten Horstes können nicht so flach am Boden geführt werden, wie beispielsweise bei *Lolium perenne*, und so gehen bei einer kontinuierlichen Beweidung die Speicherorgane des Grases, die Blattscheiden, vielfach verloren, was zu einer längeren ‚Pay-back Time‘ führen kann (Schnyder, 2006). Ebenso dürfte *Dactylis glomerata* nicht in der Lage sein, die Blattlebensdauer bei häufiger Nutzung zu reduzieren, wie dies beispielsweise bei *Lolium perenne* oder *Poa pratensis* der Fall ist (Schleip et al., 2013). Die Nicht-Angepasstheit von *Dactylis glomerata* an eine regelmäßige und intensive Weidenutzung dürfte somit von mehreren wachstumsbedingten Faktoren bestimmt werden.

Durch die intensive Beweidung konnte eine weitere Reduktion bei der Grasart *Poa trivialis* festgestellt werden. Diese Art gilt in der Grünlandnutzung als unerwünscht und wurde schon vor Jahrzehnten als Problemgras definiert (Froud-Williams et al., 1986, Hilton et al., 1984). Es wird von den Tieren nicht gerne aufgenommen (Geruch/Geschmack/Verschmutzung), weist ein geringes Ertragspotenzial auf und ist darüber hinaus sehr trockenheitsgefährdet. *Poa trivialis* verfügt über ein flaches Wurzelsystem und wächst bevorzugt auf nährstoffreichen und gut mit Wasser versorgten Standorten (Mühlberg, 1965). Das flache Wurzelsystem dieser Art wirkt bei Trockenheit nachteilig, da *Poa trivialis* großflächig ausfällt und somit keinen Ertrag mehr liefert.

Im Versuchszeitraum (2014-2016) konnten auf den drei Flächen und im Mittel aller Varianten noch deutlichere Zunahmen von *Lolium perenne* dokumentiert werden. So stieg der Anteil im Mittel beider Untersuchten Varianten (KU und KO) von 33 (2014) signifikant auf 49 % (2016) an. Für einen Dauergrünlandstandort auf knapp 700 m Seehöhe sind diese Anteile als sehr hoch einzustufen, da *Lolium perenne* grundsätzlich eine mangelnde Winterhärte aufweist (Berone et al., 2008, Hofgaard et al., 2006). Am Versuchsstandort lag die Jahresdurchschnittstemperatur im langjährigen Mittel bei 6,9 °C (1981-2010). Im Versuchszeitraum beider Untersuchungen (2007-2016) lag die Jahresmitteltemperatur zwischen 8,9 (2007) und 9,7 °C (2014) und somit um mehr als 2 °C über dem langjährigen Mittel. Ebenso konnten in dieser Zeit keine durchgehend geschlossenen Schneedecken über 120 Tage beobachtet werden (Schneeschimmelrisiko). Darüber hinaus wurden am Versuchsstandort auch Nachsaaten mit bedeutenden Saatgutanteilen an *Lolium perenne* durchgeführt. Gerade *Lolium perenne* kann mittels Nachsaat gut in bestehenden Beständen etabliert werden, was bereits Huguenin-Elie et al. (2006) zeigen konnten.

Lolium perenne zählte in den gemäßigten Klimazonen (hier besonders in Westeuropa, Australien und Neuseeland) immer schon zu den dominantesten Grasarten (Wilkins und Humphreys, 2003). Die vorliegenden Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass bedingt durch die zu beobachtenden Klimaveränderungen *Lolium perenne* auch im ostalpinen Berggebiet an Bedeutung gewinnen könnte. In der Biologischen Landwirtschaft müsste die stärkere Etablierung dieser Art auch im Düngermanagement (z.B. abgestufter Wiesenbau) berücksichtigt werden.

Im Berggebiet zählt *Poa pratensis* auf Grund seiner Winterhärte und des Futterwerts zu den wertvollsten und ebenfalls intensiv nutzbarsten Weidegräserarten. Grundsätzlich ist die Etablierung von *Poa pratensis* in ein bestehendes Dauergrünland als schwierig einzustufen. Das Gras besitzt eine langsame Jugendentwicklung und reagiert empfindlich auf eine zu starke Konkurrenz während der Etablierungsphase (Lehmann, 1995). Wird die Konkurrenzsituation durch andere Arten jedoch im Jugendstadium deutlich reduziert, dann kann sich auch *Poa pratensis* gut entwickeln und stabil im Bestand halten (Bryan et al., 2000). Zwischen den Nutzungen (KU und KO) zeigten sich keine Variantenunterschiede und die Anteile an *Poa pratensis* lagen im Mittel der Varianten zwischen 16 und 17 %. Die Erklärung dafür, dürfte an zwei Faktoren festzumachen sein. Zum einen wurde in den Jahren vor dem Versuch eine regelmäßige Nachsaat vorgenommen (wie bereits oben bei *Lolium perenne* beschrieben), und zum anderen wurde die Fläche für die Schnittnutzung 4S vor Versuchsbeginn – und im Versuchsverlauf ebenfalls zumindest einmal in den drei Jahren (2014-2016) – als Kurzrasenweide genutzt. Auch Huguenin-Elie et al. (2006) konnten bestätigen, dass eine Nachsaat mit *Poa pratensis* gerade bei Weidenutzung gut funktioniert. Im Schnitt genutzten Dauergrünland ist eine Nachsaat mit *Poa pratensis* oft wenig erfolgreich. Durch den regelmäßigen Verbiss der Tiere und dem damit kurz gehaltenen Bestand auf intensiv genutzten Weideflächen dürfte so die sonst spärliche Jugendentwicklung von *Poa pratensis* positiv beeinflusst werden. Warum die Anteile von *Poa pratensis* in den beiden Varianten (KU und KO) nicht höher waren, obwohl diese Art an das raue Klima der Ostalpen optimal angepasst wäre (Suter et al., 2002), dürfte an der starken Dominanz von *Lolium perenne* gelegen sein (Bryan et al., 2000).

Sowohl bei Variante KU als auch bei KO konnten die signifikant höchsten täglichen TM-Zuwächse (56-64 kg TM/ha und Tag) im Sommer von Anfang Juni bis Anfang August ermittelt werden. In den typischen Weideregionen Europas (beispielsweise in Irland oder der Schweiz) lassen sich hingegen deutlich höhere TM-Zuwächse erzielen. So konnten unter irischen Klimabedingungen, auf einem *Lolium perenne* dominierten und 5 Jahre zuvor angesäten Weidebestand, deutlich höhere Zuwachsleistungen von bis zu 100 kg TM/ha und Tag ermittelt werden (Ganche et al., 2015). In dieser irischen Studie zeigte sich aber auch die für den Standort typische längere Vegetationsperiode (Februar bis Oktober), da bereits im April TM-Zuwächse von 52 kg TM/ha und Tag erreicht wurden. Auch im westalpinen Alpenvorland der Schweiz lassen sich hohe TM-Zuwächse auf Weideflächen erzielen. Thomet et al. (2011) ermittelten Anfang Mai Zuwächse von bis zu 85 kg TM/ha und Tag und im Sommer (Juli bis Anfang September) konnten noch immer TM-Zuwächse von um 70 kg TM/ha und Tag festgestellt werden. Wobei in einzelnen Jahren im Schweizer Mittelland auch TM-Zuwächse von knapp über 120 kg TM/ha und Tag bereits Mitte bis Ende April erzielt wurden (Thomet et al., 2007). In weiterer Folge haben auch die Tierbesätze auf der Fläche und damit die Weideintensität Auswirkungen auf die TM-Zuwächse. So konnten in einem Weideversuch in Mittel-Deutschland sowohl bei einem hohen Tierbesatz (3,1 GVE/ha mit Zielaufwuchshöhe 6 cm) und niedrigem Tierbesatz (1,8 GVE/ha mit Zielaufwuchshöhe 12 cm) im Frühling TM-Zuwächse von 100-120 kg TM/ha und Tag gemessen werden (Şahin Demirbağ et al., 2009). Diese sanken folgend stark bis auf 20 kg TM/ha und Tag bei der Variante mit niedrigem Tierbesatz ab. Im Gegensatz dazu konnten in der Variante mit dem hohen Tierbesatz teilweise doppelt so hohe TM-Zuwächse noch erreicht werden. Şahin Demirbağ et al. (2009) führen dies darauf zurück, dass auf der intensiver genutzten Kurzrasenweide mehr junge Pflanzen vorhanden waren, die dadurch eine höhere Photosyntheserate aufwiesen.

Ein weiterer Faktor, der die geringeren TM-Zuwächse im Frühling in den Varianten **KU** und **KO** erklären kann, ist die Wasserversorgung über die Niederschläge. Während der gesamten Versuchszeit (2014-2016) wurden in den beiden Monaten März und April, im Vergleich zum langjährigen Mittel (März 82 l und April 57 l), in fast allen Jahren unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen gemessen. Die Pflanzen des Grünlandes zählen zu den wasserbedürftigen Kulturen, welche bei auftretendem Trockenheitsstress unmittelbar mit einem eingeschränkten Wachstum reagieren (Durand et al., 1995). Dauert die Trockenperiode über einen längeren Zeitraum an, hat dies auch einen reduzierenden Effekt auf die jährlich gebildete oberirdische Biomasse (Hoover und Rogers, 2016). Hoover et al. (2014) stellten in Versuchen mit künstlich erzeugten Trockenzeiten (Reduktion der Jahresniederschlagsmenge um 66 %) eine Verringerung in der jährlichen Netto-Biomasseproduktion von 20-60 % fest. Dabei reagierte die Gruppe der Kräuter mit einer mengenmäßigen Reduktion von 76 % stärker als die Gruppe der Gräser, deren Rückgang bei 45 % lag. Betrachtet man die jeweiligen TM-Zuwachskurven der vorliegenden Versuche in den unterschiedlichen Versuchsjahren, dann sind deutliche Verlaufsunterschiede feststellbar und es zeigt sich auch ein Zusammenhang mit der jeweiligen Niederschlagsmenge. Dies deckt sich auch mit der Untersuchung von Grace et al. (2018), wo sich in jedem Versuchsjahr differenzierte TM-Zuwachskurvenverläufe zeigten. Lagen die Zuwächse im Versuchsjahr 2015 Mitte Mai beim *Lolium perenne* Reinbestand noch bei 60 kg TM/ha und Tag so reagierten diese auf die niedrigen Niederschläge im Juni mit einem starken Rückgang der Zuwächse auf etwa 20 kg TM/ha und Tag.

Wie Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen und auch der Literatur zeigen, muss bei Kurzrasenweidehaltung daher im Vergleich zum Koppelsystem mit stärkeren Differenzen zwischen den TM-Zuwachskurven unterschiedlicher Jahre gerechnet werden (Grace et al., 2018, Thomet et al., 2007). Bei Kurzrasenweide wird der Pflanzenbestand häufiger verbissen und somit ist auch die mittlere Aufwuchshöhe geringer. Dies kann sich oberirdisch auf die Bodenbeschattung und im Wurzelbereich auf die Wurzelbildung auswirken. Pereyra et al. (2017) konnten diesbezüglich in ihrer Untersuchung klare Effekte bei unterschiedlich intensiv beweideten Weideparzellen ermitteln. So war an Weidestellen mit einem hohen Tierbesatz (niedrige Bestandeshöhe) eine geringere Wurzeldichte in den oberen 10 cm Boden als bei extensiv beweideten Bereichen (höhere Bestandeshöhe) feststellbar. Ebenfalls zeigten sich Effekte bei der Evapotranspiration. Diese war in den Bereichen mit hohen Tierbesätzen (niedrige Bestandeshöhe) höher als in den extensiv beweideten (höhere Bestandeshöhe) Stellen. Vergleichbare Effekte auf das Wurzelsystem wurden auch von Starz et al. (2013) festgestellt.

Im Vergleich zu den in Weidegunstregionen erzielbaren Jahreserträgen liegen die in dem vorliegenden Versuch ermittelten Jahreserträge in den Weidevarianten **KU** und **KO** auf niedrigerem Niveau. So stellten Macdonald et al. (2008) auf einem neuseeländischen Versuchsstandort und einem mit *Lolium perenne* und *Trifolium repens* dominierten Weidebestand einen etwa doppelt so hohen Jahresertrag von 18.048 bis 20.394 kg TM/ha fest. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse müssen dazu jedenfalls die Klima- und Düngungsbedingungen berücksichtigt werden. Der neuseeländische Versuchsstandort wies eine nahezu 12-monatige Vegetationsperiode auf und es wurden hier zusätzlich zu den tierischen Ausscheidungen noch 200 kg N/ha und Jahr mineralisch ergänzend gedüngt. Darüber hinaus müssen methodische Unterschiede bei der Ertragsfeststellung bedacht werden. Macdonald et al. (2008) ernteten in ihrer Arbeit die gesamte oberirdische Biomasse. Die Autoren gaben jedoch auch zusätzlich die Erträge an verzehrtem Weidefutter an, diese Koppelweideerträge lagen zwischen 12.098 bis 20.394 kg TM/ha und Jahr. Auch im klimatisch begünstigten Irland lassen sich sehr hohe Erträge auf Weideflächen erreichen. Ganche et al. (2015) erzielten auf einem *Lolium perenne* dominierten Bestand bei Koppelweidenutzung (Schnitthöhe der Futterproben bei 2,7-3,5 cm) einen Jahresertrag von 13.560 bis 16.300 kg TM/ha und Jahr. Auch hier muss das hohe mineralische N-Düngungsniveau von 250 kg N/ha und Jahr bei der Interpretation mitberücksichtigt werden. Eine neuere irische Untersuchung stellte in einem rein aus

Lolium perenne bestehenden Weidebestand eine Jahresertrag von 9.891 kg TM/ha fest (Grace et al., 2018). Obwohl dieser eingesäte Bestand mit 163 kg N/ha und Jahr mineralischen N versorgt wurde, waren die Erträge des von Schafen nach dem System der Koppelweide tatsächlich genutzten Bestandes faktisch ident mit den Jahreserträgen der Varianten **KU** und **KO** im vorliegenden Versuch. Grace et al. (2018) säten in ihrer Weideuntersuchung auch noch weitere Mischungen für die Beweidung an und stellten für jene aus *Lolium perenne* (70 %) und *Trifolium repens* (30 %) einen Ertrag von 9.120 kg TM/ha und Jahr fest. Eine weitere Saatgutmischung setzte sich aus sechs unterschiedlichen Gras- und Krautarten zusammen und erreichte mit 10.329 kg TM/ha und Jahr die signifikant höchsten Mengenerträge in dieser Studie. Diese speziell zusammengestellte Mischung setzte sich aus aktuellen Zuchtsorten von *Lolium perenne* (28 %), *Phleum pratense* (28 %), *Trifolium repens* (18 %), *Trifolium pratense* (18 %), *Plantago lanceolata* (5 %) und *Cichorium intybus* (5 %) zusammen. Dieses Ergebnis weist auch auf die Bedeutung passender Arten und Sorten hinsichtlich Ertragsbildung, -stabilität und -sicherheit hin. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in anderen Studien festgestellt (Sanderson et al., 2007, Skinner et al., 2006, Tilman et al., 2001).

Studien, die in der Schweiz unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft durchgeführt wurden, lieferten hinsichtlich der Weideerträge ein differenziertes Bild. So zeigten sich bei Koppelweiden auf einer Höhenlage von 800-900 m Jahreserträge zwischen 6.276 und 8.439 kg TM/ha (Schori, 2009). In einem zweiten Versuch, im klimatisch begünstigten Schweizer Alpenvorland auf knapp über 400 m Seehöhe, stellten Käch et al. (2014) in den Jahren nach der Umstellung auf Biologische Wirtschaftsweise von 2012-2013 im Mittel 10.880 kg TM/ha und Jahr fest. Als Weideform wurde hier ein intensives Koppelsystem, entsprechend den Vorgaben der Lincoln University Dairy Farm (LUDF), angewandt. Dabei erfolgt eine hochfrequente und nur sehr kurzzeitige die Beweidung, wobei auf geringe Futtermittelverluste besonderer Wert gelegt wird.

Was die Unterschiede zwischen den beiden Weidenutzungsformen Koppel- und Kurzrasenweide betrifft, so zeigen verschiedene Studien bei ausgeglichener Wasserversorgung nur einen geringen bis keinen Effekt auf den TM-Jahresertrag (Hofstetter et al., 2014, Käch et al., 2014, Kanneganti und Kaffka, 1995, Macdonald et al., 2008, Steinberger und Spiekers, 2014). Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung. Wie bereits oben diskutiert, muss jedoch in trockenen Jahren bzw. auf trockenheitsgefährdeten Standorten bei Kurzrasenweide mit stärker schwankenden bzw. eingeschränkten Erträgen während der Weideperiode gerechnet werden.

Die beiden beweideten Varianten (**KU** und **KO**) zeigten einen signifikanten Anstieg der XP-Gehalte während der Weideperiode. In Variante **KU** stiegen die XP-Gehalte von 186 g/kg TM im Frühling bis auf 238 g/kg TM im Spätsommer bzw. 226 g/kg TM im Herbst an. Variante **KO** zeigte, auf einem etwas niedrigeren Niveau, dasselbe Bild und die XP-Gehalte stiegen ebenfalls signifikant von 163 g/kg TM im Frühling bis auf 215 g/kg TM im Herbst an. In einer Studie von Kennedy et al. (2007) wurde Mitte Mai bei einer Eintriebshöhe von 14-15 cmRPM in die Koppel ein XP-Gehalt von 229 g/kg TM und bei einer Eintriebshöhe von 18-19 cmRPM ein Gehalt von 188 g/kg TM ermittelt. Bei der nächsten Messperiode Ende Juni wurden die Milchkühe dann in beiden Gruppen bei einer einheitlichen Aufwuchshöhe von 12-14 cmRPM aufgetrieben, wobei hier kein Unterschied im XP-Gehalt mehr feststellbar war. Jedoch waren die Gehalte mit 250 g/kg TM höher als gut einen Monat zuvor. Auch Hofstetter et al. (2014) stellten bei der Beprobung einer Kurzrasenweide im klimatisch begünstigten Raum des Schweizer Alpenvorlandes eine Zunahme des XP-Gehaltes während der Weideperiode fest. Im April wurden 258 g/kg TM gemessen und im Sommer (August) stiegen die Gehalte auf 279 g/kg TM an. Auf einem klimatisch weniger günstigen Schweizer Standort lagen die XP-Gehalte bei einer mittleren Aufwuchshöhe von 15 cm_{RPM} im Juni bei 148-172 g/kg TM, stiegen dann bis zum August hin auf 164-179 g/kg TM an (Schori und Münger, 2014). Isselstein et al. (2007) ermittelte auf mehreren ungedüngten Dauerweiden in Europa (UK, DE, FR und IT) niedrige XP-Gehalte. Diese lagen im Mittel des dreijährigen Versuches bei 122-154 g/

kg TM. Grace et al. (2018) ermittelten in ihrer Untersuchung bei einem Reinbestand aus *Lolium perenne* eine Zunahme der XP-Gehalte von 184 (Frühling) über 172 (Sommer) bis auf 214 g/kg TM (Herbst). Dagegen reagierte eine sechs Arten-Mischung (Zusammensetzung siehe oben unter Kapitel 7.3) mit einem leichten Rückgang der XP-Gehalte im Sommer. Wurden im Frühling noch 198 g XP/kg TM ermittelt, sanken diese im Sommer auf 176 g XP/kg TM ab, bevor sie im Herbst wieder über den Gehalt des Weidefutters vom Frühling auf 217 g XP/kg TM anstiegen. Diese Beobachtung von Grace et al. (2018) wurde auch bei Variante **KO** in einzelnen Jahren während der Sommermonate gemessen. Darüber hinaus lässt sich feststellen, dass einige Studien deutliche höhere XP-Gehalte als in der vorliegenden Untersuchung ermittelten (Ganche et al., 2015, Hofstetter et al., 2014, Kennedy et al., 2006, Kennedy et al., 2007). Eine mögliche Erklärung für diese hohen XP-Gehalte könnte im Management der Versuche sowie in der methodischen Ermittlung des XP-Gehaltes liegen. Grundsätzlich ist es der Klee im Dauergrünland, der für ein Mehr an bereitgestelltem Protein im Futter verantwortlich ist (Sanderson, 2010). In den beschriebenen Studien (Ganche et al., 2015, Hofstetter et al., 2014, Kennedy et al., 2006, Kennedy et al., 2007) waren die Bestände sehr Gräser dominiert, wurden aber auch mit 166-250 kg N/ha und Jahr mineralisch (zusätzlich zu den tierischen Ausscheidungen) gedüngt. Die methodische Ermittlung des XP erfolgt üblicherweise zuerst als Ermittlung des Gesamt-N in der Futterprobe und aus diesem Wert wird mit der Multiplikation des Faktors 6,25 der XP-Gehalt errechnet (ALVA, 1983). In einer Untersuchung von Thomet et al. (2007) wurden Weideflächen zusätzlich mit mineralischem N gedüngt und in den analysierten Futterproben konnten höhere Nitrat-Gehalte als in den nicht gedüngten Varianten bestimmt werden. Darin dürfte auch eine Erklärung für die hohen XP-Gehalte und XP-Erträge in den oben beschriebenen Studien liegen.

Die durchschnittlichen Energiegehalte der Variante **KU** lagen signifikant über denen der Variante **KO**. In Variante **KU** konnten 6,55 MJ NEL/kg TM und in Varianten **KO** 6,45 MJ NEL /kg TM ermittelt werden. Beim Verlauf der Energiegehalte in der Vegetationsperiode zeigte sowohl Variante **KU** als auch **KO** einen nahezu identen Verlauf. Im neuseeländischen Klimagebiet ermittelten Macdonald et al. (2008) durchschnittliche Energiedichten im Futter der Koppelweide von 11,0-11,4 MJ ME/kg TM. Variante **KU** lagen hier mit 10,8 MJ ME/kg TM sowie Variante **KO** mit 10,7 MJ ME/kg TM leicht darunter. Deutlich höhere Energiegehalte wurden in einer britischen Untersuchung auf einem *Lolium perenne* dominiertem Weidebestand ermittelt. Pulido und Leaver (2003) nahmen in ihrer Untersuchung Proben direkt von der beweideten Fläche. Sie versuchten dabei jene Weidebereiche zu ernten, wie sie auch von den Tieren abgefressen wurden. Diese als Hand gepflückte bezeichneten Proben erreichten Energiekonzentrationen von 12,3 MJ ME/kg TM. Dabei zeigte das Weidesystem Kurzrasen- oder Koppelweide keinerlei Unterschiede. Im Rahmen der Untersuchung von Pulido und Leaver (2003) wurden aber auch Schnittpflanzen von den beiden Weidesystemen genommen, die etwas niedrigere Gehalte von 11,8 MJ ME/kg TM aufwiesen. Daraus lässt sich schließen, dass die Ergebnisse des vorliegenden Versuches ebenfalls leicht unter denen der von Tieren tatsächlich aufgenommenen Qualitäten liegen.

Einen ähnlichen Verlauf der Energiegehalte, wie in Variante **KU**, wurde auch bei Thomet und Hadorn (1996) in ihrer Untersuchung auf acht Schweizer Betrieben festgestellt. Im Mittel aller Standorte wurden bei der Nutzung als Kurzrasenweide im Frühling Energiegehalte von unter 7 MJ NEL/kg TM erreicht. Bis zum Mai sanken diese auf knapp unter 6,5 MJ NEL/kg TM bevor sie dann Mitte Juli wieder auf über 6,5 MJ NEL/kg TM anstiegen. In einem ebenfalls in der Schweiz durchgeführten Versuch wurden auf biologisch bewirtschafteten Koppelweideflächen im Juni und August Energiegehalte von jeweils 6,0 MJ NEL/kg TM gemessen (Schori und Münger, 2014). Der Abfall der Energie während des Sommers lässt sich als Folge der Entwicklung der Fasergehalte im Weidefutter interpretieren. Für die Kalkulation der Energiegehalte stellen entweder die XF oder die NDF einen entscheidenden Faktor dar. Daher sind die gegengleichen Verläufe von Faser- und Energiegehalten nahezu eine logische Konsequenz.

Schlussfolgerungen

Abschließend lässt sich schlussfolgern, dass die Weidehaltung im Klima des Ostalpenraumes und unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft ein leistungsfähiges System zur Nutzung des Dauergrünlandes darstellt. Die Weide fügt sich optimal in den Betriebskreislauf am Bio-Betrieb ein und stellt gleichzeitig ein wichtiges Bindeglied zu den Konsumentinnen und Konsumenten dar. Diese tiergerechte Haltungsform entspricht in hohem Maße den Vorstellungen der Gesellschaft. Weidehaltung ist weniger eine Herausforderung, sondern viel mehr eine Chance für den nachhaltigen Erhalt der Betriebe und des Dauergrünlandes. Eine optimal umgesetzte Weide trägt zur ökonomischen Absicherung von Betrieben bei, da sie das preiswerteste Grundfutter zur Verfügung stellt und geringere externe Kosten verursacht als die Hochleistungsstrategie. Ökonomisch überlebensfähige Betriebe garantieren auch eine nachhaltige Bewirtschaftung des alpinen Dauergrünlandes. Dazu zählt auch der Erhalt von extensiven und artenreichen Beständen, die auf eine arttypische Bewirtschaftung angewiesen sind.

Ausblickend lässt sich festhalten, dass für den Erfolg einer ertragreichen Weide weniger die Frage des Weidesystems (Kurzrasen- oder Koppelweide) als vielmehr das Management (Weideplanung, Nachsaat, Düngung und Weidepflege) entscheidend ist. Dabei muss der regelmäßigen Kontrolle der Aufwuchshöhe ganz besonderes Augenmerk geschenkt werden. Die wöchentliche Messung der Wuchshöhe mittels dafür vorgesehener Hilfsmittel macht es möglich, Tierbesätze und Trockenmasse-Zuwächse aufeinander abzustimmen. Nur über diese nicht invasive Ertragsfeststellung lässt sich das Weidefutter optimal über die Wiederkäuer verwerten und macht darüber hinaus eine optimale Planung der Kurzrasen- und Koppelweide erst möglich.

Das Dauergrünland der Ostalpen ist eine vom Menschen geschaffene Kulturlandschaft, für die die Weidenutzung immer schon zentral war. Nur wenn die Bewirtschaftung in Form einer abgestuften Grünlandnutzung umgesetzt wird, lässt sich die Multifunktionalität des Dauergrünlandes als Futtergrundlage und Naturraum erhalten. Die Weide muss hier wieder mehr in den Mittelpunkt rücken und das Wissen, wie dieses System in der modernen Nutzung optimal umgesetzt werden kann, weiterverbreitet werden.

Eine detaillierte und umfassendere Darstellung der hier beschriebenen Ergebnisse finden sich in folgender Dissertationsschrift:

Starz, W. (2020): Weidehaltung von Rindern im alpinen Raum Österreichs – eine moderne und innovative Betriebsstrategie, Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien, 195 S.

Literaturverzeichnis

ALVA (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Journal (Issue).

Berone, G.D.; Lattanzi, F.A.; Agnusdei, M.G. und Bertolotti, N. (2008): Growth of individual tillers and tillering rate of *Lolium perenne* and *Bromus stamineus* subjected to two defoliation frequencies in winter in Argentina. Grass and Forage Science 63 (4), 504-512.

Brock, J.L. (1988): Evaluation of New Zealand bred white clover cultivars under rotational grazing and set stocking with sheep. Proceedings of the New Zealand Grassland Association, New Zealand Grassland Association., 203-206 S.

Bryan, W.B.; Prigge, E.C.; Lasat, M.; Pasha, T.; Flaherty, D.J. und Lozier, J. (2000): Productivity of Kentucky Bluegrass Pasture Grazed at Three Heights and Two Intensities

Published as West Virginia Agric. and Forestry Exp. Stn. Sci. Paper no. 2694. Agronomy Journal 92 (1), 30-35.

Curll, M.L. und Wilkins, R.J. (1982): Frequency and severity of defoliation of grass and clover by sheep at different stocking rates. Grass and Forage Science 37 (4), 291-297.

Davies, A. (2001): Competition between Grasses and Legumes in Established Pastures. In Tow und Lazenby (Eds.): Competition and succession in pastures, CABI, 63-83.

Durand, J.-L.; Onillon, B.; Schnyder, H. und Rademacher, I. (1995): Drought effects on cellular and spatial parameters of leaf growth in tall fescue. Journal of Experimental Botany 46 (9), 1147-1155.

Froud-Williams, R.J.; Hilton, J.R. und Dixon, J. (1986): Evidence for an endogenous cycle of dormancy in dry stored seeds of *Poa trivialis* L. New Phytologist 102 (1), 123-131.

Ganche, E.; O'Donovan, M.; Delaby, L.; Boland, T.M. und Kennedy, E. (2015): Does post-grazing sward height influence sward characteristics, seasonal herbage dry-matter production and herbage quality? Grass and Forage Science 70 (1), 130-143.

GfE (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen, 7, Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 141-150.

Glasse, C.B. (2011): Summer pasture yield variation in a central Waikato location from 1979 to 2010: implications for pasture persistence. Journal 15 (Issue), 15-20.

Grace, C.; Boland, T.M.; Sheridan, H.; Lott, S.; Brennan, E.; Fritch, R. und Lynch, M.B. (2018): The effect of increasing pasture species on herbage production, chemical composition and utilization under intensive sheep grazing. Grass and Forage Science 73 (4), 852-864.

Hilton, J.R.; Froud-Williams, R.J. und Dixon, J. (1984): A relationship between phytochrome photoequilibrium and germination of seeds of *Poa trivialis* L. from contrasting habitats. New Phytologist 97 (3), 375-379.

Hofgaard, I.S.; Wanner, L.A.; Hageskal, G.; Henriksen, B.; Klemsdal, S.S. und Tronsmo, A.M. (2006): Isolates of *Microdochium nivale* and *M. majus* Differentiated by Pathogenicity on Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) and in vitro Growth at Low Temperature. Journal of Phytopathology 154 (5), 267-274.

Hofstetter, P.; Frey, H.J.; Gazzarin, C.; Wyss, U. und Kunz, P. (2014): Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. The Journal of Agricultural Science 152 (6), 994-1011.

Hoover, D.L. und Rogers, B.M. (2016): Not all droughts are created equal: the impacts of interannual drought pattern and magnitude on grassland carbon cycling. Global Change Biology 22 (5), 1809-1820.

Hoover, D.L.; Knapp, A.K. und Smith, M.D. (2014): Resistance and resilience of a grassland ecosystem to climate extremes. Ecology 95 (9), 2646-2656.

Huguenin-Elie, O.; Stutz, C.J.; Lüscher, A. und Gago, R. (2006): Wiesenverbesserung durch Übersaat. Agrarforschung 13 (10), 424-429.

Isselstein, J.; Griffith, B.A.; Pradel, P. und Venerus, S. (2007): Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 1. Nutritive value of herbage and livestock performance. *Grass and Forage Science* 62 (2), 145-158.

Käch, S.; Pitt, J. und Eastes, D. (2014): Professionelles Umtriebsweidesystem für Milchkühe. *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion, Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Band 16, 21.-22.08.2014, 91-97.*

Kanneganti, V.R. und Kaffka, S.R. (1995): Forage availability from a temperate pasture managed with intensive rotational grazing. *Grass and Forage Science* 50 (1), 55-62.

Kennedy, E.; O'Donovan, M.; Murphy, J.P.; O'Mara, F.P. und Delaby, L. (2006): The effect of initial spring grazing date and subsequent stocking rate on the grazing management, grass dry matter intake and milk production of dairy cows in summer. *Grass and Forage Science* 61 (4), 375-384.

Kennedy, E.; O'Donovan, M.; Murphy, J.P.; Delaby, L. und O'Mara, F.P. (2007): Effect of Spring Grazing Date and Stocking Rate on Sward Characteristics and Dairy Cow Production During Midlactation. *Journal of dairy science* 90 (4), 2035-2046.

Lehmann, J. (1995): Wie lässt sich das Wiesenrispengras fördern? *Agrarforschung* 2 (2), 53-56.

Macdonald, K.A.; Penno, J.W.; Lancaster, J.A.S. und Roche, J.R. (2008): Effect of Stocking Rate on Pasture Production, Milk Production, and Reproduction of Dairy Cows in Pasture-Based Systems. *Journal of dairy science* 91 (5), 2151-2163.

Mühlberg, H. (1965): Wuchsformenstudien in der Familie Poaceae Die Wuchsformen der mitteldeutschen Poa-Arten. *Feddes Repertorium* 71 (1-3), 188-217.

Pereyra, D.A.; Bucci, S.J.; Arias, N.S.; Ciano, N.; Cristiano, P.M.; Goldstein, G. und Scholz, F.G. (2017): Grazing increases evapotranspiration without the cost of lowering soil water storages in arid ecosystems. *Ecohydrology* 10 (6), e1850.

Perotti, E.; Probo, M.; Pittarello, M.; Lonati, M.; Lombardi, G. und Hölzel, N. (2018): A 5-year rotational grazing changes the botanical composition of sub-alpine and alpine grasslands. *Applied Vegetation Science* 21 (4), 647-657.

Pulido, R.G. und Leaver, J.D. (2003): Continuous and rotational grazing of dairy cows – the interactions of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Science* 58 (3), 265-275.

Ryser, P. und Urbas, P. (2000): Ecological significance of leaf life span among Central European grass species. *Oikos* 91 (1), 41-50.

Şahin Demirbağ, N.; Röver, K.-U.; Wrage, N.; Hofmann, M. und Isselstein, J. (2009): Herbage growth rates on heterogeneous swards as influenced by sward-height classes. *Grass and Forage Science* 64 (1), 12-18.

- Sanderson, M.** (2010): Nutritive Value and Herbage Accumulation Rates of Pastures Sown to Grass, Legume, and Chicory Mixtures. *Agronomy Journal* 102 (2), 728-733.
- Sanderson, M.A.; Goslee, S.C.; Soder, K.J.; Skinner, R.H.; Tracy, B.F. und Deak, A.** (2007): Plant species diversity, ecosystem function, and pasture Management - A perspective. *Canadian Journal of Plant Science* 87 (3), 479-487.
- Schaumberger, A.** (2011): Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. Technische Universität Graz, Institut für Geoinformation, 292 S.
- Schechtner, G.** (1958): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentsschätzung“. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 105 (1), 33-43.
- Schleip, I.; Lattanzi, F.A. und Schnyder, H.** (2013): Common leaf life span of co-dominant species in a continuously grazed temperate pasture. *Basic and Applied Ecology* 14 (1), 54-63.
- Schneider, S. und Bellof, G.** (2009): Zum energetischen Futterwert von Grünaufwuchs für die Rinderfütterung von der Kurzrasenweide. Internationale Weidetagung 2009 „Vollweidehaltung – Umsetzung in der Praxis mit begleitender Beratung“, Grub, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 28.-29.04.2009, 9-13.
- Schnyder, H.** (2006): Physiologische und morphologische Grundalgen zum Regenerationsvermögen der Gräser. In Haber et al. (Eds.): *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*, Band 31 - Gräser und Grasland: Biologie-Nutzung-Entwicklung, 31, Bayerische Akademie der Wissenschaften, München, 39-46.
- Schori, F.** (2009): Weidebesatzstärken: Auswirkung auf Milchleistung und Grasqualität. *Agrarforschung* 16 (11-12), 436-441.
- Schori, F. und Münger, A.** (2014): Intake, feed conversion efficiency and grazing behaviour of two Holstein cow strains in a pasture-based production system under organic farming in Switzerland. *Organic Agriculture*, 1-12.
- Skinner, R.H.; Sanderson, M.A.; Tracy, B.F. und Dell, C.J.** (2006): Above- and Below-ground Productivity and Soil Carbon Dynamics of Pasture Mixtures Mention of trade names or commercial products in this publication is solely for the purpose of providing specific information and does not imply recommendation or endorsement by the USDA. *Agronomy Journal* 98 (2), 320-326.
- Starz, W.; Kreuzer, J.; Steinwider, A.; Pfister, R. und Rohrer, H.** (2013): Ernte- und Qualitätserträge einer simulierten Kurzrasen- und Koppelweide bei trockenheitsgefährdetem Dauergrünland. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung - Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Verlag Dr. Köster, 05.-08.03.2013, 176-179.
- Steinberger, S. und Spiekers, H.** (2014): Weidebasierte Milchproduktion in Bayern. Grasland- und weidebasierte Milchproduktion, Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 16, 102-106.

Steinwider, A. und Starz, W. (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen, Leopold Stocker Verlag, Graz.

Stejskalová, M.; Hejzmanová, P.; Pavlů, V. und Hejzman, M. (2013): Grazing behavior and performance of beef cattle as a function of sward structure and herbage quality under rotational and continuous stocking on species-rich upland pasture. *Animal Science Journal* 84 (8), 622-629.

Suter, D.; Briner, H.-U.; Mosimann, E. und Stévenin, L. (2002): Wiesenrispengras Pegasus: neue Sorte mit Bestnoten. *Agrarforschung* 9 (9), 376-379.

Thomet, P. und Hadorn, M. (1996): Futterangebot und Milchproduktion auf Kurzrasenweiden. *Agrarforschung* 3 (10), 505-508.

Thomet, P.; Hadorn, M.; Troxler, J. und Koch, B. (2000): Entwicklung von Raigras/Weissklee-Mischungen bei Kurzrasenweide. *Agrarforschung* 7 (5), 218-223.

Thomet, P.; Stettler, M.; Hadorn, M. und Mosimann, E. (2007): N-Düngung zur Lenkung des Futterangebotes von Weiden. *Agrarforschung* 14 (10), 472-477.

Thomet, P.; Cutullic, E.; Bisig, W.; Wuest, C.; Elsaesser, M.; Steinberger, S. und Steinwider, A. (2011): Merits of full grazing systems as a sustainable and efficient milk production strategy. Grassland farming and land management systems in mountainous regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, Gumpenstein, Austria, 29th-31st August, 2011, Agricultural Research and Education Center (AREC) Raumberg-Gumpenstein, 273-285 S.

Tilman, D.; Reich, P.B.; Knops, J.; Wedin, D.; Mielke, T. und Lehman, C. (2001): Diversity and Productivity in a Long-Term Grassland Experiment. *Science* 294 (5543), 843-845.

Van Soest, P.J. (1994): Nutritional ecology of the ruminant, Cornell University Press, Ithaca.

Wilkins, P.W. und Humphreys, M.O. (2003): Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. *The Journal of Agricultural Science* 140 (2), 129-150.

Nachhaltig Bio-Silomais anbauen und einsetzen! Empfehlungen zum Pflanzenbau, zur Ernte und Konservierung sowie Fütterung

Daniel Lehner^{1*}, Reinhard Resch², Karl Wurm³ und Andreas
Steinwider¹

Zusammenfassung

Ein nachhaltiger Bio-Silomaisanbau berücksichtigt die Standortbedingungen, setzt auf vielfältige Fruchtfolgen, verhindert Erosion, schont den Boden und das Bodenleben von der Saatbeet-Vorbereitung bis zur Silierung. Es werden die Praxisregeln für die Konservierung, Lagerung und Entnahme eingehalten. In der Fütterung wird auf vielfältige grünlandbetonte und wiederkäuergerechte Rationen gesetzt. In der ÖAG-Info 5/2020 sind die aktuellen Empfehlungen und Tipps dazu in einer 20-seitigen Broschüre zusammen, diese kann zum Selbstkostenpreis bei der ÖAG (E-Mail: office@gruenland-viehwirtschaft.at, www.gruenland-viehwirtschaft.at) bestellt werden.

Schlagwörter: Biologisch, Mais, Maissilage, Anbau, Konservierung, Rationsgestaltung, Rinder

Empfehlungen zum Pflanzenbau

In den letzten Jahren hat der Maisanbau auch auf Bio-Betrieben zugenommen. Eine Ursache dafür ist die höhere Ertragssicherheit bei trockenen Witterungsbedingungen. Darüber hinaus liefern gut silierte Maispflanzen ein sehr schmackhaftes Grundfutter. Silomais zeichnet sich durch eine gute Ergänzungswirkung bei Grünlandrationen aus, wodurch die Futtermittelaufnahme gesteigert und der Kraftfüttereinsatz reduziert werden kann. Maispflanzen liefern bei geeigneten Anbaubedingungen hohe Flächenerträge mit entsprechend hohen Energiegehalten. Durch die Saatgutzüchter wurden bereits gut an die veränderten klimatischen Bedingungen angepassten Sorten auf den Markt gebracht. Am Bio-Betrieb sind jedoch beim Maisanbau die besonderen Bio-Voraussetzungen, -Ziele und -Vorgaben zu berücksichtigen. Es muss ein bodenschonender Anbau gelingen, das Futter muss optimal konserviert werden und die Gesamtration muss in der Fütterung bestmöglich abgestimmt werden.

Ertragsstarke C4 Pflanze

Der Großteil der in der Landwirtschaft kultivierten Nutzpflanzen lässt sich den sogenannten C₃ Pflanzen zuordnen. Beispielsweise sind sämtliche Getreidearten dieser Kategorie unterzuordnen. Dies trifft ebenso auf viele der zu Fütterungszwecken angebauten Kulturen zu. Jedoch gibt es speziell bei den Gräsern Vertreter, welche sowohl C₃ als auch C₄ Stoffwechsel betreiben. Da sowohl Getreide als auch Mais botanisch zur Familie der Süßgräser gezählt werden, ergibt sich hiermit schon ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal. Die Unterschiede liegen dabei in der Art und Weise des durchgeführten Stoffwechsels. Da Pflanzen bei der CO₂-Aufnahme zwangsläufig Wasserverluste durch Transpiration verzeichnen, hat die Evolution einen Ausweg in Form der C₄

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Traufenfels 15, A-8951 Stainach-Pürgg

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

³ Landwirtschaftskammer Steiermark, Hammerlinggasse 3, A-8010 Graz

* Ansprechpartner: DI Daniel Lehner, email: daniel.lehner@raumberg-gumpenstein.at

Photosynthese gefunden. Hierbei wird dem Calvin-Zyklus – einem wesentlichen Ablauf des Stoffwechsels – zusätzlich zu den C_3 Pflanzen eine zeitlich- und räumlich getrennte CO_2 Fixierung vorgeschaltet. Diese Tatsache ermöglicht C_4 Pflanzen eine höhere Photosyntheserate, was sich besonders bei Wassermangel durch eine Verengung der Spaltöffnungen zeigt. Dies ermöglicht ihnen auch effizientes Wachstum unter wärmeren und trockeneren Bedingungen und damit mehr Trockenmasseproduktion. C_3 Pflanzen können diesen Nachteil nur durch längere Vegetationszeit ausgleichen. Kaum eine andere Pflanze als der Mais benötigt weniger Wasser zur Bildung von Trockenmasse und vor allem Energie. Botanisch sind die Unterschiede im Zellaufbau der Pflanzen sichtbar. Neben Mais sind auch Sorghum-Hirse (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) und Zuckerrohr wichtige Vertreter dieser Gruppe. Da C_4 Pflanzen warme Temperaturen bevorzugen, sind sie bis auf wenige Ausnahmen nicht frostbeständig. Gerade einige nicht erwünschte Unkräuter wie zum Beispiel Amaranth, Hühnerhirse etc. sind durch ihr Wesen als C_4 Pflanze besonders hartnäckig und unliebsam. In den letzten Jahrzehnten nahm die Anzahl der Vertreter dieser Pflanzengruppe beständig zu. Durch Verkehrswege zu Land und zu Wasser breiten sie sich weiter aus und so wandern auch vermehrt fremde Arten in unsere Flächen ein.

Abbildung 1: Mais erzielt als C_4 -Pflanzen eine hohe Photosyntheserate und er ist auch wassereffizient. Ein nachhaltiger Bio-Maisanbau ist jedoch anspruchsvoll.



Pflanzenbau

Im Vergleich zu anderen Kulturen im Bio-Bereich, wovon etliche auch extensiv geführt werden können, ist der Mais relativ anspruchsvoll. Besonders die hohen Nährstoff- und auch Vorfruchtansprüche, die Sorgfalt bei der Unkrautregulierung und nicht zuletzt mögliche, ungünstige Umweltwirkungen wie die Gefahr von Bodenerosion und erhöhte Bodenverdichtung unterscheiden ihn von anderen Kulturen. Ein wesentlicher Punkt ist darüber hinaus die Empfindlichkeit während der Jugendentwicklung.

Fruchtfolge

Grundsätzlich besteht bei Mais eine hohe Selbstverträglichkeit. Aus Gründen der Bio-



Abbildung 2: Kleegras als ideale Vorfrucht

Tabelle 1: Fruchtfolgebeispiele für Milchviehbetriebe

Jahr	Variante 1	Variante 2
1	Kleegras	Kleegras
2	Kleegras	Kleegras
3	Silomais	Silomais
4	Winterweizen (+Zwischenfrucht)	Winter-/Sommerweizen
5	Körnerleguminose	Körnerleguminose
6	Dinkel	Sommergetreide (Hafer/Gerste)
7	Sommergetreide (Hafer/Gerste)	

diversität, des Umweltschutzes, Vorgaben der Bioverbände sowie der Vermeidung von Krankheiten und Schädlingen (Maiswurzelbohrer, Maiszünsler) sollte in jedem Fall von Mais nach Mais abgesehen werden. Aufgrund seines hohen Stickstoffbedarfs stellt der Mais besondere Ansprüche an die Vorfrucht. Demzufolge sollte er seinen Platz gerade im biologischen Ackerbau nach einer Leguminose finden, idealerweise ist dies ein überjähriges Kleegras. Aber auch Ackerbohnen und eine folgende Zwischenfrucht in Form von Hülsenfrüchten kann bereits gute Dienste zur Nährstoffansammlung leisten und erleichtert die nachfolgende Unkrautregulierung. Steht Wirtschaftsdünger in ausreichender Menge zur Verfügung, spricht nichts gegen einen Anbau nach Getreide oder Hackfrüchten, wobei letzteren aus Sicht des Bodens humusmehrende Kulturen folgen sollten. Ein zu rascher Wechsel in der Fruchtfolge sollte einerseits nicht nur aus phytosanitärer Sicht zur Vermeidung der Krankheitsübertragung sowie Biodiversitätsminderung vermieden werden. Andererseits kann dies auch zur Konzentration unerwünschter Unkräuter führen. Daher ist maximal ein Fruchtfolgeanteil von 20 % sinnvoll. Da durch die Silierung eine relativ rasche Felldräumung erfolgt, ist in vielen Fällen ein Anbau von Wintergetreide noch gut möglich. Durch ansteigende Durchschnittstemperaturen und Züchtungserfolge ist diese Praxis heutzutage unproblematisch. Meist findet man sogar mit reduzierter Bodenbearbeitung in Form eines Grubbers das Auslangen, sodass Getreide trotzdem noch mit herkömmlichen Drillsämaschinen angebaut werden kann. Bei Getreide nach Mais besteht jedoch ein erhöhtes Risiko für Fusarium- und Mykotoxinbefall.

Geeignete Vorfrüchte: Leguminosen, mehrjähriges Klee gras, Wintergetreide, Hackfrüchte
Geeignete Nachfrüchte: Körnerleguminosen, Sommer- und Wintergetreide, (Hackfrüchte)

Vermeiden sollte man als direkte Vor- und Nachfrucht Sojabohne, da sie erstens nur in geringem Ausmaß Stickstoff hinterlässt und durch einen sehr ähnlichen Vegetationsverlauf die Etablierung von bestimmten Unkräutern fördern kann.

Boden/Bodenbearbeitung

Die Ansprüche von Mais an Bodenart- und Bodentyp sind relativ gering, hängen aber eng mit dem Klima zusammen. Ein pH-Wert zwischen 6,0–7,5 und regelmäßige Wasserversorgung sind ideal. Schwere Böden müssen eine gute Gare aufweisen, wogegen bei leichten Böden auf eine ausreichende Nährstoff- und Wasserversorgung zu achten ist. In Gebieten mit wärmerem und trockenerem Klima sind etwas schwerere Böden ideal, in kühleren Lagen aufgrund der schnelleren Erwärmung eher leichtere Böden. Aus Gründen der Fruchtfolge, Unkrautbekämpfung und Bodengare ist in vielen Fällen der Pflug das Mittel der Wahl. Nach Möglichkeit soll die Furche aber erst im Frühjahr gezogen werden, da eine möglichst lange Bodenbedeckung gegen Erosion, Nährstoffauswaschung und für das Bodenleben wesentlich günstiger sind. Hier empfiehlt sich ein Zeitraum nahe der Aussaat von 2–3 Wochen. Lediglich bei schweren Böden kann das Pflügen im Spätherbst sinnvoller sein, da sich über den Winter eine Frostgare einstellen kann. Eine stabile Bodengare kann aber nur dauerhaft durch Lebendverbauung in Zusammenarbeit von Pflanzen und Bodenleben durch die Fruchtfolge erreicht werden. Eine schnellere Bodenerwärmung sowie Nährstoffmineralisierung im Frühjahr sind weitere Vorteile des Pflugs. Durch Verbesserungen der Technik in den letzten Jahren ist auch Mulchsaat bereits in der Praxis gut einzusetzen. Einige Tage vor dem Anbau wird mit einer Saatbettkombination der Boden saattfertig gemacht. Je nach Unkrautdruck und Witterung, kann dieser Vorgang auch einmal wiederholt werden, um bereits auflaufende Unkräuter auszuschalten. Nur bei schweren Böden ist es zweckmäßig, eine Kreiselegge einzusetzen. Gerade aber im biologischen Anbau sollte ein gleichmäßig feines Saatbett ohne große Kluten bereitstehen, da diese bei nachfolgenden Unkrautbekämpfungen Schäden an den

Abbildung 3: Bodenschonende
Saatbeetvorbereitung
inklusive Düngereinarbeitung
mit Saatbettkombination



Jungpflanzen verursachen können. Im Idealzustand vermindert ein grobes Saatbett oberflächlich die Verdunstung und Erosion, sollte jedoch im Ablagehorizont des Korns einen gewissen Feinanteil aufweisen. Im Allgemeinen sind die Ansprüche des Maiskorns an die Feinheit des Saatbetts nicht so groß wie bei anderen Kulturen. Jedenfalls ist bei allen Bearbeitungsschritten ein möglichst bodenschonendes Überfahren zu wählen und die Anzahl der Fahrten gering zu halten. Geringes Eigengewicht und breite Bereifung der Zugmaschine sind dafür wichtige Voraussetzungen, ebenso wie gut abgetrockneter Boden. Als ideale Zusatzausrüstung ergänzt eine Reifendruckregelanlage bodenschonendes Arbeiten. Hier sind in jedem Fall Reifendrucke von unter 1 bar im Feld erforderlich.

Saatgut

Für Silomais sollten höhere Bestandesdichten als bei Körnermais (8–10 Korn/m²) angewendet werden. Anzustreben sind 9–11 keimfähige Körner pro m². Striegel- und Hackverluste rechtfertigen den Mehraufwand im Bioanbau. Die Vegetationsdauer bzw. der Erntezeitpunkt werden durch die Reifezahl (RZ) der Sorte bestimmt. Grundsätzlich unterteilt man in die Reifegruppen:

- Frühreifend (RZ 200–RZ 250)
- Mittelfrühreifend (RZ 270–RZ 300)
- Mittelspätreifend (RZ 320–RZ 350)
- Spätreifend (RZ 360–RZ 390)

Aktuelle Sorten mit entsprechenden Versuchsergebnissen aus dem Biologischen Anbau werden am besten aus dem Bionet-Frühjahrsanbau Ratgeber entnommen. Diese werden jährlich aktualisiert www.bio-net.at. Alle weiteren zugelassenen Sorten finden sich in der beschreibenden Sortenliste der AGES. Hier wird auch die Bio-Saatgutdatenbank geführt. Sie informiert über die aktuelle Verfügbarkeit und Menge von biologisch zertifiziertem Saatgut.

Anbau

Der Anbau erfolgt standardmäßig mit einer Einzelkornsämaschine (mechanisch/pneumatisch). Bei ausreichender Präzision kommen hier auch noch ältere Maschinen zum Einsatz, da Absauganlagen für Beizen im Biobereich keine Rolle spielen. Moderne Einzelkornsämaschinen verfügen über GPS-Schaltungen, um bei vieleckigen Feldstücken präzise und saatgutsparend Mais anzubauen. Weiters wurden in den letzten Jahren Sämaschinen verfügbar, welche sowohl zur Getreide- als auch Maisaussaat nutzbar sind. Wichtig ist in jedem Fall eine konstante Tiefenführung, Ablage in der Reihe und ein guter Bodenschluss durch richtige Rückverfestigung. Die frisch aufgelaufenen Maispflanzen haben in fast jedem Jahr mit ungünstigen Witterungsbedingungen wie niedrige Temperaturen, Stau-nässe oder Trockenheit zu kämpfen. Ebenso zeigt sich oft geringes Aufschlussvermögen von Stickstoff und Phosphor. Diese Widrigkeiten kommen im biologischen Landbau noch mehr zum Tragen und können ein Erfolgsrisiko darstellen. Besonders die nicht erlaubte Saatgutbehandlung macht es in manchen Jahren notwendig, den Anbau etwas später durchzuführen. Um Vogelfraß durch Tauben oder Krähen abzuwehren ist es zielführend, entsprechende Flugdrachen aufzustellen. Um einen Befall mit Saatenfliegen entgegenzuhalten, braucht es einen raschen Aufgang durch Saat bei warmer und nicht zu feuchter Witterung. Besonders in kühl-feuchten Frühjahren ist ein entsprechender Befall vermehrt aufgetreten. Da besonders in der Auflauf- und zeitigen Jugendphase eine nur geringe Kälteverträglichkeit besteht, kommt es oft zum Wachstumsstillstand. Grundsätzlich muss die Bodentemperatur mindestens 8 °C betragen, besser sind jedoch 10 °C. Daher empfiehlt es sich meist, den Anbau nicht vor der dritten April-Dekade zu planen. Unter geeigneten Umständen (Boden, Klima) ist es auch möglich, nach einer Schnittnutzung eines Feldfutterbestandes noch anzubauen. Diese Vorgangsweise ist aber bei knapper Wasserversorgung am Standort nicht ratsam. Ein späterer Anbautermin garantiert auch

einen schnelleren Aufgang, da sowohl die Maispflanzen gegenüber dem Unkraut einen Wachstumsvorteil haben, als auch die Gefahr von Pilzbefall vermindert wird. Die Saattiefe soll in Abhängigkeit des Bodentyps gewählt werden und liegt bei schweren Böden bei 3–4 cm und bei leichten Böden bei 5–6 cm. Bei leichteren Böden ist die Verfügbarkeit von Keimwasser wichtig, bei schweren soll eine rasche Erwärmbarkeit gewährleistet werden. Einen weiteren wichtigen Aspekt spielt die Ablagetiefe für das nachfolgende Blindstriegeln, sofern nicht bereits eine Unkrautregulierungsmaßnahme vor der Aussaat durchgeführt wurde. Die Reihenweite bewegt sich in einem Rahmen von 50–75 cm, wobei heute tendenziell höhere Abstände praxisüblich sind. Wichtiger jedoch ist die Wahl der Reihenweite in Abstimmung mit den nachfolgenden Hackgeräten zur Unkrautbekämpfung. Sehr sensibel reagiert er ebenfalls auf Staunässe. Stärkere Niederschläge in Verbindung mit schweren Böden, Bodenverdichtung und Bearbeitungsfehlern lassen unter Umständen das Wasser nicht rasch genug abfließen. Wenige Tage „unter Wasser“ reichen, und es kommt zum Totalausfall in den betroffenen Flächen.

Abbildung 4: Anbau mit moderner Einzelkornsämaschine und GPS-Funktion



Erosionsvorbeugung

Schutz gegen Erosion ist umso ausgeprägter, je mehr organisches Material den Boden bedeckt. Als Hackfruchtkultur ist Mais daher sehr anfällig für Bodenabtrag bei starken Niederschlägen und speziell nach der Saat auch für Winderosion. Daher sollten Steillagen für den Anbau grundsätzlich nicht in Betracht gezogen werden. Bei geneigten Flächen ist der Anbau unbedingt in Schichtlinie (quer zum Hang) durchzuführen. Somit kann ab dem Stadium der fortgeschrittenen Blattentwicklung wenigstens eine wesentliche Verminderung von Erosion bei Starkniederschlägen erreicht werden. Gut entwickeltes Bodenleben, speziell durch den Regenwurm hinterlässt viele Poren im Boden und es ist wichtig, durch möglichst durchgehende Begrünung über das ganze Jahr organisches Material als Futtergrundlage zu haben. Die Regenwurmgänge sorgen so für die Ableitung von Niederschlagwasser. Mulchsaat ist eine die Erosion wesentlich mindernde Anbauvariante im Vergleich zum klassischen Anbau. Eine weitere Möglichkeit bei anfälligen Flächen ist der streifenweise Anbau (Strip-Till). Hier wird entweder in einem Arbeitsgang bei leichten Böden bzw. abgefrorenen Zwischenfrüchten oder im abgesetzten Verfahren – bei schwereren Böden und in begrünzte Bestände – gearbeitet. Auf die Streifenfräse oder ein spezielles Streifenbearbeitungsgerät folgt dann der übliche Anbau. Spezialmaschinen ermöglichen sogar eine Güllegabe in diesem Verfahren, welche meist wenige Tage vor der Aussaat eingearbeitet wird. Um in diesen vorangelegten Streifen weitere Bearbeitungsschritte durchführen zu können, ist jedoch ein GPS-System notwendig. Eine ökologisch wertvolle Variante zur Erosionsvorbeugung ist die Durchführung einer

Untersaat bzw. der Misanbau mit anderen Kulturen.

Untersaat und Misanbau

Durch die vergleichsweise langsame Jugendentwicklung sowie der entsprechend großen Reihenabstände eignet sich Mais gut für Untersaaten. Auf Standorten mit reduzierter Wasserversorgung sollte wegen der Konkurrenzsituation zum Mais von Untersaat abgesehen werden. Eine Zwischenreihenbegrünung bietet Vorteile wie Erosionsvorbeugung, bessere Befahrbarkeit zur Ernte, Nutzung von Reststickstoff nach der Ernte und eventuell eine Beweidung. Als Nachteil ist in jedem Fall die Wasserkonkurrenz unter trockenen Bedingungen zu sehen, eine mögliche Nährstoffkonkurrenz und die höheren Kosten. Dabei ist das Zeitfenster einer Untersaat relativ eng, da zwischen Vor- und Nachteilen des Saattermins abgewogen werden muss. Eine zu frühe Einsaat birgt die Gefahr einer zu großen Konkurrenz gegenüber Mais, eine späte Einsaat hingegen leidet rasch unter Beschattung. Voraussetzung ist ein unkrautfreier Bestand beim Einsäen. Sollte eine Einsaat gleichzeitig mit dem Mais angedacht werden, muss hier unbedingt ein ca. 20 cm breiter Abstand zur Reihe gehalten werden, um den Auflauf der Maispflanzen nicht zu hindern. Besser ist es jedoch, beim zweiten Hackdurchgang direkt mit dem Sägerät einzusäen. Kleeegrasmischungen, reine Kleebestände oder beispielsweise auch Raygräser werden in einer Menge von 15–20 kg/ha eingesät. Es besteht auch die Möglichkeit, die Samen in die Gülle zu mixen und gemeinsam auszubringen. Bei Trockenheit ist dies als Keimvorteil zu sehen. Neben Untersaaten entwickelt sich in den letzten Jahren langsam der Misanbau von Mais und Bohnen. Stangenbohnen können sich mit dem Mais gut ergänzen, da die Maispflanze Stütze und Rankhilfe ist, die Bohnen jedoch ihren Stickstoff selbst fixieren und dem Mais hier keine Nährstoffkonkurrenz stellen. Die Saatstärke liegt im Bereich von 6–8 Maiskörner und 4 Bohnen pro m². Bereits fertiges Saatgut ist schon auf dem Markt erhältlich. Da die Bohnen gleich groß sind wie das Maiskorn, ist der gemeinsame Anbau kein Problem. Der Ertrag steht bei guter Kulturführung- und Witterungsbedingungen dem eines Reinbestandes kaum nach. Ebenso ergeben sich ein gut verlaufender Silierprozess sowie ein ausgeglicheneres Energie/Eiweißverhältnis. Wichtig zur Verfütterung ist jedoch ein niedriger Phasin-Gehalt der eingesetzten Bohnensorte. Spezielle Mischungen wie z.B. mit Sorghum-Hirsens und weiteren Gemengepartnern setzen Wissen sowie praktische Erfahrungen im Umgang voraus.

Düngung

Mais stellt grundsätzlich hohe Anforderungen an die Nährstoffverfügbarkeit, in speziellem an Stickstoff und Phosphor. Für beide Nährstoffe besitzt der Mais nur ein geringes Aufschlussvermögen. Ein Mangel der beiden Nährstoffe ist bereits von weitem zu erkennen. Charakteristisch für den Wachstumsverlauf sind die nur oberflächliche Wurzelbildung und das Verhältnis von geringem Wurzelwachstum zu großem Trockenmassezuwachs in der Jugendphase. Hier kann eine hohe Phosphorverfügbarkeit eine günstige Jugendentwicklung bewirken. Speziell zu beachten ist, dass die biologischen Richtlinien eine Begrenzung der Stickstoffhöchstmenge von 170 kg/ha feldfallend aus (tierischem) Wirtschaftsdünger vorsehen. Somit ist hier auch ein begrenzender Faktor für Nährstoffverfügbarkeit vorhanden. Unter bestimmten Umständen ist es möglich, durch organischen Zukaufdünger auf 210 kg N/ha aufzudüngen. Hier ist aber in jedem Fall vorher beim jeweiligen Bioverband Rücksprache zu halten. Mais entzieht den Stickstoff aus der Mineralisation im Frühjahr oder der Düngung zur Saat nicht sofort, sondern erst im Zeitraum von Ende Juni bis Mitte August. Daher lässt sich gerade in Milchviehbetrieben der anfallende Wirtschaftsdünger zu Mais gut einsetzen und wird von diesem auch sehr gut verwertet. Des Weiteren profitiert die Kultur von den stetigen Nährstoff-Nachlieferungen bei organischen Düngern. Er trägt somit zu einem geschlossenen Kreislauf bei. Besonders moderne Technik ermöglicht eine sachgerechte und effiziente Düngerausbringung zu einem Zeitpunkt, wo andere Ackerkulturen nicht

mehr gedüngt werden können (Schleppschlauch etc.). Insgesamt können in Summe bis zu 30 t/ha Stallmist sowie 20–50 m³ Gülle, jedoch aufgeteilt auf Teilgaben, gedüngt werden. Ebenso gut eignen sich auch abgelagerte Dünger wie Rottemist und Kompost. Neben einer Grunddüngung vor der Saat kann 2–3 Wochen nach dem Auflaufen eine weitere Gabe gegeben werden. Bis zum Reihenschluss sind zwei Gaben möglich. Zur Ausbringung ist es zweckmäßig, einen Hackvorgang möglichst zeitnah vorher durchzuführen. Dies ermöglicht ein rasches Versickern der Gülle und damit wesentlich reduzierte Ammoniak-Verluste. Dazu trägt ebenfalls wesentlich eine Verdünnung mit Wasser bei.

Abbildung 5: Ausbringung von Kompost vor dem Anbau



Unkrautregulierung

Ein Umbruch von Futterleguminosen- bzw. Gräsern im Frühjahr nach noch erfolgtem ersten Schnitt garantiert eine gute Ausgangslage mit geringem Unkrautpotential. Bereits eingangs wurde auf die Wichtigkeit einer Unkrautkur hingewiesen in Form von Blindstriegeln. Der Zeitpunkt richtet sich nach Saattiefe und Bodentemperatur, soll jedoch idealerweise in einem Zeitraum von 5–7 Tagen nach dem Anbau durchgeführt werden. Hierzu kommt ein üblicher Striegel, wie er bei Getreide- und Leguminosenkulturen auch eingesetzt wird zum Einsatz. Zwar ist im 3 bis 4 Blattstadium noch ein Striegelgang möglich, jedoch kann hier durch langsamere Fahrgeschwindigkeit auch keine so große Wirkung mehr erzielt werden. Daher ist in weiterer Folge nur mehr der Einsatz eines Hackgerätes sinnvoll, um eine bessere Wirkung zu erzielen sowie eine Beschädigung der Pflanzen zu vermeiden. Darüber hinaus ist die Wirkung des Striegels zu diesen Zeitpunkten in den meisten Fällen nicht mehr ausreichend. Bei Hackgeräten ist im Jugendstadium darauf zu achten, dass diese mit Schutzscheiben- oder Blechen ausgestattet sind, damit keine Pflanzen in Mitleidenschaft gezogen werden. Bis zum 8 Blattstadium sollte der Bestand auf jeden Fall frei von Unkraut gehalten werden. Über einer Wuchshöhe von 40 cm ist eine Fahrt durch den Bestand mit normalen Fahrzeugen ohne Beschädigung kaum mehr möglich. Anschließend wird durch rasches Wachstum und Beschattung das Aufkommen von Unkräutern erschwert. Beim Einsatz von Hackgeräten sind nachfolgende Punkte unbedingt zu beachten. Der Einsatzzeitpunkt sollte immer am Nachmittag erfolgen, da die Pflanzen bei starker Sonnenstrahlung einen verringerten Zelldruck haben, und so auf etwaige Beschädigungen durch eine „Vorstufe von Welke“ weniger anfällig sind. Auf einen Hackvorgang sollen darauf zumindest 1–2 trockene Tage mit Sonnenschein folgen, um verschüttetes und ausgerissenes Unkraut zum vollständigen absterben zu bringen. Grundvoraussetzung für erfolgreiches Hacken ist die optimale Einstellung der Hackwerkzeuge, welche möglichst nahe an die Maispflanze bearbeiten sollten. Bei Vorhandensein von Werkzeugen für den Be-

reich in der Reihe wie Fingerrädern, ist auf eine ausreichende Wirkung zu achten. Der Grundstein für Erfolg beim Hacken liegt bereits im präzisen Anbau und gleichmäßigen Reihenabständen sowie exaktem Anschlussfahren zwischen den einzelnen Fahrspuren.



Abbildung 6: Durch falsche Einstellung des Hackgeräts bleibt Unkraut an- und in den Reihen stehen



Abbildung 7: Unkrautbekämpfung durch Rollhacke-Eine weitere Möglichkeit, Unkräuter speziell in der Reihe gut zu kontrollieren, ist das leichte Anhäufeln von Erde aus dem Zwischenreihenbereich

Die Kulturdauer von Silomais liegt bei ca. 150 Tagen. In der Reifephase zeichnet sich das Wachstum hauptsächlich durch einem Anstieg der Trockenmasse aus. Auch die Verdaulichkeit nimmt mit der Reife stets zu. So werden in der Milch- und Teigreife bis zu 85 % der Korn- Trockenmasse gebildet. Der ideale Erntezeitpunkt liegt bei einem Trockenmassegehalt von 32–36 % der Gesamtpflanze. Zu diesem Zeitpunkt ist die Energiedichte optimal. Am Feld zeigt sich dies durch die Feststellung der Teigreife. Lassen sich in der Milchreife die Körner noch leicht mit dem Fingernagel zerdrücken und es tritt dabei Flüssigkeit aus, so kann man in der Teigreife kaum mehr das Korn eindrücken. Mit zunehmender Teigreife Richtung Gelbreife (physiologische Reife) vertrocknen auch die Lieschblätter.

Sorte, Witterung und Erntezeitpunkt

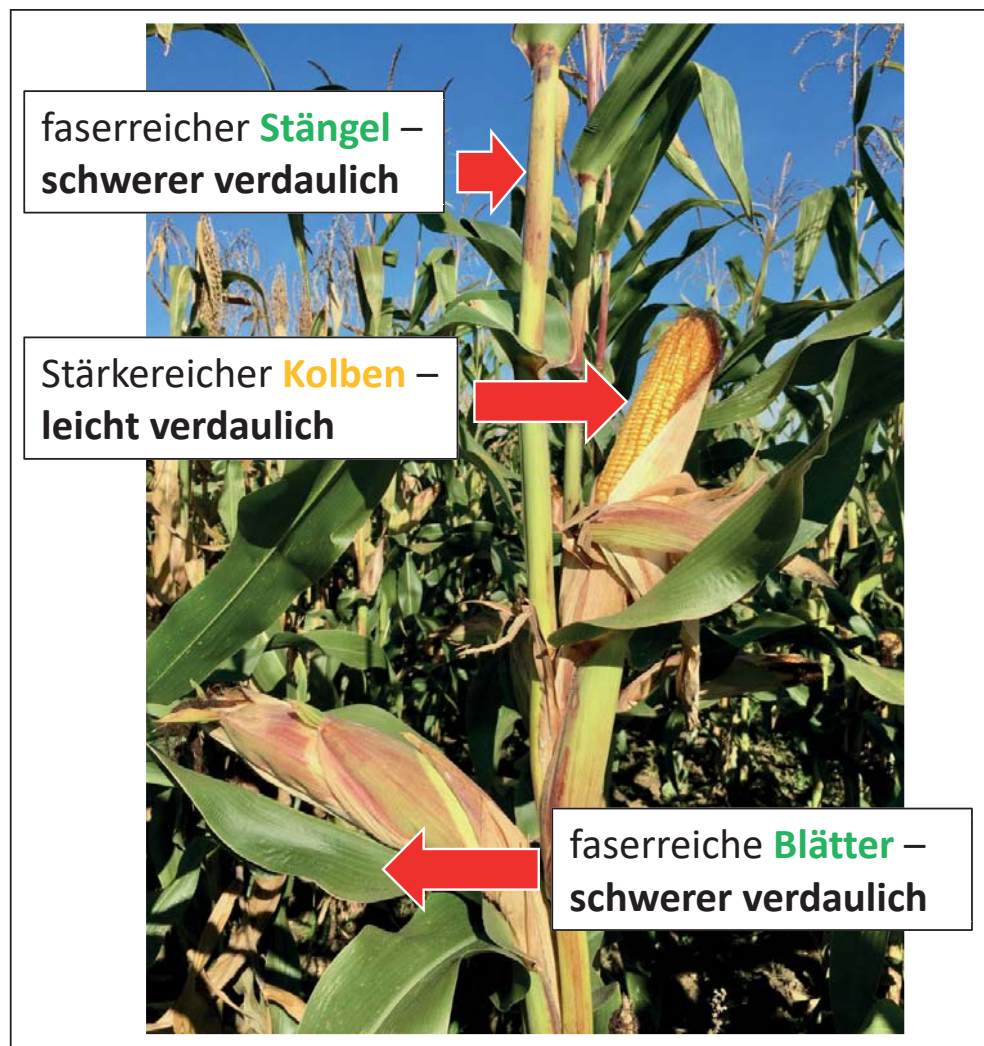
Frühreife Sorten beginnen frühzeitig mit dem Kolbenansatz und der Abreife, wodurch bei

günstiger Witterung das Ertragspotenzial etwas eingeschränkter ist. Spätreife Sorten zeigen demgegenüber ein längeres Pflanzenwachstum. Bei ungünstiger Witterung besteht jedoch das Problem, dass im Herbst der Korn-, Kolben- und Stärkegehalt zu gering ist und der optimale Ernte-Trockenmassegehalt nicht erreicht wird. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang auch, dass frostgeschädigter Mais bald geerntet wird, da das Verderb-Risiko durch Hefen und Pilze dann steigt. Daher muss die Sorte bzw. Sortenmischung gut auf die durchschnittlichen Standortbedingungen abgestimmt werden.

Abbildung 8: Kolben noch in Milchreife. Korn lässt sich eindrücken und Inhalt ist noch flüssig. Erntezeitpunkt noch zu früh



Abbildung 9: Kolben noch in Milchreife. Korn lässt sich eindrücken und Inhalt ist noch flüssig. Erntezeitpunkt noch zu früh



Aufbau der Maispflanze aus Fütterungssicht

Silomais ist heterogen zusammengesetzt. Die Maispflanze besteht einerseits aus der sehr faserreichen Hauptpflanze (Stängel + Blätter) und dem stärkereichen Kolben. Der Futterwert der Maissilage hängt wesentlich vom Kolbenanteil und der Verdaulichkeit der unterschiedlichen Pflanzenteile ab. Mit steigendem Kolbenanteil und steigender Kornreife erhöht sich der Stärkegehalt. Bei hohem Trockenmassegehalt sinkt jedoch die Pansenabbaubarkeit und Verdaulichkeit sowie Konservierbarkeit der Restpflanze. Der Erntezeitpunkt spielt hinsichtlich Futterwert und Lagerfähigkeit eine sehr wichtige Rolle. Mit steigender Reife der Maispflanzen nimmt der Stärkegehalt im Kolben zu, gleichzeitig geht jedoch – insbesondere bei Trockenmassegehalten von über etwa 40 % – die Verdaulichkeit und Pansenabbaubarkeit der Restpflanze deutlich zurück. In Milchviehversuchen von Terler et al. (2016) führte beispielsweise eine um 1 % verringerte Pansenabbaubarkeit bei Maissilage zu einem Rückgang der Futterraufnahme um 0,35 kg TM und zu einer sinkenden Milchleistung von 0,7 Liter pro Kuh und Tag. Ein verspäteter Erntezeitpunkt erhöht darüber hinaus auch den Besatz an Hefen und Pilzen und verringert zusätzlich die Verdichtbarkeit. Das Verderbs- und Nacherwärmungsrisiko nimmt deutlich zu. Vor allem um den Anteil unverdauter Körner zu verringern, muss Silomais bei der Ernte kurz gehäckselt und die Körner durch Kornbrechanlagen (Corn-Cracker, Reibplatte, Shredlage) zerkleinert werden. Je höher der TM-Gehalt der Körner, umso wichtiger wird die Kornbrechung! Aus zahlreichen Versuchen kann ein optimaler Erntezeitpunkt bei einem Trockenmassegehalt von etwa 35 % abgeleitet werden. Die Körner müssen jedenfalls gut angeschlagen werden, ein intensives Schneiden ist unter Bio-Bedingungen mit begrenztem Silomaiseinsatzanzuraten. Die nachfolgende Tabelle zeigt mittels Versuchsergebnissen den Zusammenhang und die

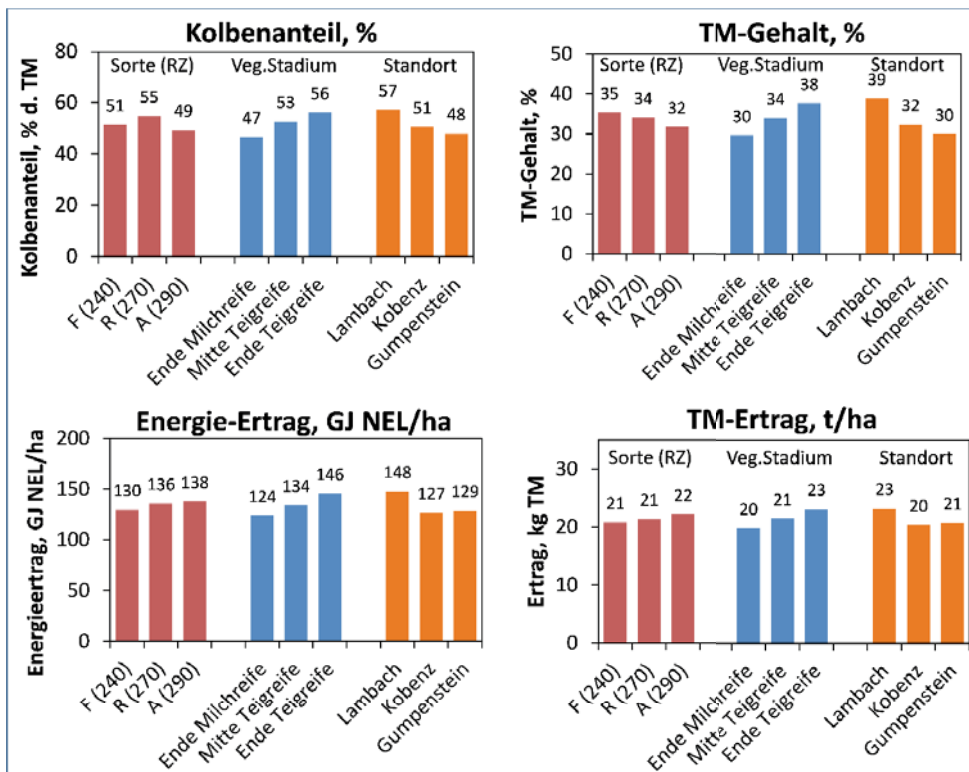


Abbildung 10: Kolbenanteil, Trockenmassegehalt, Energie- und Trockenmasse-Ertrag* in Abhängigkeit von Sorte (Reifezahl), Vegetationsstadium bzw. Standort** in Versuchspartellen (Gruber und Hein, 2006)

*Ertragsniveau auf Praxisbetrieben zumeist geringer (Randeffekte etc.).

**Standort: Lambach: 366 m Seehöhe; 8,2 °C Jahrestemperatur; 957 mm Niederschlag; Kobenz: 630 m Seehöhe; 6,8 °C Jahrestemperatur; 850 mm Niederschlag; Gumpenstein: 700 m Seehöhe; 6,8 °C Jahrestemperatur; 1010 mm Niederschlag

Entwicklung zwischen verschiedenen Reifegruppen und Stadien auf mehreren Standorten.

Optimaler Erntezeitpunkt

- 32 bis 36 % TM-Gehalt (max. 38 %) in der Gesamtpflanze
- Beginn bis Mitte Teigreife
- 55-60 % TM-Gehalt im Kolben
- Restpflanze muss noch grün sein
- frühfrostgeschädigte Pflanzen sind jedenfalls rasch ernten

Abbildung 10 zeigt anhand von Versuchsergebnissen die Einflüsse verschiedener Reifegruppen, Erntestadien sowie Standorte auf Erträge, TM-Gehalt und Stärkeanteil auf.

Abbildung 11: Maisbeulenbrand am Kolben



Abbildung 12: Der TM-Gehalt sollte zwischen 32 und 36 % liegen, die Maiskörner sind hier zumindest im Stadium Mitte Teigreife.



Gelegentlich von Maisbeulenbrand befallene Kolben stellen keine Gefahr für Tiere dar, können aber bei stärkerem Auftreten weniger Ertrag und verminderte Futterqualität bedeuten. Verursacht wird der Beulenbrand durch den Pilz *Ustilago maydis*, welcher sogar in Mittelamerika zur menschlichen Ernährung verwendet wird. Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich, jedoch gibt es Unterschiede in der Anfälligkeit der Sorten.

Konservierung von Maissilage

Die erfolgreiche Konservierung von Silomais hängt von einigen Faktoren ab, die in diesem Abschnitt besprochen werden.

Leichte Vergärbarkeit

Gehäckselte Silomaisorten werden grundsätzlich als „leicht silierbar“ eingestuft. In der Regel steht bei Mais eine ausreichende Menge an leicht vergärbaren Kohlenhydraten (Zucker, Stärke) zur Verfügung und darüber hinaus treten wenig puffernde Wirkungen wegen des geringen Protein- und Mineralstoffgehaltes auf. Im kurz gehäckselten Silomais setzt nach der luftdichten Abdeckung schnell eine Milchsäuregärung ein und senkt den pH-Wert meist innerhalb von zwei Wochen auf pH 4,0 oder etwas darunter.

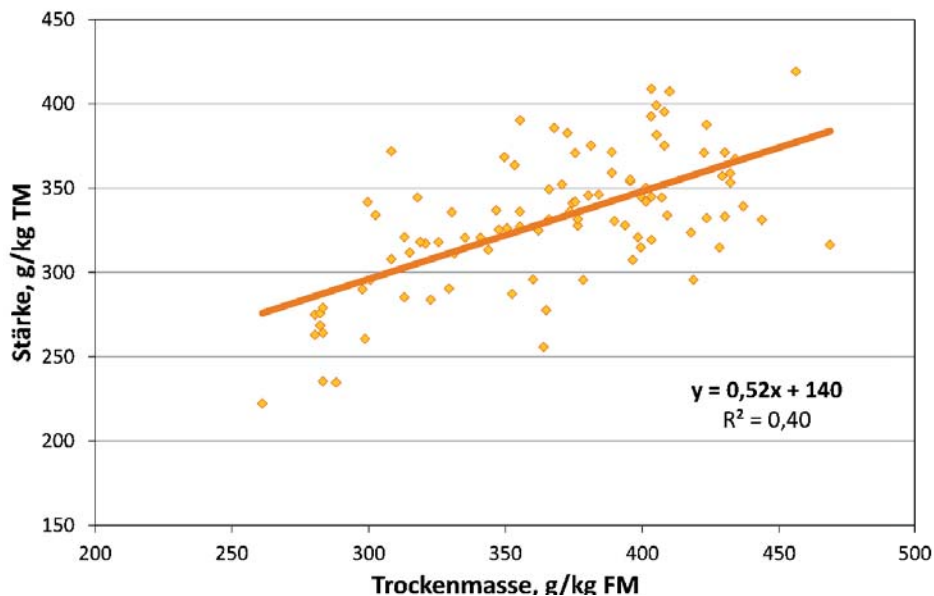
Vorraussetzungen für den Siliererfolg

Der Konservierungserfolg hängt einerseits von Faktoren ab, die der Landwirt nicht beeinflussen kann (Wetter, Standort usw.) und jenen übrigen Bereichen, die mehr oder weniger steuerbar sind. Die erfolgreiche Steuerung wird in der guten landwirtschaftlichen Praxis unter dem Begriff „Silierregeln“ zusammengefasst. Mit Einhaltung der Silierregeln sollte der Konservierungserfolg bei Maissilage ohne Einsatz von Silierhilfsmitteln möglich sein. Mindestanforderungen bei Silomais: Einhaltung eines bestimmten Trockenmassegehaltes, guter Kornaufschluss, Befüllung ohne Unterbrechungen innerhalb von einem Tag, beste Verdichtung des Häckselgutes, sofortiger luftdichter Abschluss, Gärdauer von mindestens sechs bis acht Wochen und schließlich ausreichender wöchentlicher Vorschub bei der Futterentnahme.

Trockenmassegehalt und Reifegrad

Der ideale Ernte-TM-Gehalt liegt zwischen 320 und 360 (max. 380) g/kg Frischmasse. Dies erfordert zumindest einen Reifegrad der Maiskörner im Stadium Mitte Teigreife. Maissilage sollte hier Stärkegehalte über 300 g/kg TM erzielen. Die Sortenwahl muss auf das Anbauggebiet abgestimmt werden, damit der Mais diese Reife erreicht. Unterhalb von 300 g TM/kg FM bildet sich Gärtsaft. Die im Gärtsaft enthaltenen Nährstoffe gehen für die Nutztiere verloren und sind als qualitative Gärverluste abzuschreiben. Je feuchter die Maissilage, umso höher werden die Gärtsaftverluste. Über 350 g TM/kg FM wird die Verdichtung immer schwieriger, sodass sich Hefen und Schimmelpilze besser vermehren können und die Gefahr der Nacherwärmung nach Siloöffnung deutlich ansteigt. Der TM-Gehalt von Mais hat auch einen Einfluss auf die Wahl der optimalen Häcksellänge. Mit zunehmendem TM-Gehalt muss die Partikellänge kürzer werden, um eine gute Lagerungsdichte mit kleinem Porenvolumen erreichen zu können. Bei konventioneller Häckselung sollte die mittlere Häcksellänge 10 mm nicht überschreiten (bei TM < 280 g/kg FM) bzw. 5 mm nicht unterschreiten (bei TM > 350 g/kg FM). Bei der Produktion von Shredlage werden die Maisstängel auf 16 bis 26 mm Länge gehäckselte und der Kolben fein gemahlen. Bei diesem System sollte wegen der Verdichtbarkeit der TM-Gehalt 350 g/kg FM nicht überschreiten! Die Einstellung von Korncracker, Reibplatte etc. muss kontrolliert werden, damit alle Körner aufgeschlossen werden. Je trockener die Maissilage, umso wichtiger wird der Kornaufschluss. Ansonsten geht wertvolle Energie durch Ausscheidung ganzer Körner über den Kot verloren.

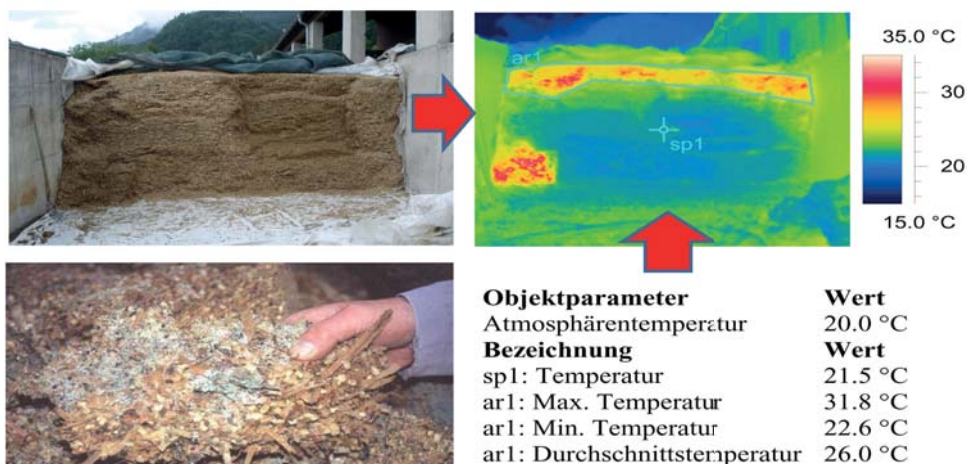
Abbildung 13: Beziehung zwischen TM- und Stärkegehalt von Silomais aus Praxisbetrieben in Österreich (Daten Futtermittellabor Rosenau)



Schlagkräftige Maisernte

Mais ist zwar leicht silierbar, aber bei Luftzutritt auch schnell verderblich. Deswegen muss die Silobefüllung so rasch wie möglich durchgeführt werden. Optimal ist die Befüllung in einem Zug ohne Unterbrechungen innerhalb eines Tages. Unterbrechungen fördern die Hefenvermehrung und damit die Gefahr von Nacherwärmung. Hefen sorgen für eine alkoholische Gärung, welche je nach Größenordnung die Probleme des Ausgangsmaterials und der Schwierigkeiten bei der Befüllung anzeigt. Heute stehen sehr leistungsstarke Maishäcksler bei Lohnunternehmern zur Verfügung, wodurch hohe Ernteschlagkraft gewährleistet werden kann. In der Praxis limitiert meist die Verdichtung in Verbindung mit zu geringer Silolänge die Schlagkraft der Silierkette. Am Fahrsilo sollte die Abladeschichthöhe nicht höher als 15 cm sein. Das Gewicht des Verdichtungsfahrzeuges sollte zumindest ein Drittel der stündlich zugeführten Tonnage an Erntegut betragen, d.h. bei 30 Tonnen FM/h Zufuhr müsste der Traktor für die Verdichtung über 10 Tonnen wiegen. Höherer Reifendruck verbessert die Verdichtung. Für die Verteilung des Häckselgutes haben sich am Flachsilo breite Frontschilde gut bewährt. Schlagkräftige Maisernte

Abbildung 14: Erwärmte Silage führt zu Nährstoffverlusten und die Futterhygiene leidet. Verschimmelttes Futter darf nicht gefüttert werden, dieses belastet nicht nur die Gesundheit der Tiere sondern auch der Bäuerinnen und Bauern!



Luftdichte Abdeckung

Diese muss unbedingt sofort nach Ende der Befüllung erfolgen! Luftzutritt ist durch

richtige Abdecktechnik und Verwendung von hochwertigen Silofolien zu verhindern. Beim Flachsilo (Fahrsilo, Traunsteiner, Silohaufen) hat sich der Einsatz von Wandfolie in Kombination mit dünner Unterziehfolie und einer neuen Silofolie bewährt. Alternative Abdecksysteme greifen auf einmal verwendbare Sauerstoff-Barrierefolien oder auf dickere Folien zurück (Multifolie, Gewebefolie, Silovlies etc.), die mehrere Jahre eingesetzt werden können. Optimalerweise wird die Silofolie etwas über die Seitenwände gezogen. Das verhindert Wassereintritt und Schimmel-/Fäulnisprobleme im Randbereich. Die Dichtigkeit wird durch entsprechende Beschwerung mit Kiessäcken u.a. Materialien erreicht. Schutz gegenüber Folienschädigung durch Vögel oder Tieren bietet die Installation eines Schutzgitters. Querlagen verhindern, dass Luft vom Anschnitt nach hinten dringen kann.

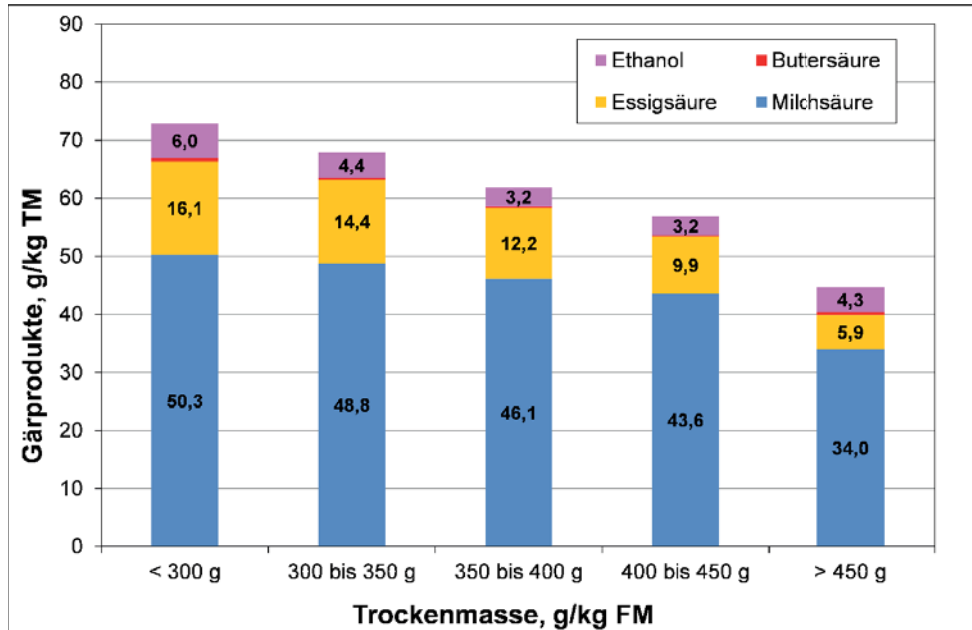


Abbildung 15: Bildung von Gärungsprodukten in Abhängigkeit des TM-Gehaltes von Silomais (Daten: LK-Silageprojekte)

Gärdauer und Vorschub einhalten

In der Praxis werden Maissilagen oftmals bereits nach weniger als drei Wochen Gärdauer geöffnet und verfüttert. In dieser Phase hat sich noch zu wenig stabilisierende Essigsäure gebildet und dadurch steigt das Risiko des Verderbs durch Hefen- und Schimmelpilzvermehrung. Gut wäre eine Gärdauer von mindestens 8 bis 10 Wochen. Eine stabile Maissilage sollte an der Oberflächenschichte bis 50 cm Tiefe eine Temperatur von weniger als 20 °C aufweisen und sich zumindest 4 Tage nach der Entnahme nicht erwärmen. Nach Siloöffnung muss daher wöchentlich eine Mindestmenge an Maissilage entnommen werden, um einen Verderb zu verhindern. Im Winter sollten dazu etwa 100 bis 150 cm und im Sommer 200 bis 250 cm Vorschub berechnet werden. Dies erfordert eine entsprechende Abstimmung der Anschnittfläche mit dem Tierbestand und dessen Verzehrleistung.

Treten verpilzte Stellen an der Oberfläche oder in Form von roten bzw. blauen Knollen/Platten auf, so müssen diese auf jeden Fall großzügig weggenommen werden. Verpilzte Maissilage kann gesundheitsschädliche Toxine enthalten. Bei einer akuten Nacherwärmung der Oberflächenschichte muss entweder der Vorschub erhöht oder die erwärmte Maissilageschichte auf einen neuen Silo (Silohaufen oder Ballen) umsiliert werden. Die Maissilage sollte bei der Umsilierung unbedingt z.B. mit Propionsäure behandelt und rasch verfüttert werden. Die verbleibende nicht erwärmte Maissilage muss an der Oberfläche ebenso einer für Bio zugelassenen organischen Säure versetzt und danach wieder luftdicht mit einer neuen Unterziehfolie + unbeschädigter Silofolie verschlossen werden.

Wenn mit Siloschläuchen gearbeitet wird müssen der Erntezeitpunkt, die Technik und die Bedienung stimmen. Nur dann kann eine hohe Verdichtung erreicht werden!

Abbildung 16: Bearbeitung mit Siloschläuchen - Erntezeitpunkt, Technik und Bedienungen müssen stimmen



Maisballen für den Biobetrieb

Der Lohnunternehmereinsatz von mobilen Presseinheiten für Maissilageballen schuf die Möglichkeit der Herstellung von kleinen, handelbaren Maissiloeinheiten. Insbesondere für kleinere Biobetriebe ohne Erfahrung mit Maissilage wäre dieses System interessant. Sofern keine Folienbeschädigung vorliegt sind Maisballen kaum von Nacherwärmung betroffen, weil sie innerhalb von einer Woche verfüttert werden können. Darüber hinaus bietet das Ballensystem Vorteile hinsichtlich Flexibilität und Sicherheit bei der Verdichtung. Vorsicht ist beim Handling (Transport) der wertvollen Maisballen geboten, damit die Stretchfolie nicht beschädigt wird.

Silierhilfsmittel für Maissilage?

Sollten die Voraussetzungen für den Siliererfolg durch bestimmte Bedingungen verschlechtert werden (Hagel, Trockenheit, Managementfehler), kann der Einsatz von wirksamen Milchsäurebakterien oder chemischen Wirkstoffen (siehe DLG-Gütezeichen) die Maissilagestabilität verbessern. Wichtig ist eine optimale Dosierung und Verteilung des Produkts mit Hilfe von einem Dosierautomaten. Zugesezte heterofermentative Milchsäurebakterien (z.B. *Lactobacillus buchneri*) produzieren neben Milchsäure auch stabilisierende Essigsäure. Dadurch wird die Haltbarkeit nach Siloöffnung verbessert, sofern die Gärdauer 8 bis 10 Wochen beträgt. Organische Säuren wie Propionsäure und Ameisensäure sind bei deutlichen Problemstellungen (Schädigung der Maispflanzen durch Hagel oder Dürre, Beulenbrand, Frostscha den, Kolbenverpilzung, unzureichende Verdichtung bzw. Vorschub) wirkungsvoller, sie hygienisieren und stabilisieren gleichzeitig. Achtung - Nicht alle Säuren sind für den Biobetrieb erlaubt! Aufgrund der hohen Kosten von Säuren ist deren Einsatz insbesondere im Oberflächenbereich bis ca. 50 cm Tiefe interessant.

Abbildung 17: Eine stabile Maissilage weist bis 50 cm Tiefe eine Temperatur von weniger als 20 °C auf und erwärmt sich zumindest 4 Tage nach der Entnahme nicht.





Abbildung 18: Optimale Verdichtung und eine luftdichte Abdeckung sind bei Maissilage für eine gute Silagestabilität nach der Öffnung genauso wichtig wie ein ausreichender Vorschub

Maissilage in der Fütterung

Maissilage ist ein sehr energiereiches Grundfutter mit einem geringen Rohprotein- und Mineralstoff- und Vitamingehalt. Sie ergänzt daher grundsätzlich eiweißreiche Grünlandrationen (Grassilage, Heu, Grün- oder Weidefutter) sehr gut. Aus ernährungsphysiologischer Sicht ist Maissilage bereits eine Mischung aus Grundfutter (Stängel, Blätter) und Kraftfutter (Kolben). Die Strukturwirksamkeit liegt unter der von Heu und Grassilage, weshalb die Rationsgestaltung – speziell bei höheren Silomais-Rationsanteilen – darauf abgestimmt werden muss.

Im Gegensatz zu Grünmais enthält Maissilage nur sehr geringe Zuckermengen, zu beachten ist jedoch der hohe Gehalt an energiereicher Stärke. Wie oben bereits ausgeführt wird der Stärkegehalt von der Witterung, dem Reifegrad, dem Kolbenanteil und dem Erntezeitpunkt bestimmt. Teigreife Maissilage enthält ca. 250–380 g Stärke je kg Trockenmasse. An sich ist die Stärke des Maiskorns im Pansen relativ langsam abbaubar. Durch die Silierung und mit verlängerter Lagerungsdauer wird jedoch die Stärkeabbaubarkeit deutlich erhöht. Die Abbaubarkeit ist in feuchteren Silagen höher als in trockener. Trockene Silagen zeigen oft geringere Haltbarkeiten im geöffneten Silo und am Futtertisch.



Abbildung 19: 10 kg Frischmasse Maissilage pro Kuh und Tag reduzieren den Kraftfutterbedarf um etwa 1-2 kg im Vergleich zur reinen Grünlandration

Silomais hilft Kraftfutter sparen

Bei 20 % Maissilage-Anteil am Grundfutter (etwa 10 kg Frischmasse Maissilage pro Kuh und Tag) kann der Einsatz an Energiekraftfutter bei Milchkühen um etwa 1-2 kg im

Vergleich zur reinen Grünlandration reduziert werden. Bei Maissilage-Rationsanteilen von bis zu 20 % können auch Eiweißüberschüsse in der Grundfutterration effizient abgefangen werden. Jedoch steigt vor allem bei höheren Maissilage-Rationsanteilen (über 20 %) im höheren Leistungsbereich der Eiweiß-Ergänzungsbedarf an. Um Kosten zu sparen ist auf möglichst hohen Eiweißgehalt im Grünlandfutter zu achten. In der Milchviehhaltung kann aus dem Milchharnstoffgehalt von Leistungsgruppen auf deren Eiweißversorgung geschlossen werden. Eine hohe Eiweißeffizienz wird dann erreicht, wenn bei guter Milchleistung der Kühe der Milchharnstoff-Gehalt im Bereich von 15 bis 20 mg/100 ml liegt. Zu Laktationsbeginn sollte der Kuhgruppen-Mittelwert über 13-15 mg und unter 30-35 mg/100 ml liegen.

Tabelle 2: Beispiele zum Nährstoffgehalt von Maissilage bei unterschiedlicher Reife im Vergleich zu Grassilage, Heu und Weide guter Qualität (je kg TM) (ÖAG-Futterwerttabelle 2017 ergänzt)

	Maissilage - mittl. Kolbenanteil			Grassilage		Heu	Weide
	Beginn	Mitte	Ende	Aufw.	Folge-	Aufw.	Kurzrasen
	Teigreife	Teigreife	Teigreife	1	aufw.	2	
Trockenmasse, g	270	320	350	350	380	900	179
Rohprotein, g	77	72	70	140	150	135	225
Rohfett, g	26	26	27	31	33	23	30
Rohasche, g	40	41	38	100	105	85	83
Rohfaser, g	214	200	190	260	245	270	212
NDF, g	449	421	401	463	450	516	423
ADF, g	235	219	209	301	295	307	277
NFC, g	409	442	464	259	262	241	224
nXP, g	126	127	130	131	129	131	150
RNB, g	-8	-9	-9	+1	+3	+1	+12
Stärke, g	280	330	360	0	0	0	0
Zucker, g	6	5	3	40	30	120	170
Energie, MJ NEL	6,31	6,46	6,68	6,00	5,80	5,60	6,37
Energie, MJ ME	10,5	10,6	10,9	10,0	9,7	9,5	10,6
Calcium, g	2,3	2,3	2,3	7,0	7,5	5,5	9,0
Phosphor, g	1,9	1,9	1,9	2,8	3,0	2,7	3,8
Kalium, g	11	11	11	26	27	23	28
Natrium, g	0,17	0,17	0,17	0,40	0,40	0,30	0,30
Kupfer, mg	4	4	4	8	8	7	12
Mangan, mg	28	28	28	70	70	65	68
Zink, mg	30	30	30	28	28	25	35

Mineralstoffergänzung

Wie die Angaben in Tabelle 2 zeigen, ist Maissilage im Vergleich zu Grünlandfutter relativ arm an Mengen- und Spurenelementen. Dies muss speziell bei höherem Maissilageeinsatz berücksichtigt werden (P, Ca, Spurenelemente). Der relativ geringe Kaliumgehalt kann in der Vorbereitungsfütterung vor der Abkalbung das Milchfiebrisiko senken und generell zu einer festeren Kotkonsistenz beitragen. Bei hohen Maissilagegaben bzw. sehr trockener Grassilage oder heubetonen Rationen kann die Beta-Carotinversorgung knapp werden.

Trockenstehende und niedrigleistende Tiere

Am Ende der Laktation und zu Beginn der Trockenstehzeit sinkt der Nährstoffbedarf der Kühe deutlich. Die Kühe fressen aber weiterhin hohe Futtermengen, insbesondere schmachthafte Maissilage, was zu einer deutlichen energetischen Überversorgung (Verfettung) führen kann. Da die Futterraufnahme bei Wiederkäuern nicht eingeschränkt werden sollte, muss daher die Nährstoffdichte in der Ration reduziert werden. Der Einsatz von Maissilage ist daher einzustellen bzw. soweit wie möglich zu reduzieren. Eine getrennte Aufstallung trockenstehender Kühe ist anzustreben. Speziell zu Beginn der Trockenstehzeit ist strukturreiches Heu besonders wertvoll. Erst in den letzten zwei Wochen vor der Abkalbung kann wieder eine langsame Maissilage-Anfütterung, entsprechend der Laktationsration, durchgeführt werden.



Abbildung 20: Maissilage wird aufgrund der getrennten Vorlage am Futtertisch stark selektiert - das ist zu vermeiden.

Vorlage der Maissilage

Futterwechsel müssen bei Wiederkäuern immer langsam durchgeführt werden. Maissilage sollte sowohl in der Morgen- und Abendration enthalten sein. In Laufställen könnten die Kühe nach dem Melken im Fressgitter fixiert werden um eine leistungsbezogenere Maissilage-Zuteilung zu erreichen. Da Maissilage in der Regel gerne gefressen wird, könnte dies auch für die Zuteilung von Mineralfutter bzw. Eiweißergänzungsfutter genutzt werden („drüber streuen“). Da Maissilage einen tiefen pH-Wert hat sollte der Futtertisch beschichtet sein.

Fütterung von Grünmais

Grünmais kann im Herbst für einige Wochen gefüttert werden, er sollte dabei nicht zu trocken sein, damit die Stärke ausreichend verdaut wird. Im Gegensatz zu Maissilage ist die Stärke schwerer und langsamer abbaubar, gleichzeitig ist der Zuckergehalt höher. Er muss täglich frisch vom Acker geholt und gefüttert werden, eine gute Kornzerkleinerung ist notwendig. Die Einsatzmengen sollten zu Beginn langsam gesteigert und die Tagesmengen mit etwa 15 bis 20 kg bei Milchkühen begrenzt werden.

Rindermast und Aufzucht

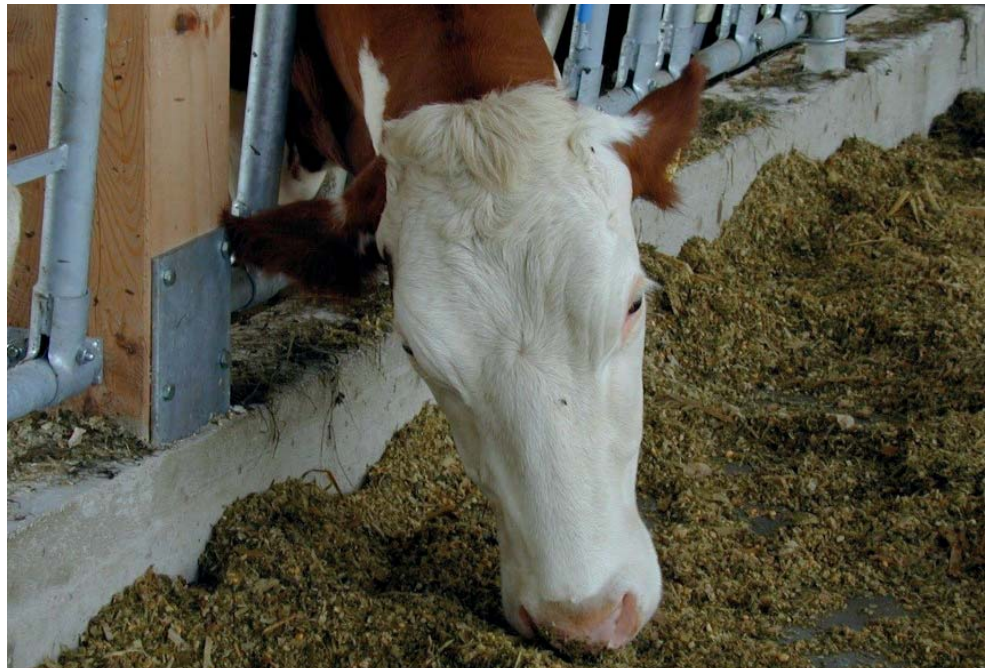
In der Bio-Rindermast ist bei begrenztem Maissilage-Angebot vor allem im ersten Lebens-

jahr (180 bis 400 kg) und in der Ausmast (letzten 2 bis 4 Monate vor der Schlachtung) ein wertvolles energiereiches Grundfutter. In der Mutterkuhhaltung sollte Maissilage nur in der Säugeperiode (2.–6. Säugemonat) bzw. in der Jungrinderfütterung angeboten werden. Bei hohem Maissilageanteil kann es zur Verfettung der Mutterkühe kommen! In der Kälberaufzuchtphase wird als Grundfutter vorwiegende hochwertiges Heu empfohlen. Zur Gewöhnung an Silage können nach dem Milchabsetzen in der Kälberaufzucht geringe Mengen an Silage angeboten werden. Dabei sind jedoch die Qualität der Silagen und die Sauberkeit bei der Vorlage von großer Bedeutung. In der Kalbinnenaufzucht sollten ab dem 5. Lebensmonat Tageszunahmen über etwa 900 g nicht überschritten werden (Euterverfettung). Maissilage ist daher in der Aufzucht nicht sinnvoll.

Sonderfall - viel Maissilage

Üblicherweise werden auf Bio-Betrieben in unseren Regionen nur relativ geringe Maissilage-Rationsanteile eingesetzt. Speziell in Futtermangelsituationen (Trockenheit etc.) können aber auch teilweise höhere Mengen notwendig sein. In diesem Fall muss der Kohlenhydratversorgung in der Ration größte Bedeutung beigemessen werden. Es darf zu keinem Überschuss mit pansenabbaubarer Stärke (bzw. Nichtstruktur-Kohlenhydraten) und zu keinem Mangel an Struktur (ADF, NDF etc.) kommen. Die Kraftfutterergänzung muss reduziert werden und auch sehr schonend erfolgen. Zusätzlich sind zur Ausbildung der notwendigen Faserschicht im Pansen jedenfalls mehr als 15 % an Grundfutter mit einer tatsächlichen Partikellänge über 2 cm (besser 4–5 cm) erforderlich. Die mittlere Partikellänge der Gesamtration (Grundfutter + Kraftfutter) muss über 1 cm liegen! Auf Heu und Grassilage sollte nicht verzichtet werden, eventuell kann auch etwas Stroh (z.B. Einmischen im Futtermischwagen) sinnvoll sein. Generell sollten, bei hohen Maissilageanteilen am Grundfutter, nur Kraftfuttermittel mit relativ langsamer Pansenabbaubarkeit (z.B. Mais, Trockenschnitzel, Kleien, Trebern) eingesetzt werden. Maissilagen sind mit 60–80 g/kg TM arm an Rohprotein, wobei das Eiweiß im Pansen zu etwa 75 % abgebaut wird. Je höher der Maissilageanteil ist, desto größer wird daher der Eiweißergänzungsbedarf! In diesem Fall sollten dann eiweißreiche Futtermittel mit einer relativ raschen Pansenabbaubarkeit (Kleegrassilage, Grünfutter, Weide, Ackerbohnen, Erbsen, etc.) gefüttert werden. Da Maissilage arm an Mineralstoffen und Vitaminen ist, steigt auch der Ergänzungsbedarf mit Mineralfutter an.

Abbildung 21: Je mehr Maissilage eingesetzt wird umso höher wird der Ergänzungsbedarf an Mineralstoffen und Eiweiß, der Kraftfuttereinsatz muss reduziert werden.



Rationsbeispiele

In den folgenden Beispielen werden Rationen dargestellt, wo eine bedarfsgerechte Nährstoffversorgung beim Durchschnitt der Kühe bis etwa 35 kg Tagesmilchleistung angestrebt wird. Darüber hinaus wird von einer Nährstoffmobilisation ausgegangen. Bei sehr guten Betriebsvoraussetzungen bzw. bei Einzeltieren („Fresserinnen“) können auch höhere Leistungen ohne Mobilisation von Körperreserven erreicht werden.

Aufgrund des unterstellten geringen Kraftfuttereinsatzes auf Bio-Betrieben wird eine sehr gute Futteraufnahme (+0,5 kg TM) angenommen. Eine optimale Vorlagetechnik und hohe Qualität der eingesetzten Futtermittel sind dafür notwendig. Auch die Kraftfutterzusammensetzung ist auf die biologischen Bedingungen angepasst (siehe Tabelle 2). Die Nährstoffgehalte liegen im Eiweißkraftfutter bei 7 MJ NEL und 31 % Rohprotein und im Energiekraftfutter 7 MJ NEL und 10 % Rohprotein je kg Frischmasse. Der Nährstoffgehalt des unterstellten Grundfutters ist in Tabelle 2 ersichtlich.

Winterration 20% Maissilage

Die Grundfutterration setzt sich aus 20 % Maissilage und 70 % Grassilage (50 % 1. Aufwuchs, 50 % Folgeaufwüchse) und 10 % Heu zusammen (Tab. 3 und 4). Es wird eine hohe Grundfutteraufnahme von 14,6 kg TM angenommen. Die Maissilage hat eine gute Qualität (Mitte Teigreife, mittlerer Kolbenanteil). Die Mineralstoffversorgung wurde bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Es wird ein Kuhgewicht von 700–650 kg angenommen. Die Milchhaltsstoffe schwanken dabei je nach Milchleistung zwischen 4,3–3,8 % Fett und 3,8–3,0 % Eiweiß (geringe – hohe Leistung).

Tabelle 3: Grundfutterration (20 % Mais – Winter)

FM kg	Futtermittel	TM kg	Die Grundfutterration reicht nach Energie für 15 kg Milch, die RNB ist nahezu ausgeglichen
28	Grassilage	10,0	
1,5	Heu	1,4	
10	Maissilage	3,2	
	Summe	14,6	

Tabelle 4: Kraftfutterzuteilung und Nährstoffbilanz der Gesamtration (20 % Mais – Winter)

Milch kg	Kraftfutterzuteilung ¹⁾		Milchleistung aus		RNB g/Tag	Rohfaser % in TM	ADF % in TM	NFC % in TM
	Energie KF kg FM	Eiweiß KF kg FM	Energie kg	nXP kg				
15	0	0	15	18	-4	24,3	28,2	29,9
20	2,4	0,3	20	23	-5	21,6	25,1	34,1
25	4,1	1,1	25	27	-4	19,8	23,2	36,4
30	5,5	1,9	30	31	0	18,6	22,8	37,9
35	5,6	2,4	33	33	0	18,5	21,9	37,9

¹⁾ Energie KF: 30 % Mais, 10 % Kleie, 60 % Getreide (Gerste, Triticale, Weizen); Eiweiß KF: 60 % Ackerbohne, 40 % diverse Eiweißkuchen (Soja-, Sonnenblumen-, Raps- und Kürbiskuchen); max. 8 kg Frischmasse Kraftfutter pro Tag

²⁾ Bei einer Milchleistung ab etwa 35 kg Milch wird eine Energiemobilisation aus den Körperreserven angenommen.

Bei einer Grundfutteraufnahme von 14,6 kg TM kann eine Grundfutterleistung aus der aufgenommenen Energie von 15 kg erreicht werden. Bei einer Milchleistung von 25 kg ist eine Ergänzung mit 4,1 kg Energiekraftfutter und 1,1 kg Eiweißkraftfutter notwendig. Bei 30 kg Milchleistung sind bereits etwa 5,5 kg Energiekraftfutter und 1,9 kg Eiweißkraftfutter erforderlich.

Abbildung 22: Ganze Maiskörner im Kot weisen auf eine schlechte Ernte hin. Die Körner wurden nicht angeschlagen bzw. es war zu trocken. Auch ein Überschuss an schnell abbaubaren Kohlenhydraten in der Ration erhöht die Nährstoffverluste.



Winterration 40% Maissilage

Im zweiten Maissilage-Rationsbeispiel setzt sich das Grundfutter aus 40 % Maissilage, 40 % Grassilagen (50 % 1. Aufwuchs, 50 % Folgeaufwüchse) und 10 % Heu zusammen (Tabelle 5 und 6). Es wird ebenfalls eine hohe Grundfutteraufnahme von 15,0 kg TM angenommen.

Tabelle 5: Grundfütterration (40 % Mais – Winter)

FM kg	Futtermittel	TM kg	Die Grundfütterration reicht nach Energie für 16 kg Milch, die RNB ist negativ. Bei geringer Milchleistung wird eine Reduktion der Maissilage empfohlen.
20	Grassilage	7,2	
1,5	Heu	1,4	
20	Maissilage	6,4	
	Summe	15,0	

Tabelle 6: Kraftfütterzuteilung und Nährstoffbilanz der Gesamtration (40 % Mais – Winter)

Milch kg	Kraftfütterzuteilung ¹⁾		Milchleistung aus		RNB g/Tag	Rohfaser % in TM	ADF % in TM	NFC % in TM
	Energie KF kg FM	Eiweiß KF kg FM	Energie kg	nXP kg				
15 ²⁾	0	0	16	16	-39	23,2	26,5	33,7
20	0	1,5	20	20	-12	22,4	25,8	23,5
25	1,3	2,1	25	25	-7	21,0	24,1	35,2
30	2,7	3,1	30	30	0	19,5	22,7	36,5
35 ³⁾	4,2	3,8	34	34	0	18,2	21,4	37,9

¹⁾ Energie KF: 30 % Mais, 10 % Kleie, 60 % Getreide (Gerste, Triticale, Weizen); Eiweiß KF: 60 % Ackerbohne, 40 % diverse Eiweißkuchen (Soja-, Sonnenblumen-, Raps- und Kürbiskuchen); max. 8 kg Frischmasse Kraftfutter pro Tag

²⁾ Bei geringer Leistung wird eine Reduktion des Maissilage-Anteils empfohlen (Eiweißmangel und Energieübersversorgung)

³⁾ Bei einer Milchleistung ab etwa 35 kg Milch wird eine Energiemobilisation aus den Körperreserven angenommen.

Aus dem Grundfutter kann entsprechend der Energie eine Milchleistung von 16 kg Milch ermolken werden. Die ruminale Stickstoffbilanz ist mit -39 g im negativen Bereich. Um einen Energieüberschuss und N-Mangel vorzubeugen wird im niedrigen Leistungsbereich eine Reduktion des Maissilage-Anteils an der Ration empfohlen.

Bei einer Milchleistung von 30 kg ist eine Ergänzung des Grundfutters mit etwa 2,7 kg Energiekraftfutter und 3,1 kg Eiweißkraftfutter erforderlich. Die ruminale N-Bilanz liegt dadurch wieder im ausgeglichenen Bereich.

Weideration mit Maissilage und Heu

Die Grundfütterration setzt sich aus 20 % Heu, 30 % Maissilage und 50 % Weide in der Trockenmasse zusammen (Tab. 7 und 8). Die Kraftfutterobergrenze liegt bei 6 kg. Bei ausgeglichener RNB können aus dem Grundfutter aus aufgenommener Energie knapp 15 kg und aus aufgenommenem nXP 16,3 kg Milch ermolken werden. Bei einer Beschränkung der Kraftfuttermenge auf 9 kg kann eine Milchleistung von etwa 36 kg ohne Körperreservenabbau erreicht werden. Aufgrund des hohen RNB Gehaltes der Weide ist kein eiweißreiches Kraftfutter notwendig.

Tabelle 7: Grundfütterration (30 % Maissilage – Weideration)

FM kg	Futtermittel	TM kg	Die Grundfütterration reicht nach Energie für 18 kg Milch, die RNB ist deutlich positiv
3,5	Heu	3,2	
15	Maissilage	4,8	
45	Weide	8,0	
	Summe	16,0	

Tabelle 8: Kraftfutterzuteilung und Nährstoffbilanz der Gesamtration (30 % Maissilage – Weideration)

Milch kg	Kraftfutterzuteilung ¹⁾		Milchleistung aus		RNB g/Tag	Rohfaser % in TM	ADF % in TM	NFC % in TM
	Energie KF kg FM	Eiweiß KF kg FM	Energie kg	nXP kg				
15	0	0	18	20	+50	22,0	26,6	29,3
20	0,5	0	20	22	+45	21,5	26,0	30,0
25	2,0	0	25	25	+40	20,4	24,6	32,5
30	4,8	0	30	30	+25	18,4	22,2	36,4
35 ²⁾	6,0	0	33	32	+20	17,6	21,3	37,7

¹⁾ Energie KF: 30 % Mais, 10 % Kleie, 60 % Getreide (Gerste, Triticale, Weizen); Eiweiß KF: 60 % Ackerbohne, 40 % diverse Eiweißkuchen (Soja-, Sonnenblumen-, Raps- und Kürbiskuchen); max. 8 kg Frischmasse Kraftfutter pro Tag

²⁾ Bei einer Milchleistung ab etwa 35 kg Milch wird eine Energiemobilisation aus den Körperreserven angenommen.

Fütterungsevaluierung

Neben der Fütterungskontrolle über die Milchhaltsstoffe (inkl. Milchnitrogen) sollte auch der Kot regelmäßig überprüft werden. Dabei wird dieser in einem Sieb mit Wasser ausgewaschen und die Rückstände beurteilt. Wichtig ist, dass keine Maiskörner vorhanden sind. Die restlichen Pflanzenteile sollten faserreich und kürzer als 5 mm sein. Ganze Blätter deuten auf fehlerhafte Pansenverdauung hin.

Neue ÖAG Infos zum Themenschwerpunkt - „Grünland- und weidebasierte Ochsen- und Kalbinnenmast

Die effiziente **Nutzung der Grünlandressourcen** wird ein zentrales Thema der Zukunft. Rinder sind wie alle Wiederkäuer sehr gute Grundfutterverwerter.

Sie können für den Menschen nicht direkt nutzbare Rohstoffe zu Lebensmitteln umwandeln.

Mit **Kalbinnen und Ochsen** kann auch unter **Grünland- und Weidebedingungen** eine sehr gute Rindfleischqualität erzeugt werden.

- Eine bedarfsgerechte (ausreichende) Grundfütterversorgung und ausreichende Energieversorgung aus gutem Grundfutter kann bis zu 20 % Futter einsparen.
- Weidehaltung liefert das preiswerteste Futter, eine gute Futterumwandlungseffizienz wird bei standortangepasstem Tierbesatz und guter Weideführung erreicht.
- Je länger die Mastdauer, desto kostengünstiger müssen die Produktionsbedingungen sein oder man erhält zusätzliche Förderungen.
- Kalbinnen verfetten früher und stärker als Ochsen und liefern daher unter extensiven Bedingungen zumeist besser abgedeckte Schlachtkörper.
- Frühreife Tiere erreichen auch unter extensiveren Bedingungen und bei geringerem Lebendgewicht die nötige Schlachtreife, fleischbetonte, großrahmige Tiere benötigen eine höhere Fütterungsintensität.
- Bei üblicher Ochsenmast ist in der Praxis oft eine Ausmast in den letzten 2-4 Monaten notwendig.

Die neue ÖAG-Info, der ÖAG Fachgruppen „Biologische Landwirtschaft“ bzw. „Mutterkuhhaltung, Rindermast und Farmwild“, fasst Empfehlungen und Tipps zur Ochsen- und Kalbinnenmast leicht lesbar und praxisgerecht zusammen.

- **Vermarktungsprogramme** für Mastkalbinnen und Ochsen
- **Rassen** bzw. Kreuzungen
- Voraussetzungen für eine gute **Fleischqualität**
- **Mastintensität** und Mastdauer
- Fütterung im **1. und 2. Lebensjahr**
- **Ausmast** - ja oder nein?
- Ergebnisse der **Schlachtkörperbeurteilung** nutzen
- Wichtige **Erfolgsfaktoren**

Die 16-seitige Farbbroschüre kann zum Selbstkostenpreis von 3 Euro pro Stück (zuzüglich Porto) bestellt werden: Tel: 0043 3682 22451 346; office@gruenland-viehwirtschaft.at; www.gruenland-viehwirtschaft.at

Steinwidder, A., R. Grabner, M. Velik (2020): Grünland- und weidebasierte Ochsen- und Kalbinnenmast. ÖAG-Info 2/2020. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irtding-Donnersbachtal, 16 Seiten.

Weiterführende Infos sowie Foliensätze zum Themengebiet finden Sie auch auf der Homepage des Bio-Instituts unter: www.raumberg-gumpenstein.at.

Abbildung 1: ÖAG-Infos zum Themenschwerpunkt „Grünland- und weidebasierte Ochsen- und Kalbinnenmast“

ÖSTERREICHISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT
FÜR GRÜNLAND UND VIEHWIRTSCHAFT



Grünland- und weidebasierte Ochsen- und Kalbinnenmast

HBLFA
Raumberg-Gumpenstein
Landwirtschaft



Bio Institut
raumberg-gumpenstein.at/bio-institut

lk Landwirtschaftskammer
Österreich

ÖAG-Info:
2/2020

Auf der Suche nach der idealen Mutterkuh

Johann Häusler^{1*}, Andreas Steinwidder², Daniel Eingang¹, Roland Kitzer¹, Georg Terler¹, Margit Velik¹ und Thomas Guggenberger¹

Zusammenfassung

In einem laufenden Projekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein werden mit einer Herde von 15 Mutterkühen Jungrinder produziert. Die Kühe stammen aus 3 verschiedenen Rassen (Fleckvieh (FV), Neuseeland Holstein-Friesian (NZ-HF) und Angus (AA)) und den Kreuzungen der Rassen FV und NZ-HF mit der Rasse AA. Die Kühe aller 5 genetischen Gruppen werden mit einem Limousin-(LI)-Stier belegt. Sowohl die Kühe als auch die Kälber erhalten ausschließlich Grundfutter. Es zeigt sich, dass auch ohne Kraftfutter zufriedenstellende Tageszunahmen erzielt werden können (1.200 – 1.300 g). Sie erhöhen sich, unabhängig von Bemuskelung und Gewicht der Mutter, mit steigender Milchmenge. Kreuzungskühe erweisen sich als fruchtbarer und vitaler als reinrassige Kühe und die Mast- und Schlachtleistungen ihrer Kälber sind vergleichbar mit jenen von milchbetonten reinrassigen Mutterkühen. Mutterkühe aus der Kreuzung einer Milchrasse mit einer Fleischrasse, die im Rahmen von Kooperationen mit Milchviehbetrieben gezüchtet werden, könnten für viele Mutterkuhhalter eine interessante Alternative darstellen.

Schlagwörter: Mutterkuhgenetik, Kreuzungszucht, Fitness, Mast- und Schlachtleistung

Summary

In a running project of HBLFA Raumberg-Gumpenstein, young cattle beef is produced with a herd of 15 suckler cows. The cows are from 3 different breeds (Simmental (SI), New Zealand Holstein-Friesian (NZ-HF) and Angus (AA)) and the crossings of SI and NZ-HF with AA. The cows of the 5 genetic groups are inseminated with a Limousin (LI) bull. Both the cows and the calves are only fed with roughage. First results show, that satisfying daily gains can be achieved without concentrates (1,200 - 1,300 g). The daily gains increase, independent of mother's muscularity and liveweight, with increasing milk yield. Crossbred cows are more fertile and vital than pure-bred cows and the fattening and carcass performance of their calves is comparable to those of pure-bred milky suckler cows. So suckler cows out of crossings from dairy breeds with meat breeds, which are bred in cooperation with dairy farms, could be an interesting alternative for many suckler cow farmers.

Keywords: suckler-cow genetics, cross breeding, fitness, fattening and carcass performance

1. Einleitung

Aktuell werden in Österreich etwa 193.000 Mutterkühe (Statistik Austria, 2020) gehalten. Der Wegfall der Mutterkuhprämie im Jahr 2015 stellte die Mutterkuhhalter vor neue

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere,
Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Johann Häusler, email: johann.hausler@raumberg-gumpenstein.at

Herausforderungen. Um wirtschaftlich positiv aussteigen zu können, mussten und müssen die Mutterkuhbetriebe optimiert und vor allem die Effizienz erhöht werden (Ernst, 2002; Weaber, 2008; Häusler, 2015; Liebchen, 2016; Allmannsberger, 2016; Kirner, 2019). Die am Betrieb vorhandenen Ressourcen wie Größe, Futtergrundlage bzw. -qualität sowie die Vermarktungsmöglichkeiten sind gezielt mit bestem Management zu versehen. Im Schnitt liegt die direktkostenfreie Leistung pro Mutterkuh (BMLRT, 2020) bei € 655,- (Totvermarktung) bzw. € 489,- (Lebendvermarktung). Der Unterschied zwischen den oberem (Totvermarktung: € 1.023,-; Lebendvermarktung: € 856,-) und unterem Viertel (Totvermarktung: € 164,-; Lebendvermarktung: € 171,-) der Arbeitskreisbetriebe wird von Jahr zu Jahr größer. Das bedeutet, dass in vielen Betrieben noch großer Optimierungsbedarf besteht (Liebchen, 2016; Allmannsberger, 2016; Kirner, 2019; BMLRT, 2020). Da etwa drei Viertel der jährlichen Erlöse aus dem Verkauf des Kalbes stammen (BMLRT, 2020), muss pro Kuh und Jahr ein Kalb verkauft werden können. Beim Erreichen dieses Zieles spielt neben der Fütterung und der Genetik des Vartieres die Mutterkuh selbst eine entscheidende Rolle (Tschümperlin et al., 2001; Liebchen, 2016; Allmannsberger, 2016). Problemlose und langlebige Mutterkühe mit guten funktionellen Eigenschaften (Euter, Klauen, Mutterinstinkt ...) sind die Basis für den Erfolg. Sie zeichnen sich durch gute Fruchtbarkeit und Langlebigkeit aus und sollten zudem korrekte Fundamente und eine gute Beckenlänge aufweisen, um problemlos abkalben zu können. Zusätzlich benötigen sie ein gut angesetztes Euter und ausreichend Milch, damit die Kälber ordentlich trinken und zunehmen können. Es wird jedoch immer schwieriger, geeignete Mutterkühe zu finden. Rassekühe aus der Generhaltung sind teuer und Fleckvieh entwickelt sich auf den Milchviehbetrieben in Richtung Milchleistung. Aus diesem Grund könnten gezielte Kreuzungen zwischen Milch- und Fleischrassen eine brauchbare Alternative darstellen (Tschümperlin et al., 2001; Weaber, 2008; Brade, 2019). Die Leistungsfähigkeit und Vitalität (Fitnessmerkmale) von Mischlingen oder Hybriden ist, bedingt durch den Heterosiseffekt, höher als jene von reinerbigen Vorfahren und der Effekt ist umso größer, je unterschiedlicher die Ausgangsgenetik der Vorfahren ausgeprägt ist (Baumung, 2005; Fürst-Waltl, 2005). Weltweit werden in vielen Mutterkuh-Produktionsherden erfolgreich F1-Gebrauchskreuzungskühe (Kreuzung Milchkuh mit einem Fleischstier) eingesetzt (Morris, 1997; Tschümperlin, 2001; Fürst-Waltl, 2005). Solche Kreuzungen wären besonders im Grünlandgebiet, wo neben der Milchvieh- auch die Mutterkuhhaltung beheimatet ist, sinnvoll. Im Rahmen von Kooperationen könnten Milchviehhalter züchterisch weniger wertvolle Kühe mit einem Fleischrassiestier belegen, wie es teilweise ohnehin schon praktiziert wird. Dieser Fleischrassiestier muss allerdings aus einer Rasse stammen, die auch für die Mutterkuhhaltung und die extensive Ochsen- und Kalbinnenmast auf Grünland geeignet ist (z. B. Aberdeen Angus). Der Mutterkuhhalter nimmt seinem Kooperationspartner alle Kreuzungskälber ab, die männlichen Kälber werden kastriert und als Ochsen auf der Weide gehalten. Die weiblichen werden bei Remontierungsbedarf zu Mutterkühen oder ebenfalls auf der Weide gemästet. Auf dieser Überlegung basiert ein Forschungsprojekt an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsplan und Tiere

Das laufende Projekt wird am Betrieb des Institutes für Nutztierforschung an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Laut Plan werden mit einer Herde von 15 Mutterkühen über einen Zeitraum von 3 – 4 Abkalbep Perioden Jungrinder produziert. Die Kühe stammen aus 3 verschiedenen Rassen (Fleckvieh (FV), Neuseeland Holstein-Friesian (NZ-HF) und Angus (AA)) und den Kreuzungen der Milchrassen (FV, NZ-HF) mit der Fleischrasse (AA), sodass sich schlussendlich 5 Gruppen zu je 3 Tieren ergeben (NZ-HF, FV, AA, NZ-HFxAA, FVxAA). Die NZ-HF- bzw. FV-Tiere stammen ebenso wie die

Kreuzungen (NZ-HFxAA und FVxAA) aus der Herde der Nutztierforschung, die AA-Tiere wurden zugekauft.

Die Mutterkühe werden in 3 Gruppen (AA; FV u. NZ-HF; NZ-HFxAA u. FVxAA) in einem Laufstall (Tieflaufstall mit Fressgang und tierindividuellem Fressplatz) mit eigenem Kälberschlupf gehalten. Die Abkalbung erfolgt in einer Abkalbebox, in der Kuh und Kalb mehrere Tage bis einige Wochen verbleiben. Zu Versuchsende sollen pro Gruppe 10 Jung-rinder ausgewertet werden können. Um die Kuhanzahl zu erhöhen, wurden jedes Jahr 1 - 2 Mutterkühe ausgetauscht, sodass die 10 Kälber jeder Gruppe von bis zu 7 (NZ-HF) verschiedenen Kühen stammen (je 4 Kühe AA u. FVxAA; 5 FV-Kühe u. 6 NZ-HFxAA-Kühe). Die Kühe der 5 genetischen Gruppen werden einheitlich mit Limousin-(LI)-Stieren belegt. Die künstliche Belegung erfolgt ab etwa dem 40. Laktationstag. Alle Jungtiere werden gemästet, wobei die männlichen Tiere mit etwa 3 Monaten unter Schmerzausschaltung kastriert werden. Die Tiere werden nicht enthornt und unabhängig vom Schlachtgewicht einheitlich mit 11 Monaten geschlachtet.

2.2 Rationsgestaltung

Sowohl die Ration der Kühe als auch jene der Kälber besteht ausschließlich aus Grundfutter, das zur freien Aufnahme angeboten wird. Die Kühe erhalten in der Säugezeit bis zum 250. Laktationstag eine Mischung aus Silage und Heu (jeweils 50 % der TM), danach und in der Trockenstezeit wird dieser Mischung altes Heu beigegeben. Die Mischung wird mit dem Futtermischwagen hergestellt. Der Anteil altes Heu erhöht sich vom 250. Laktationstag von 10 % auf 60 % der Gesamt-TM zum Zeitpunkt des Absetzens. 4 Wochen vor der Abkalbung reduziert sich der Heuanteil wieder bis auf 0 % (beim Abkalbetermin). Zusätzlich zum Grundfutter erhalten die Mutterkühe täglich 50 g Rimin Phos und 20 g Viehsalz.

Die Kälber erhalten zusätzlich zur Milch ausschließlich junges Kälberheu und ab Beginn der Einzelfütterung – in der Menge ansteigend – auch Mineralfutter (30 – 50 g Rimin Kuh+Kalbin, 10 - 20 g Viehsalz).

2.3 Erhebung der Milchaufnahme

Die Erhebung der Milchaufnahme mittels Wiegen-Säugen-Wiegen soll Rückschlüsse auf die Milchleistung der einzelnen Kühe zulassen. Diese Erhebung wird 1x pro Monat durchgeführt. Zu diesem Zweck werden die Kälber um 20:00 am Vorabend des Erhebungstages von den Kühen getrennt. Am Erhebungstag erhalten die Kälber nur 3 x (4:00, 12:00 u. 20:00 Uhr) Zugang zu ihren Müttern. Die aufgenommene Milchmenge wird aus der Differenz der Wiegungen vor und nach dem Trinken errechnet. Da eine Trennung von Kuh und Kalb nach dem Säugen schwierig ist, werden die Kühe während des Säugens fixiert. Aus diesem Grund ist Cross-Suckling möglich und es kann nur die Milchaufnahme der Kälber, nicht jedoch die individuelle Milchleistung der Mutter ermittelt werden. Durch die räumliche Trennung der genetischen Gruppen ist es jedoch möglich, die durchschnittliche Milchleistung der einzelnen Rassen bzw. Kreuzungen zu berechnen.

2.4 Erfassung der Lebendmasse und der Körperkondition

Die Erfassung der Lebendmasse aller Tiere (Mutterkühe und Jungrinder) erfolgt mittels wöchentlicher Wiegung, die jeweils um ca. 7 Uhr am Morgen durchgeführt wird. Für die Wiegung wird eine elektronische Tierwaage (Tru-Test EC 2000) mit Wiegeplateau im Fangstand verwendet.

Die Körperkondition der Mutterkühe wird 1x pro Monat von jeweils derselben Person beurteilt. Dabei erhalten die Tiere nach dem BCS-System von Edmonson et al. (1989) und Metzner et al. (1993) mittels Adspektion und Palpation genau definierter Körperstellen Noten von 1 (sehr mager) bis 5 (sehr fett).

2.5 Fruchtbarkeit und Abkalbeverlauf

Alle Behandlungen der Kühe und Kälber sowie die Anzahl und die Zeitpunkte der Besamungen und der Zeitpunkt und der Verlauf der Abkalbungen (1 = ohne Zughilfe, 2 = Zughilfe mit 1 Person, 3 = Zughilfe mit mehreren Personen, 4 = tierärztliche Hilfe, 5 = Totgeburt) werden dokumentiert. Die männlichen Kälber werden mit einem Lebendgewicht von ~120 kg (7. - 11. Lebenswoche) unter Schmerzausschaltung blutig kastriert.

2.6 Mast- und Schlachtleistung

Die Jungrinder werden in einem Alter von 11 Monaten direkt am Betrieb geschlachtet und die Mast- und Schlachtleistungsdaten tierindividuell erhoben. Die Masse des Schlachtkörpers wird ohne Berücksichtigung des Kopfes (Hinterhaupt bis 1. Halswirbel ohne Halsfleisch), der Füße bis zum Karpal- bzw. Tarsalgelenk, der Haut sowie der Organe der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle, ermittelt. Nierenfett, Nieren und der Schwanz zählen zum Schlachtkörper. Die Ausschlagungsprozentsätze errechnen sich aus den Lebendmassen vor der Schlachtung und dem Gewicht der warmen bzw. der kalten Schlachtkörper nach 48 Stunden bzw. 10 Tagen. Die Fleischigkeit und der Fettansatz der Schlachtkörper werden mittels EUROP-Klassifizierung beurteilt. Bei der Beurteilung der Fleischigkeit nach dem EUROP-System werden die Tiere von E bis P beurteilt, wobei E die beste Fleischigkeit darstellt. Für die statistische Auswertung wird für E=5 und P=1 eingesetzt. Die Beurteilung des Fettansatzes erfolgt wie im EUROP-System mit Punkten von 1 (= mager) bis 5 (= fett).

Die Zerlegung der rechten Schlachtkörperhälfte erfolgt nach 7-tägiger Fleischreifung entsprechend der DLG-Schnittführung (Augustini et al., 1987). Für die Berechnung der prozentuellen Teilstückanteile am Schlachtkörper werden die rechten Schlachtkörperhälften (7 Tage nach der Schlachtung) herangezogen. Sie werden zwischen 8. und 9. Rippe geteilt und in die einzelnen Fleischteile, die jeweils gewogen werden, zerlegt. Keule, Rücken (Roastbeef), Hinterhese (Wadschinken) und Filet werden als wertvolle Teilstücke zusammengefasst.

2.7 Fleischqualität

Die Fleischproben werden vom Musculus longissimus dorsi (langer Rückenmuskel) entnommen. Alle Proben werden nach einem definierten Probenschema gezogen, vakuumiert und weitere 7 Tage im Kühlschrank gereift (insgesamt 14 Tage Reifung) und danach eingefroren. Der Genusswert des Fleisches (M. longissimus dorsi) wird von vier bis fünf Personen, auf Basis einer subjektiven Beurteilung der Kriterien Saftigkeit (6 = sehr saftig, 1 = sehr trocken), Zartheit (6 = sehr zart, 1 = sehr zäh), Geschmack (6 = ausgezeichnet, 1 = nicht ausreichend) und Gesamteindruck (6 = ausgezeichnet, 1 = mangelhaft) aus gegrillten Proben des Rückenmuskels ermittelt (Wirth und Hauptmann, 1980).

2.8 Auswertung

Die vorliegende Auswertung erfolgte mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogrammes Excel. Aus den erhobenen Werten wurden Mittelwerte errechnet und daraus Tabellen bzw. Abbildungen erstellt. Für die Körperkonditions- bzw. Gewichtsverläufe wurden die Mittelwerte für die 1. Säugeperiode bzw. den weiteren Säugeperioden getrennt berechnet und dargestellt. Die Kalkulation der Milchleistung bzw. der aufgenommenen Milchmengen erfolgte mit Hilfe der monatlichen Mittelwerte und deren polynomischen Trendlinien. Damit wurden Tagesleistungen errechnet, die zu 330 Tage-Leistungen (Dauer der Säugeperiode) summiert wurden.

3. Ergebnisse und Diskussion

Seit Februar 2016 wurden bereits 45 (Stand: September 2020) Jungrinder geschlachtet (7 NZ-HF, je 9 AAXLimousin (LI) und (NZ-HFxAA)xLI sowie je 10 (FVxAA)xLI und FVxLI). Aktuell sind noch 4 Jungrinder (3 NZ-HFxLI und 1 (NZ-HFxAA)xLI) im Versuch, mit Ausnahme der Gruppe AAXLI kann somit voraussichtlich in jeder Gruppe die gewünschte Tieranzahl (10) erreicht werden.

3.1 Lebendgewicht und Körperkondition

Die Versuchskühe der einzelnen Rassen bzw. Kreuzungen zeigen deutliche Unterschiede in der durchschnittlichen Lebendmasse. Während die NZ-HF-Kühe nur eine durchschnittliche Lebendmasse von 518 kg aufweisen, haben die FVxAA-Kreuzungskühe eine Lebendmasse von 738 kg und sind damit um 220 kg schwerer. Die AA-Kühe wiegen 702 kg und die Fleckvieh- bzw. die Kreuzungskühe aus NZ-HFxAA haben durchschnittliche Lebendmassen von 670 bzw. 622 kg zu Buche stehen (Tab. 1). Gruber et al. (2018) geben für FV- und NZ-HF-Milchkühe ähnliche Lebendmassen (679 bzw. 555 kg) an. Aber auch die FV-Mutterkühe von Häusler et al. (2015) lagen im selben Bereich wie die FV-Kühe des vorliegenden Versuches. Eine getrennte Auswertung der Lebendmassen der Kühe in der 1. Säugeperiode und jener mit mehreren Säugeperioden zeigt, dass die Fleckviehkühe, aber auch die NZ-HFxAA-Kühe im Laufe weiterer Säugeperioden um mehr als 140 kg an Lebendmasse zulegten, während die NZ-HF-Kühe ihr Gewicht nur um 21 kg vermehrten (Abb. 1). Bei Häusler et al. (2015) erhöhten sich die Lebendmassen von FV-Mutterkühen, die extensiv gefüttert wurden, von 618 kg in der 1. Säugeperiode über 638 kg in der 2. auf 707 kg in der 3. und 4. Laktation, wobei die Kühe mit einer kurzen Säugedauer (180 Tage) bereits von der 1. auf die 2. Laktation deutlich an Lebendmasse zulegten. Die AA- bzw. FVxAA-Kühe des vorliegenden Versuches erhöhten ihre Lebendmassen in den weiteren Säugeperioden um rund 110 kg (Abb. 1).

Die Lebendmasse- und Körperkonditionsverläufe werden in den Abbildungen 2 – 5 getrennt nach der 1. und > 1. Säugeperiode dargestellt. Die Lebendmasseabnahmen nach der 1. Abkalbung waren in der darauffolgenden Säugeperiode bei den NZ-HF-Tieren mit insgesamt 64 kg deutlich höher als in den folgenden Säugeperioden (29 kg). Allerdings lag der Nadir in der 1. Säugeperiode bereits im 4. Säugemonat (Abb. 2), während die NZ-HF-Kühe in den folgenden Säugeperioden zwar weniger, aber bis zum Ende der Säugeperiode kontinuierlich an Lebendmasse verloren (Abb. 3). Dies deckt sich mit der Körperkonditionsbeurteilung und deutet auf eine leichte Energieunterversorgung über die gesamte Säugeperiode >1 hin. Auch bei der Körperkondition lag der Nadir mit 3,0 Punkten in der 1. Säugeperiode in der 4. Woche, während er in den folgenden Säugeperioden am

Tabelle 1: Lebendmasse, Körperkondition, Milchmenge, Fruchtbarkeit und Abkalbverlauf

Merkmal		Rasse bzw. Kreuzung				
		Angus	NZ-HF	FV	NZ-HFxAA	FVxAA
Lebendmasse	kg	702	518	670	622	738
Körperkondition	(1-5)	4,32	3,05	3,36	3,70	3,78
Milchmenge Säugeperiode	kg	3.284	4.402	4.299	4.023	3.901
Milchmenge/Tag	kg	10,0	13,3	13,0	12,2	11,8
Besamungsindex	n	2,1	2,8	2,5	1,9	1,7
Abkalbverlauf*	(1-5)	1,7	2	2	1,8	1,7
Anzahl Schweregeburten	n	2	1	2	0	0
Anzahl Totgeburten	n	1	0	0	0	0

* 1=alleine, 2=1 Person, 3=mehrere Personen, 4=Tierarzt, 5=Totgeburt

Abbildung 1: Durchschnittliche Lebendgewichte der einzelnen Rassen bzw. Kreuzungen

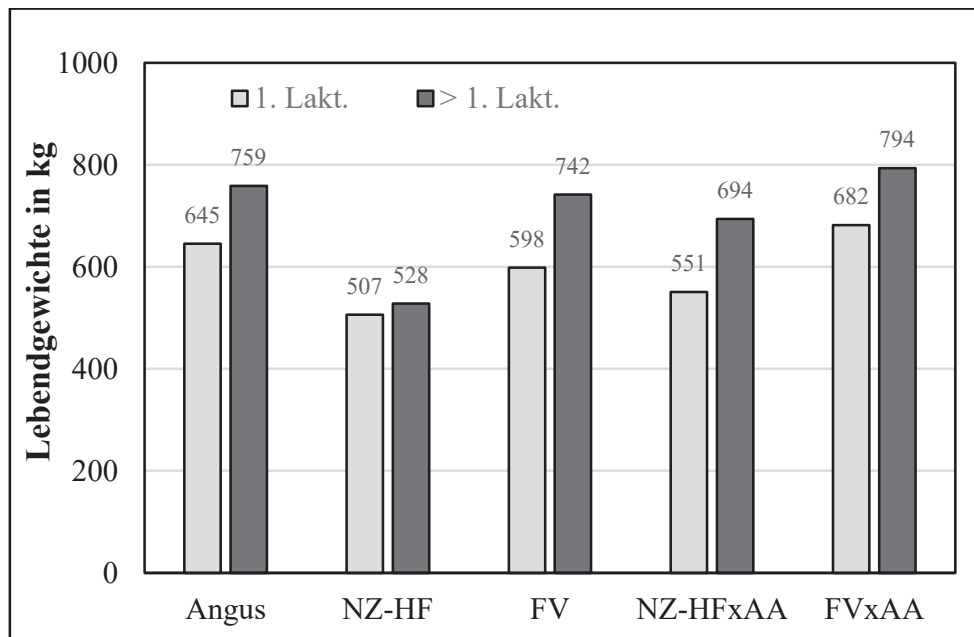
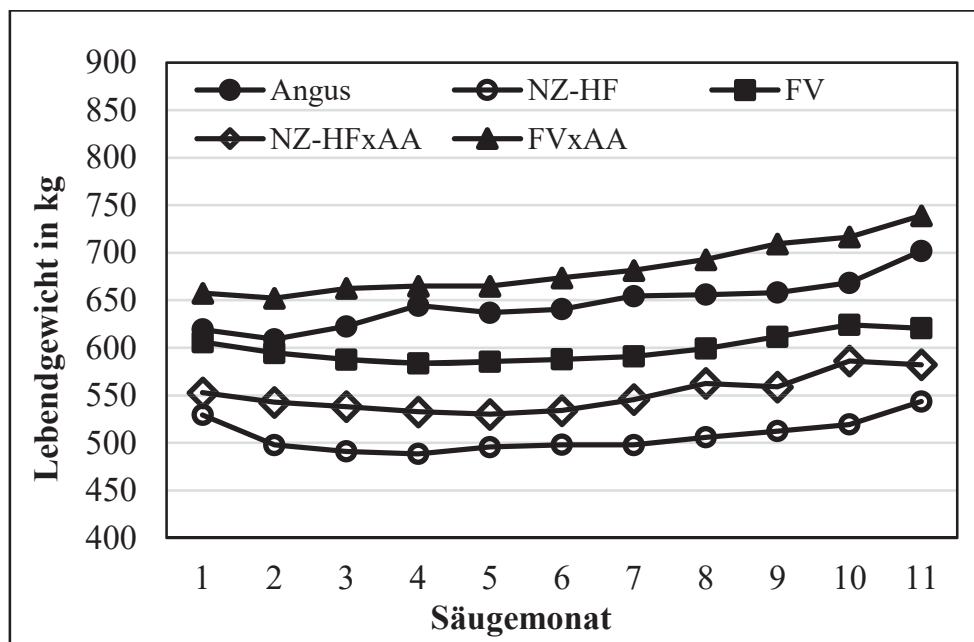


Abbildung 2: Entwicklung der Lebendgewichte in der 1. Säugeperiode



Ende der Säugeperiode lag (BCS 2,8). Die NZ-HF-Kühe verloren in der 1. Säugeperiode 0,43 und in den weiteren Perioden 0,84 BCS-Punkte. In der 1. Säugeperiode verloren auch die FV- und die NZ-HFxAA-Kühe sowohl an Körpermasse (jeweils ca. 20 kg) als auch – und zwar deutlich – an Körperkondition (FV 0,66 und NZ-HFxAA 0,48 Punkte). Am Ende der Säugeperiode wiesen sie zwar eine deutlich höhere Lebendmasse auf als nach der Abkalbung, die Körperkondition lag jedoch auf einem tieferen Niveau. Diese Beobachtungen dürften auf die körperliche Entwicklung (die Jungkühe wachsen noch) und die sehr gute Milchleistung der NZ-HF-Kühe aber auch der FV- und der NZ-HFxAA-Kühe zurückzuführen sein, die ähnlich wie bei den FV-Kühen von Häusler et al. (2015) zu einer negativen Energiebilanz geführt haben dürfte.

In den folgenden Säugeperioden konnten diese Lebendmasseabnahmen bei den FV- und NZ-HFxAA-Kühen nicht mehr beobachtet werden. Sie legten ebenso wie die AA- und

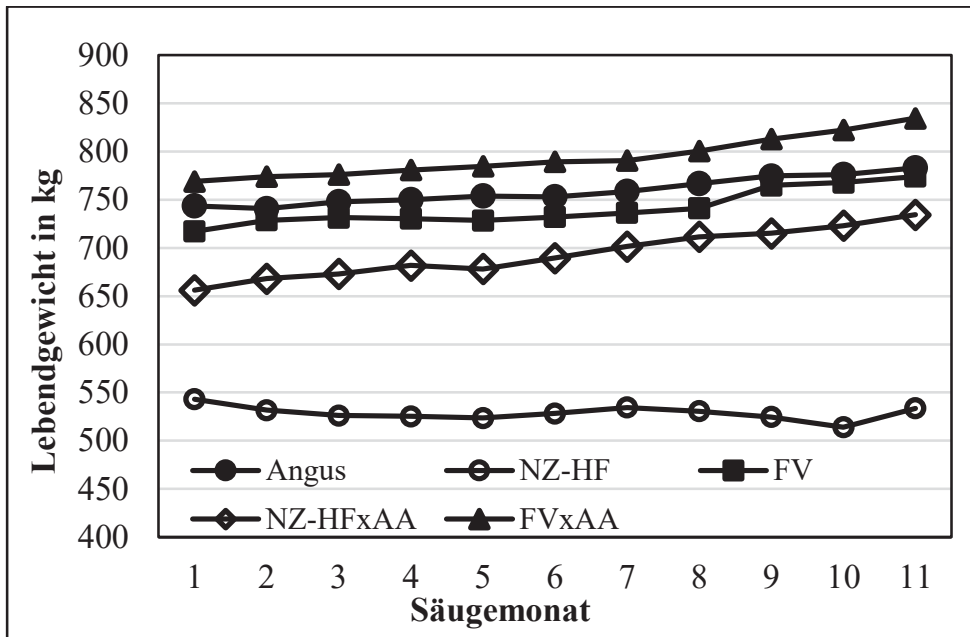


Abbildung 3: Entwicklung der Lebendgewichte > 1. Säugeperiode

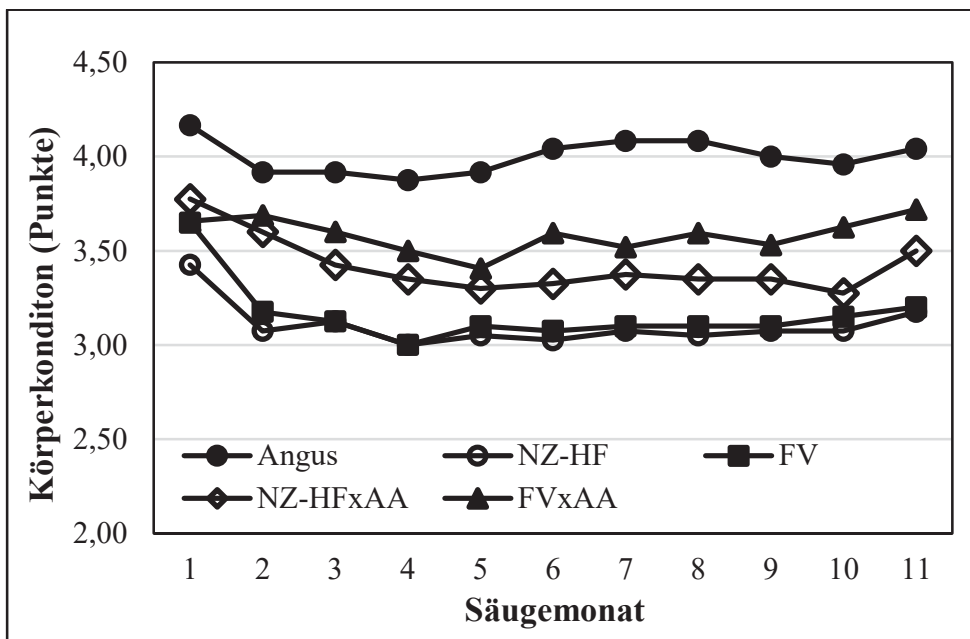


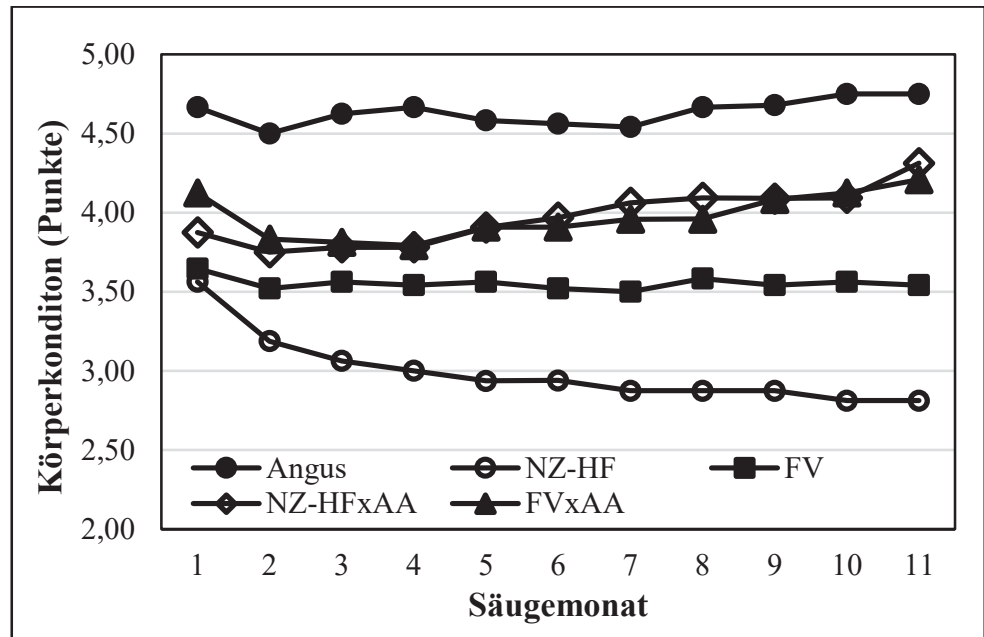
Abbildung 4: Entwicklung der Körperkondition in der 1. Säugeperiode

FVxAA-Kühe kontinuierlich an Lebendmasse zu. Der Verlust an Körperkondition war bei den FV- und NZ-HFxAA-Kühen in den weiteren Säugeperioden ähnlich gering (< 0,25 Punkte) wie bei den AA- und FVxAA-Kühen in allen Säugeperioden. Dies lässt den Schluss zu, dass bei den Kühen dieser genetischen Gruppen in den betreffenden Säugeperioden der Energiebedarf gedeckt gewesen sein dürfte.

3.2 Fruchtbarkeit und Abkalbeverlauf

Die Kreuzungstiere (FVxAA und NZ-HFxAA) wiesen mit 1,7 bzw. 1,9 einen deutlich besseren Besamungsindex als die reinrassigen FV- (2,5) und NZ-HF-Kühe (2,8) auf (Tab. 1). Die AA-Tiere lagen mit 2,1 dazwischen. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, führen Baumung (2005) und Fürst-Waltl (2005) an, dass, bedingt durch den Heterosiseffekt, bei Mischlingen oder Hybriden vor allem die Fitnesswerte und damit auch die Fruchtbarkeit

Abbildung 5: Entwicklung der Körperkondition > 1. Säugeperiode



besser sind als bei den reinerbigen Vorfahren.

Dies zeigte sich auch beim Abkalbverlauf (Tab. 1). Während der durchschnittliche Verlauf ähnlich günstig war wie bei den reinen AA-Tieren, gab es im Gegensatz zu den AA-Tieren in beiden Kreuzungsvarianten keine Schweregeburten.

3.3 Aufgenommene Milchmenge

Die Kälber der NZ-HF-Kühe nahmen in ca. 330 Tagen durchschnittlich etwa 4.400 kg Milch auf, das entspricht einer durchschnittlichen täglichen Milchmenge von 13,3 kg (Tab. 1). Etwa 100 kg weniger und damit täglich durchschnittlich 13 kg Milch stand den Kälbern der Fleckviehkühe zur Verfügung. Die NZ-HFxAA-Kälber konnten täglich durchschnittlich 12,2 kg (4.023 kg in 330 Tagen) und die FVxAA-Kälber 11,8 kg (3.901 in 330 Tagen) trinken. Am niedrigsten war die durchschnittliche Milchaufnahme bei den Kälbern der reinen AA-Kühe. Pro Tag erhielten sie durchschnittlich 10 kg Milch, das entspricht einer Milchmenge von 3.284 kg in 330 Tagen Säugezeit. Unabhängig von der Genetik und der gesamten aufgenommenen Milchmenge lag die maximale Milchaufnahme zwischen dem 4. und etwa 8. Lebensmonat. In diesem Zeitraum nahmen die Kälber mit Ausnahme jener der reinen Angus-Kühe (max. etwa 12 kg) durchschnittlich 15 – 17 kg Milch auf. Der Maximalwert lag – allerdings mit Hilfe von Cross-Suckling – bei etwa 24 kg Milch. Im Versuch von Häusler et al. (2015), in dem die Mutterkühe 1x-wöchentlich gemolken wurden, lag die durchschnittliche tägliche Milchmenge bei 11,3 bis 13,1 kg Milch (Säugedauer 270 bzw. 180 Tage) und damit auf einem ähnlichen Niveau wie die FV-, NZ-HF- und Kreuzungskühe (NZ-HFxAA u. FVxAA) des vorliegenden Versuches. Scholz et al. (2001) erhoben bei Fleckvieh- und Kreuzungsmutterkühen (Milchrind x Fleischerind) eine durchschnittliche Tagesmilchmenge von 13,4 kg Milch. Das entspricht in etwa der Tagesmilchmenge der NZ-HF-Kühe des vorliegenden Versuches, die Fleckviehkühe und auch die Kreuzungskühe erreichten diesen Wert nicht. Allerdings stammt die durchschnittliche Tagesmilchmenge des vorliegenden Versuches aus einer 330 Tage langen Säugezeit, während bei Scholz et al. (2001) eine 280-Tage-Leistung zu Buche stand. Jenkins und Ferrell (1992) ermittelten bei 9 verschiedenen Mutterkuhrassen Tagesmilchmengen von 8,8 – 11,9 kg. Der obere Wert entspricht der durchschnittlichen täglichen Milchmenge der FVxAA-Kühe, die NZ-HFxAA-Kühe lagen etwas darüber. Die AA-Kühe des vorliegenden Versuches finden sich etwa im Durchschnitt dieser Werte.

3.4 Mast- und Schlachtleistung der Jungrinder

In der vorliegenden Auswertung wurden 45 Tiere berücksichtigt, wobei mit Ausnahme der Gruppe (NZ-HFxAA)xLI die kastrierten männlichen Tiere in allen Gruppen die Mehrzahl bildeten. Die Jungrinder wurden – wie geplant mit ca. 11 Monaten (etwa 335 Tage \pm 5 Tage) geschlachtet (Tab. 2).

Bereits in den Geburtsgewichten zeigten sich deutliche Unterschiede (Tab. 2). Die NZ-HFxLI-Kälber waren deutlich leichter (37 kg) als die AAxLI- und (NZ-HFxAA)xLI-Kälber (jeweils 42 kg) und diese wiederum deutlich leichter als die FVxLI- und die (FVxAA)xLI-Kälber (46 bzw. 48 kg). Gruber et al. (2018) erhoben in einem Milchviehversuch durchschnittliche Geburtsgewichte von 50 kg für jeweils reinrassige FV- und 35 kg für NZ-HF-Kälber. Die Kälber der NZ-HF-Kühe waren auch durch die Kreuzung mit LI nur unwesentlich schwerer und die LI-Kreuzungskälber aus den Kreuzungen mit FV bzw. FVxAA etwas leichter als von Gruber et al. (2018) angegeben. Tschümperlin et al. (2001) erhoben in ihrem Versuch mit AAxHF- bzw. reinen AA-Kühen, die wiederum mit einem AA-Stier belegt wurden, Geburtsgewichte von durchschnittlich 36,5 kg. Dieser Wert deckt sich mit jenen der NZ-HFxAA-Kälber des vorliegenden Versuches.

Die durchschnittlichen Mastendgewichte (Tab. 2) lagen zwischen 443 kg (AAxLI) und 493 kg ((FVxAA)xLI) und waren damit doch deutlich höher als die von Terler et al. (2014) angegebenen Endgewichte der Versuche in Hohenlehen und am Grabnerhof, wobei in Hohenlehen die FVxLI-Kreuzungen zum Teil deutlich früher und damit jünger geschlachtet wurden.

Die niedrigere Milchleistung der AA-Kühe führte zu deutlich niedrigeren Tageszunahmen (1.191 g) der Kälber im Vergleich zu den Kälbern der FVxAA-, FV- und NZ-HF-Kühe (1.313 g, 1.292 g und 1.272 g; Tab. 2). Die Kälber der NZ-HFxAA-Kühe lagen mit 1.220 g nur etwa 30 g über den Kälbern der AA-Kühe. Berücksichtigt man das Geschlecht ((FVxAA)xHF 9m/ 1w; (NZ-HFxAA)xLI 4m/ 5 w) sind diese Werte zu relativieren. Häusler et al. (2015) berichten, dass bei gleicher Fütterung die FVxCharolais-(CH)-Ochsen um 111 g mehr zulegten als die FVxCH-Kalbinnen. Diese geschlechtsspezifischen Unterschiede werden auch von Terler et al. (2014), Terler et al. (2018), Steinwidder et al. (2007) und Link et al. (2007) bestätigt. Die durchschnittlichen Tageszunahmen des vorliegenden Versuches lagen am bzw. leicht über dem Wert, den Häusler et al. (2015) für die Säugeperiode von FVxLI-Kreuzungen erhoben (1.184 g – 1.241 g). Für die FVxLI-Kreuzungen vom Grabnerhof geben Terler et al. (2014) Tageszunahmen von 1.166 g und damit deutlich niedrigere als die im vorliegenden Projekt erhobenen Werte für diese Kreuzung an. Die FVxLI-Kreuzungen aus Hohenlehen (Terler et al., 2014) lagen mit durchschnittlich 1.355 g über den im vorliegenden Versuch erhobenen Werten. Tschümperlin et al. (2001) geben für reinrassige AA-Kälber bzw. Kälber von HFxAA-Kühen, die mit einem AA-Stier belegt wurden, durchschnittliche Tageszunahmen von 1.000 g an. Die Rasse der Mütter zeigte keinen signifikanten Unterschied.

Die Schlachtkörpergewichte (kalt; Tab. 2) lagen zwischen 246 kg (AAxLI) und 281 kg ((FVxAA)xLI) und damit deutlich über jenen von Terler et al. (2014). Lediglich die männlichen, nicht kastrierten, Kälber vom Grabnerhof erreichten mit 247 kg ähnliche Werte. Die Schlachtkörpergewichte von Tschümperlin et al. (2001) lagen hingegen nur zwischen 180 kg (weiblich) und 205 kg (Ochsen).

Die höchsten Ausschachtungsprozente zeigten mit 57,2 % bzw. 57,0 % die HFxAA- und die (FVxAA)xLI-Kälber, während die Ausschachtung der AAxLI- bzw. der (NZ-HFxAA)xLI-Kälber nur bei 55,5 bzw. 54,8 % lag (Tab. 2). Sie lagen damit im Bereich der von Terler et al. (2014) angegebenen Werte (Grabnerhof 54,2 – 56,3 %; Hohenlehen 57,4 – 58,4 %). Tschümperlin et al. (2001) geben für reine AA-Kälber bzw. Kälber aus Kreuzungen von HFxAA-Kühen durchschnittlich 50,4 % an, wobei die Ochsen um etwa 2,1 % über den weiblichen Kälbern und die reinrassigen AA-Kälber um etwa 1 % über den Kreuzungskälbern lagen. Da bei den (NZ-HFxAA)xLI-Kälbern der Anteil der weiblichen Tiere am höchsten war, dürfte der etwas niedrigere Wert auch dieser Tatsache geschuldet sein.

Tabelle 2: Mast- und Schlachtleistungen der Jungrinder

Merkmale		Kreuzung				
		AAxLI	NZ-HFxLI	FVxLI	(NZ-HFxAA)xLI	(FVxAA)xLI
n		9 (7m, 2w)	7 (4m, 3w)	10 (6m, 4w)	9 (4m, 5w)	10 (9m, 1w)
Lebensstage		337	332	339	336	340
Geburtsgewicht	kg	42	37	46	42	48
Mastendgewicht	kg	443	459	485	452	493
Tageszunahmen	g	1.191	1.272	1.292	1.220	1.313
Schlachtgewicht kalt	kg	246	263	274	248	281
Ausschlachtung kalt	%	55,5	57,2	56,5	54,8	57,0
Fleischklasse	(E=5; P=1)	3,5	3,6	3,7	3,6	3,6
Fettklasse	1-5	2,9	3,7	3,0	3,4	2,7
Anteil wertvolle Teilstücke*	%	45,2	44,5	45,7	44,6	46,1

* Wertvolle Teilstücke: Keule, Rücken (Roastbeef), Hinterhese (Wadschinken) und Filet

Die Fleischigkeit lag in allen Gruppen auf einem guten Niveau (3,5 – 3,7) und zeigte kaum Unterschiede zwischen den genetischen Gruppen (Tab. 2). Sie lag damit über den von Terler et al. (2014) für den Grabnerhof, aber unter den für Hohenlehen angegebenen Werten. Deutliche Unterschiede zeigten sich in der Fettklasse. Während die (FVxAA)xLI-, die AAxLI- und die FVxLI-Kälber Werte von 2,7, 2,9 bzw. 3,0 aufwiesen wurde die Fettklasse bei den Kälbern der NZ-HF- bzw. der NZ-HFxAA-Kühen mit 3,7 bzw. 3,4 beurteilt. Hier dürfte neben der Genetik (FV ist spätreifer als NZ-HF; AA-Kühe haben eine niedrigere Milchleistung) auch das Geschlecht eine entscheidende Rolle gespielt haben, bei den AAxLI- bzw. (FVxAA)xLI-Kälbern überwog die Anzahl der männlichen Tiere deutlich. Nicht überraschend war die höchste Fettklasse bei den NZ-HFxAA-Kälbern, denn sowohl Holstein- als auch Limousin-Tiere neigen – bei entsprechender Fütterung – zu früherem Fettansatz. Insgesamt lag die Fettklasse in allen genetischen Gruppen um bis zu 2 Punkte über den von Terler et al. (2014) angegebenen Werten und damit auf einem deutlich höheren Niveau. Dieses Ergebnis zeigt, dass eine gute Milchleistung auch ohne Kraftfutterergänzung eine sehr gute Energieversorgung ermöglicht.

Der Anteil der wertvollen Fleischstücke (Tab. 2) lag zwischen 44,5 und 46,1 % (kein deutlicher Unterschied) und damit ebenfalls im Bereich der von Terler et al. (2014) angegebenen Werte.

3.5 Fleischqualität

In Tabelle 3 finden sich die Ergebnisse der Fleischverkostung. Beim Gesamteindruck der untersuchten Proben unterschieden sich die genetischen Gruppen – trotz kleiner Unterschiede in den einzelnen Merkmalen – mit Ausnahme der Gruppe (FVxAA)xLI, die um 0,5 bzw. 0,6 Punkten und damit doch deutlich abfiel, kaum. Hier zeigt sich das unausgewogene Geschlechtsverhältnis, das auch bei der Fettklassifizierung bereits ersichtlich wurde. Bei Terler et al. (2018) wurden im Gegensatz zu den hier vorliegenden Ergebnissen die Ochsen zwar besser beurteilt als die Kalbinnen. Allerdings hatten bei Terler et al. (2018) sowohl die Ochsen als auch die Kalbinnen eine Fettklasse von 2,7, vorzuweisen während im vorliegenden Versuch die Fettklasse in der Gruppe (FVxAA)xLI am niedrigsten war. Bei Terler et al. (2018) wurden die Stiere, die nur eine Fettklasse von 2,2 aufwiesen, bei der Verkostung deutlich schlechter beurteilt. Der hohe Genusswert der AAxLI-Tiere ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die sehr gute Fleischqualität der AA-Genetik, die in dieser Gruppe am höchsten war, zurückzuführen.

Tabelle 3: Genusswert des Fleisches der Jungrinder

Merkmale		Kreuzung				
		AAxLI	NZ-HFxLI	FVxLI	(NZ-HFxAA)xLI	(FVxAA)xLI
n		9 (7m, 2w)	7 (4m, 3w)	9 (5m, 4w)	7 (4m, 3w)	10 (9m, 1w)
Saftigkeit	1 - 6	4,5	4,5	4,6	4,5	4,0
Zartheit	1 - 6	4,8	4,4	4,6	4,5	4,0
Geschmack	1 - 6	4,8	4,6	4,6	4,6	4,3
Gesamteindruck	1 - 6	4,7	4,6	4,6	4,6	4,1

4. Schlussfolgerungen

- Zufriedenstellende Tageszunahmen sind auch ohne Kraftfutter möglich. Je mehr Milch zur Verfügung steht, desto höher sind die Tageszunahmen!
- Mutterkühe müssen nicht stark bemuskelt sein, damit ihre Nachkommen gute Schlacht- und Mastleistungen aufweisen, sie brauchen eine gute Milchleistung und den passenden Kreuzungspartner aus einer Fleischrasse!
- Kreuzungskühe sind fruchtbar und vital, die Mast- und Schlachtleistungen ihrer Kälber sind vergleichbar mit jenen von milchbetonten reinrassigen Mutterkühen!
- Der Einsatz von F1-Gebrauchskreuzungstieren (Milchrasse (HF, BS aber auch FV) x Angus) als Mutterkühe scheint eine sinnvolle Alternative zu reinrassigen Mutterkühen aus der Milchviehhaltung darzustellen. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die Kreuzungskühe aus Fleckvieh x Angus relativ schwer und zum Teil auch etwas schwierig im Charakter sind.
- Passende Kreuzungstiere könnten aus Kooperationen zwischen Milch- und Mutterkuhhaltern gewonnen werden, die sich auch positiv auf die wirtschaftliche Situation beider Kooperationspartner auswirken würde.

Literatur

Allmannsberger, R., 2016: Regeln für erfolgreiche Mutterkuhhalter, Teil 2. Der Fortschrittliche Landwirt 22, 28-29.

Allmannsberger, R., 2016: Regeln für erfolgreiche Mutterkuhhalter, Teil 3. Der Fortschrittliche Landwirt 23, 22-23.

Augustini, C., V. Temisian und L. Lüdden, 1987: Schlachtwert: Grundbegriffe und Erfassung. In: Rindfleisch. Schlachtkörper und Fleischqualität. Kulmbacher Reihe 7. Herausgeber: Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, BAFF Kulmbach.

Brade, W., 2019: Systematische Kreuzung auch in der Fleischrinderzucht? Bauernblatt 12.10.2019, 29-31.

Baumung, R., 2005: Genetische Grundlagen und Methoden der Kreuzungszucht. Tagungsband Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Salzburg, 3-9.

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT), 2020: Rindfleischproduktion 2019. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich, 46 S.

- Edmonson, A.J., I.J. Lean, L.D. Weaver, T. Farver and G. Webster**, 1989: A body condition scoring chart for Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.
- Ernst, G.**, 2002: Wie kann die Rentabilität der Mutterkuhhaltung durch produktionstechnische Maßnahmen und Genetik verbessert werden? *de letzebuenger züchter* 19/2, 32-37.
- Fürst-Waltl, B.**, 2005: Kreuzungszucht bei Fleischrindern. Tagungsband Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Salzburg, 27-35.
- Gruber, L., J. Häusler, G. Terler und M. Velik**, 2018: Erste Ergebnisse aus einem langfristigen Forschungsprojekt im Institut für Nutztierforschung zur Gesamteffizienz des Produktionssystems „Rinderhaltung“. *ÖAG Informationsschrift* 2/2018, 17 S.
- Häusler, J.**, 2015: Flächen effizient nutzen. *Der Fortschrittliche Landwirt* 3, 16-17.
- Häusler, J., S. Hörmann, B. Fürst-Waltl und A. Steinwidder**, 2015: Auswirkungen unterschiedlicher Absatztermine auf extensiv gefütterte Fleckviehmutterkühe und deren Kälber 1. Mitteilung: Futteraufnahme, Milchleistung und Fruchtbarkeit der Mutterkühe. *Züchtungskunde* 87 (5), 299-318.
- Häusler, J., S. Enzenhofer, B. Fürst-Waltl und A. Steinwidder**, 2015: Auswirkungen unterschiedlicher Absatztermine auf extensiv gefütterte Fleckviehmutterkühe und deren Kälber 2. Mitteilung: Entwicklung der Jungrinder in der Säugeperiode und in der intensiven Ausmastperiode. *Züchtungskunde* 87 (6), 391-412.
- Jenkins, T.G. und C.L. Ferrell**, 1992: Lactation characteristics of 9 breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *J. Anim. Sci* 70, 1652-1660.
- Kirner, L.**, 2019: Wege in eine zukunftsfähige Mutterkuhhaltung. *Der Fortschrittliche Landwirt* 3, 26-29.
- Liebchen, K.**, 2016: Professionelle Mutterkuhhaltung braucht Konsequenz. *Der Fortschrittliche Landwirt* 21, 26-27.
- Link, G., H. Willeke, M. Golze und U. Bergfeld**, 2007: Mast- und Schlachtleistung bei Bullen und Färsen von Fleischrinderrassen und der Kreuzung Deutsch Angus x Fleckvieh. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 50/4, 356-362.
- Metzner, M., W. Heuwieser und W. Klee**, 1993: Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement. *Prakt. Tierarzt* 11, 991-998.
- Morris, S.T.**, 1997: Cross breeding in beef cattle herds. *New Zealand Simmental* 41, 51-58.
- Scholz, H., A.Z. Kovacs, J. Stefler, R.-D. Fahr und G. v. Lengerken**, 2001: Milchleistung und -qualität von Fleischrindkühen während der Säugeperiode. *Arch. Tierz.* 44, 611-620.
- Statistik Austria**, 2020: Viehbestand – Rinderbestand 01.06.2020. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/viehbestand/index.html#index1 (besucht am 17.09.2020)

Steinwider, A., T. Guggenberger, A. Schauer, A. Römer, G. Ibi und J. Frickh, 2007: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Mastleistung von Jung-
rindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 79, 128–141.

Terler, G., M. Velik, J. Häusler, R. Kitzler und J. Kaufmann, 2014: Schlachtleistung und
Fleischqualität von Jungrindern (Fleckvieh × Limousin und Limousin) aus der Mutterkuh-
haltung. Bericht 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg- Gumpenstein,
Irdning, 09.-10. April 2014, 85–95.

Terler, G., M. Velik und C. Fritz, 2018: Intensive Mast von Stier, Ochse und Kalbin –
Unterschiede in Mastleistung, Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit.
Abschlussbericht, 50 S.

Tschümperlin, K., D. Erdin, H. Leuenberger und N. Künzi, 2001: F1-Gebrauchskreu-
zungskuh Fleischrasse × Milchrasse, Mutterkuh der Zukunft? *Agrarforschung* 8, 300-305.

Weaver, B., 2008: Crossbreeding for Commercial Beef Production. University of Missou-
ri-Columbia. 5 S.

Wirth, F. und S. Hauptmann, 1980: Sensorik – Ausbildung für Sachverständige der
DLG-Qualitätsprüfung für Fleischerzeugnisse. Problemstellung und Ziele (Teil 1). *Fleisch-
wirtschaft* 60, 27–34.

Fünf Fragen zur Bewertung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen in Österreich

Thomas Guggenberger^{1*}, Georg Terler¹, Christian Fritz³, Markus Herndl² und Florian Grassauer²

Zusammenfassung

Der international ausgerichtete Austrian National Inventory Report und der Klimaschutzbericht als nationale Umsetzung bilden die Grundlagen jeder gesellschaftlichen Diskussion und Zielausrichtung in der Österreichischen Klimapolitik. Der zugrundeliegende Standard der aktuellen Berechnung (IPCC Guidelines) lässt aus der Sicht der Landwirtschaft einige Fragen offen. Fünf dieser Fragen werden hier beantwortet. Sie betreffen die sachliche und zeitliche Abgrenzung von Bewertungsinventaren und ihrer langfristigen Wirkung, die sektorale Bilanz von Landnutzungsänderungen und die Auswahl des richtigen Zielsystems als Referenz für eine anteilige Bewertung. Das Ergebnis zeigt sechs verschiedene Bewertungspfade für eine alternative Bewertung des landwirtschaftlichen Anteils an den österreichischen Treibhausgasemissionen. Die Ergebnisse liegen in einem Fall über, in allen anderen Fällen leicht bis deutlich unter dem aktuellen Anteil von 10,3 %. Abschließend wird gezeigt, dass für die Reduktion des CO₂e-Anteil der Landwirtschaft vor allem an der Nutzung der fossilen Energie und an der Reduktion globaler LULUCF-Schulden gearbeitet werden muss.

Schlagwörter: IPCC Guidelines, Klimaschutzbericht, anthropogener Einfluss, natürliches Ausgangsniveau, Global Warming Potential 500 Jahre, Zurechnung von Senken, konsumbasierte Bilanzierung

Summary

The internationally oriented Austrian National Inventory Report and the Climate Protection Report as national implementation deliver different facts for public discussions and objectives of Austrian climate policy. From the perspective of agriculture, the used standard for calculation (IPCC Guideline) leads to several questions. Five of these questions are answered here. They concern basic calculation aspects for inventories and their long-term effects, the sectoral balance of land use changes and the selection of an effective reference system. Six different evaluation paths for an alternative evaluation of the agricultural share of Austrian greenhouse gas emissions are shown. In one of the cases the results are above, all other results are below the current share of 10.3 %. Finally, we showed that in order to reduce the CO₂e share of agriculture, work must be done primarily on the use of fossil energy and on reducing global LULUCF debts.

Keywords: IPCC inventory guidelines, climate protection report, anthropogenic impact, baseline, global warming potential 500 years, consideration of sinks, consumer based balance

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Thomas Guggenberger, email: thomas.guggenberger@raumberg-gumpenstein.at

Einleitung

Die Häufigkeit der Nutzung eines Begriffes gibt Auskunft über seine gesellschaftliche Bedeutung. Oft genutzte Begriffe stehen im multiplen Zusammenhang zum Alltag und werden sowohl im Berufs- als auch im Privatbereich verwendet. Zur Abschätzung der individuellen Bedeutung eines untersuchten Begriffes kann eine Normierung an einem zentralen Begriff vorgenommen werden. Ein solcher Begriff ist für die Landwirtschaft etwa Essen der 5mal so oft vorkommt wie der Begriff *Landwirtschaft*, aber nur 2mal so oft wie der Begriff *Klimaschutz*. Wenn wir die Suchbegriffe verfeinern, dann verlieren diese sehr rasch an Bedeutung. Essen kommt etwa 7mal öfter vor als Pflanzen, 18mal öfter als Tiere, 70mal öfter als Milch und 1.500mal öfter als *Treibhausgase*. Das überrascht nicht. Am Begriff Klimaschutz kann gezeigt werden, wie wenig sich die Beiträge dabei in die fachliche Tiefe bewegen. Nur einer von 19 Beiträgen aus dem Bereich des Klimaschutzes nennt auch den Begriff der Treibhausgase (THG). Jeder zweite Beitrag nennt aber den Verkehr, jeder fünfte die Industrie und jeder sechste die Landwirtschaft. Es geht also in der gesellschaftlichen Diskussion mehr um die Suche nach den Schuldigen, als um die Klärung der Ursachen. Das ist kein Zufall, sondern Ergebnis der Methoden zur Untersuchung von gasförmigen Emissionen und ihrem potenziellen Beitrag zur Klimaerwärmung. Diese sind komplex und verbergen sich in internationalen Vereinbarungen und vielen wissenschaftlichen Grundlagedokumenten. Dieser Beitrag zeigt im ersten Teil grob, wie die wichtigsten Treibhausgase bewertet werden und wie diese Ergebnisse den verschiedenen Emittenten zugeordnet werden. Danach werden fünf Fragen angesprochen, die im aktuellen Verfahren aus der Sicht der Landwirtschaft von Bedeutung sind. Die Ergebnisse der Fragen führen zu einer alternativen Bewertung in zwei Stufen, die zu insgesamt sechs Emissionspfaden führt. Die maßgeblichen Einflüsse der alternativen Bewertung sind die Ausweitung der Beobachtungszeiträume von Eingangsdaten und Folgewirkungen.

Basisprozess zur internationalen Bewertung des Treibhauspotenzials

Am Ausgangspunkt der Informationen zur Basismethode der globalen Bewertung von Treibhausgasen muss gesagt werden, dass alle methodischen, organisatorischen und rechtlichen Verfahren und Schritte von staatlichen Organisationen bereits in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts angestoßen wurden und sich nicht unmittelbar an die Bürger wenden. Es wird vielmehr davon ausgegangen, dass das globale Problem der Klimaerwärmung nicht von einzelnen Menschen oder konkreten Organisationen gelöst wird, sondern eine territoriale Lösung primär durch Regierungen und sekundär durch Unternehmen innerhalb der Staatsgrenzen der Mitgliedsstaaten erfolgt. Grundlage des Verfahrens in Österreich ist die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (Konferenz von Rio 1992), die in nationales Recht überführt wurde (BGBl. 414/1994, 2004). Mit der organisatorischen und wissenschaftlichen Umsetzung wurde der wenige Jahre zuvor gegründete Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC) beauftragt. Die völkerrechtliche Grundsatzgesetzgebung wurde durch Gesetze und Richtlinien der Staatengemeinschaft (z.B. der Europäischen Union (280/20004/EG, 2007)) und durch nationale Gesetze (z.B. österreichisches Klimaschutzgesetz (BGBl. 106/2011, 2011)) ergänzt.

Die Bewertung der Treibhauspotenziale beruht für alle umsetzenden Staaten der Erde auf folgendem Prozess:

1. Im Rahmen von „Assessment Reports“ (AR)(IPCC, 2014), aktuell ist der fünfte AR aus dem Jahr 2014/2015 und wir erwarten den sechsten AR im Jahr 2021/2022,

berichtet ein globales Netz an Wissenschaftlern in drei Arbeitsgruppen über die aktuelle Situation der Erderwärmung. Arbeitsgruppe I liefert die physikalischen Grundlagen (IPCC, 2013) und schafft damit die Basis für Arbeitsgruppe II. Diese bespricht die Konsequenzen der Erwärmung und wendet sich mit den Ergebnissen vor allem an die Verantwortlichen. Arbeitsgruppe III befasst sich mit dem Klimaschutz.

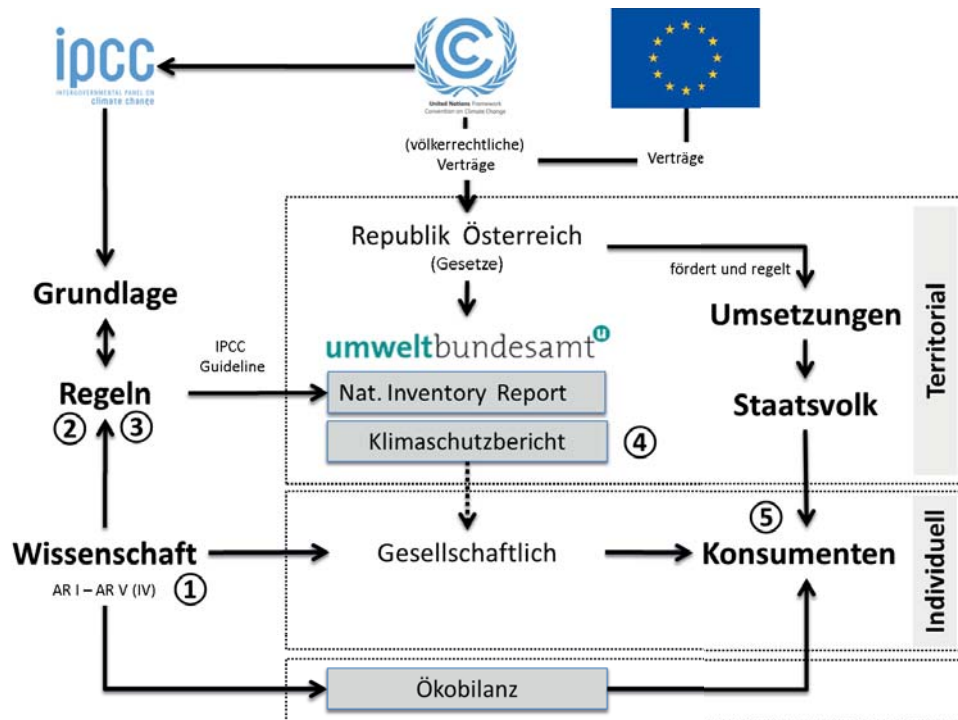
2. Zur Normierung nationaler Berechnungen wurde mit den „IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ eine global gültige Rechenvorschrift erlassen (IPCC, 2006, 2019). Die einzelnen Nationalstaaten bewerten ihre THG-Emissionen auf der Basis der internationalen Guidelines und erstellen jährlich einen *National Inventory Report NIR* (UBA, 2020b). Die Sammlung aller Reporte an zentraler Stelle bildet die Grundlage für die Darstellung der globalen Entwicklung.
3. In der Erfüllung weiterer Anforderungen, die sich aus der europäischen bzw. nationalen Klimaschutzgesetzgebung ableiten, wird mit dem jährlichen, nationalen *Klimaschutzbericht KSB* ein weiteres Dokument erstellt (UBA, 2020a). Dieser Bericht bildet zugleich aber auch die Grundlage zur Erfüllung der österreichischen Pflichten zur Lastenteilung (Effort-Sharing Entscheidung) im Rahmen der Europäischen Klimaschutzziele.

Die in Österreich für die Bewertung des Treibhauspotenzials zuständige Stelle, ist das Umweltbundesamt (UBA) in Wien, setzt in seinen Berichten die internationalen Vorgaben exakt um. Andere Stellen liefern dafür Daten und besprechen mit dem UBA das Vorgehen hinsichtlich der vorgesehenen Handlungs- und Interpretationsspielräume. NIR und KSB sind maßgebliche Dokumente die nicht nur starke Konsequenzen bei den Kosten des internationalen Emissionshandels haben, sondern die auch großen Einfluss auf die gesellschaftliche Diskussion nehmen.

Diese entzündet sich zeitlich mehr oder weniger stark an einer gesellschaftlichen Grundsatzentscheidung zu Zukunftsfragen. *Fridays for Future* hat im Jahr 2018/2019 eine globale Jugendbewegung hervorgebracht. Die aktuelle Debatte befasst sich stärker mit der Erwärmung und Trockenheit auf der Nordhalbkugel. Die tatsächliche Sprengkraft im Alltagsleben der Österreicherinnen und Österreicher steckt allerdings in den finanziellen Konsequenzen der Verfehlung der international vereinbarten Emissionsgrenzen.

Derzeit erreicht Österreich die vereinbarten Ziele der europäischen Emissionszuweisung im Jahr 2018 (48,9 Mio. t CO₂-Äquivalente (CO₂e)) vor allem durch den Besitz von Gutschriften im Emissionshandel (28,4 Mio. t CO₂e). Die tatsächlichen Brutto-Emissionen im Jahr 2018 liegen etwa auf der Höhe des Jahres 1990. Ein Fortschritt in der Gesamtfracht der Emissionen wurde zwar nicht erzielt, aber die steigende Produktivität konnte in den letzten 30 Jahren zumindest durch eine höhere Effizienz im Emissionsanfall kompensiert werden. Einfluss haben dabei auch die Verschiebungen von „schmutzigen“ Produktionszweigen in andere Länder außerhalb der nationalen Bilanzierungsgrenzen. Alle bisherigen Maßnahmen werden bei weitem nicht ausreichen, um die zukünftigen Verpflichtungen Österreichs in den vorgegebenen Emissionspfaden zu erreichen. Findet keine tatsächliche Änderung in der Gesamtemission statt, entstehen – solange das überhaupt möglich ist – hohe, zusätzliche Kosten im Emissionshandel oder der Staat erzwingt mit anderen Mitteln eine Emissionsreduktion vom Staatsvolk. Scheitern beide Ansätze bleibt als letzte Alternative der Ausstieg aus den völkerrechtlichen Verträgen. Diese Option wird derzeit schon in einigen Ländern Wirklichkeit. Die Möglichkeiten reichen von einer Besteuerung von Emissionen bis hin zu sachlichen Zwangsmaßnahmen. Maßnahmen werden solange immer auf die gekoppelte Beziehung zwischen Wirtschaftswachstum und Umweltwirkungen drücken, bis eine alternative Volkswirtschaft außerhalb dieser Abhängigkeit entstanden ist. Diese Transformation ist unausweichlich, die Schuldzuweisung der einzelnen Sektoren in der Volkswirtschaft hat längst begonnen.

Abbildung 1: Struktur der Bewertung und Umsetzung



Alternativtext: Österreich beteiligt sich gemeinsam mit der Europäischen Union an den weltweiten Bemühungen zum Klimaschutz. Die allgemein anerkannten wissenschaftlichen Grundlagen und Berechnungsregeln des IPCC werden in Österreich vom Umweltbundesamt zur Erstellung der notwendigen Berichte genutzt. Zur Erreichung von Reduktionszielen kann die Republik Österreich verschiedene Maßnahmen umsetzen und bezieht dabei das Staatsvolk mit ein. Dies kann in direkter Form etwa über CO₂-Steuern, aber auch indirekt über den Emissionshandel erfolgen. Damit erfüllt Österreich seine territorialen Aufgaben gegenüber der internationalen Gemeinschaft. In der gesellschaftlichen Alltagsdiskussion vermischen sich die wissenschaftlichen Grundlagen des IPCC mit dem nationalen Verhalten des Staatsvolkes. Aus der Rolle der KonsumentInnen heraus entsteht eine individuelle Betroffenheit. Deren Last heizt die Gesamtdiskussion stark an. Die Punkte 1 bis 5 in Abbildung 1 zeigen die fachliche Zuordnung zu weiterführenden Aspekten, die in diesem Beitrag noch behandelt werden.

Ergebnisse zur nationalen Bewertung des Treibhauspotenzials aus den verschiedenen Berichten

Die potenzielle Emissionslast Österreichs im Jahr 2018 beträgt nach den beschriebenen Regeln rund 79 Mio. t CO₂e_{GWp100}. Wir sprechen von potenziellen Ergebnissen, weil das Ergebnis nicht Ausdruck einer Messung, sondern einer Abschätzung ist. Die Einheit CO₂e zeigt, dass die unterschiedlichen chemischen Stoffe, die als Treibhausgase bewertet werden (Tabelle 1 links), nicht in ihrer tatsächlichen Menge angegeben werden, sondern dass die Mengen einer Wirkungsabschätzung unterzogen wurden. CO₂e dient als Referenzgas mit dem Wert 1, alle anderen erhalten einen Wirkungsfaktor über 1. Mit 84 % der Gesamtwirkung bei einem 100jährigen Betrachtungszeitraum ist CO₂ ungeachtet der Wirkungsabschätzung das bedeutendste Treibhausgas in Österreich. Seine zentrale Herkunft ist die Verbrennung von fossiler Energie. Neben den Emissionen gibt es aber auch Senken, die CO₂e aus der Atmosphäre binden und damit eine neutralisierende Wirkung haben. Die Senken Österreichs, das sind die Böden und der Netto-Holzzuwachs

der Wälder, können derzeit rund 6,5 % der Emissionen binden. Landwirtschaftliche Böden werden derzeit als Emissionsquellen und nicht als Senken ausgewiesen. In Summe binden die Senken 5 Mio. t CO₂e. Diese Menge wird dem Sektor LULUCF (land use and land-use change and forestry) zugewiesen. Die Brutto-Emissionen werden zu 69,3 % vom Sektor Energie dominiert, der Landwirtschaft werden 9,2 % zugewiesen. Die Netto-Emissionen Österreichs betragen nach dem Regelwerk des IPCC im Untersuchungsjahr 73,8 Mio. t CO₂e.

Tabelle 1: Ergebnisse NIR 2020, Basisjahr 2018, territoriale Betrachtung, GWP_{100, IPCC 2013} (UBA, 2020b)

Emissionen	CO ₂ e (kt)	Sektoren	CO ₂ e (kt)
CO ₂	66.720	Energie	54.695
CH ₄	6.439	Industrie und Produkte	15.613
N ₂ O	3.526	Landwirtschaft	7.224
HFC _s	1.835	LULUCF	-5.153
PFC _s	33	Abfall	1.420
SF _s	382	Andere	0
NF _s	17		
Summe	78.952	Summe	73.799

Senken	CO ₂ e (kt)
LULUCF	-5.153
Summe	-5.153

Bilanz	73.799	1 kt (Kilotonne) = 1.000 Tonnen
---------------	---------------	---------------------------------

Tabelle 2: Ergebnisse KSB 2020, Basisjahr 2018 (UBA, 2020a)

Sektoren	CO ₂ e (kt)	CO ₂ e (%)
Energie und Industrie-Emissionshandel	28.347	35,9
Energie und Industrie-Nicht Emissionshandel	5.889	7,5
Verkehr	23.855	30,2
Gebäude	7.885	10,0
Landwirtschaft	8.185	10,4
Abfall	2.495	3,2
F-Gase	2.296	3,0
Summe	78.952	100

Grundsatzkritik am Systemrahmen

Die Methode zur Bewertung potenzieller Treibhausgasemissionen (Emissionen und Senken) ist gut gelöst. Das Regelwerk ist flexibel und global anwendbar. Es beruht auf breiten wissenschaftlichen Untersuchungen und verdient hohes Vertrauen. Nationale Stellen arbeiten seit Jahrzehnten erfolgreich damit und können ihre Arbeit gut umsetzen. Ist damit alles gut?

Nein, denn die Rahmenbedingungen, die das erfolgreiche Grundsatzwerk umgeben, werfen einige maßgebliche Fragen auf, die nicht nur stark in die Ergebnisse in Tabelle 1 und 2 eingreifen, sondern die vor allem auch hohes Potenzial haben, die Entscheidungen, selbst im Hinblick auf die dringend notwendigen Maßnahmen innerhalb der Sektoren, in die falsche Richtung zu lenken. Die nun angesprochenen Aspekte sind grundsätzlich nicht neu und die Autoren selbst haben in ihren Publikationen manchmal auf die Unsicherheit bei Entscheidungen hingewiesen. Folgende fünf Fragen sollen hier angesprochen werden:

1. Kann anthropogenes Handeln nur mit Ja und Nein beantwortet werden?
2. Gibt es für Emissionen ein nicht problembehaftetes Ausgangsniveau?
3. Erfüllt die aktuelle Form der Wirkungsabschätzung von Treibhausgasen ihren Zweck?
4. Haben einzelne Sektoren ein Recht auf Zurechnung ihrer Senken?
5. Setzt die territoriale Bewertung an der richtigen Stelle an?

Die Fragen betreffen Themenfelder, die bei der Bewertung komplexer Systeme immer von Bedeutung sind. In Anlehnung an ISO 14040/14044 (Finkbeiner et al., 2006) sind hier zumindest drei Aspekte methodisch zu untersuchen. Hier sollten kurz die Begriffe Untersuchungssystem und Zielsystem definiert werden.

- Zuordnung/Abgrenzungen: Ist der untersuchte Aspekt sachlich dem Untersuchungssystem zuzuordnen? Wenn ja, ist diese Zuordnung vollständig oder nur in Teilen zulässig? Besteht die Notwendigkeit einer zeitlichen Abgrenzung/Korrektur von Eingangsgrößen und Wirkungen?
- Zielsysteme: Wie gut ist das Bewertungssystem geeignet, um die Wege zur Lösung der Anforderungen im Zielsystem aufzuzeigen?
- Handlungsanleitungen: Wie gut gelingt es dem Bewertungssystem Ergebnisse zu generieren, die von den zuständigen AkteurInnen auf validem Weg in relevante Handlungspfade umgelegt werden können?

1. Frage: Kann anthropogenes Handeln nur mit Ja und Nein beantwortet werden?

Tabelle 2.1, Volume 2, IPCC Guidelines 2006 beschreibt ohne Lücken den gesellschaftlichen und industriellen Gesamtprozess zur stationären Verbrennung fossiler Energie. Jeder Punkt, auch die nicht spezifisch definierten Endpunkte einer Nutzerkette sind dabei eindeutig dem menschlichen Handeln zuzuordnen. Fossile Energie kommt nicht von alleine aus der Erde und natürlich brennende Kohleflöze befinden sich nicht in stationären Verbrennungsanlagen. Das anthropogene Handeln ist in diesem Beispiel klar mit Ja und Nein abgegrenzt.

Tabelle 10.1, Volume 4, IPCC Guidelines 2006 listet landwirtschaftliches Nutztier auf und grenzt diese damit ungeachtet ihrer biologischen Funktion (z.B. als Wiederkäuer) von den Wildtieren ab. Nutztiere werden in die Emissionsberechnung eingebunden, Wildtiere hingegen nicht. Diese Ja/Nein-Situation ist unsicher, weil die Grenze das Maß der Vertrautheit der Tiere zum Menschen ist. Alle Nutztierarten existieren auch in ihrer Wildtierform und manche Produktionsformen, etwa die Mutterkuhhaltung, werden gerade deshalb so geschätzt, weil sie den Nutztieren einen kleinen Anteil an ihrer Wildtierform zugestehen. Ähnliches gilt auch für die Sommerweide von Rindern, Schafen und Ziegen auf den Almen. Man wird hier die Almmilcherzeugung ausnehmen, weil die laufende Produktion sogar zwingend anthropogen ist. Umgekehrt wird Reh- und Rotwild derzeit nicht in die Emissionsberechnung einbezogen, obwohl die Hegeverpflichtung der Jagd auch deutliche anthropogene Spuren trägt. Die scharfe Grenze zwischen Ja und Nein, zwischen 1 und 0, schwimmt also bei genauerer Betrachtung und sollte durch eine stetige Zahl, den Koeffizienten $K^{\text{anthropogen}}$, ergänzt werden.

Ein methodischer Ansatz dafür ist die zeitliche und sachliche GVE-Verteilung von

Wiederkäuern die während des Jahres nicht maßgeblich dem anthropogenen Einfluss unterliegen. Ein solcher Zeitraum ist die Alpengsdauer von Wiederkäuern und die Gesamtdauer der nationalen Mutterkuhherde. Nebenstehende Formel kann alle Aspekte aufnehmen, wobei wir von rund 275.000 GVE an Almweidevieh für etwa 100 Tage und einer Mutterkuhherde von 200.000 GVE ausgehen (BMLRT, 2020). Wir nehmen weiter an, dass Wiederkäuer während der Almweidezeit zu 2/3 und Mutterkühe während des Jahres zu 1/3 ohne maßgeblichen anthropogenen Einfluss bleiben. Der Abzug der sich für Frage 1 ergibt beträgt mit diesen Annahmen 5 %. Der nationale Wert wäre für jede Nutztierart aus Tabelle 10.1, Volume 4, IPCC Guidelines 2006 zu berechnen, die Liste müsste um anthropogen beeinflusste Wildtiere erweitert werden.

$$K_{Wiederkäuer}^{anthropogen} = 1 - \frac{\frac{Almweide_{Wiederkäuer} \times \frac{2}{3} \times \frac{Almweidetage}{365}}{Gesamt_{Wiederkäuer}} + \frac{Mutterkühe \times \frac{1}{3}}{Gesamt_{Wiederkäuer}}}{100}$$

$$K_{Wiederkäuer}^{anthropogen} = 1 - \frac{\frac{275.000 \times \frac{2}{3} \times \frac{100}{365}}{2.192.101} + \frac{200.000 \times \frac{1}{3}}{2.192.101}}{100} = 0,95$$

2. Frage: Gibt es für Emissionen ein nicht problembehaftetes Ausgangsniveau?

Diese Frage schließt an die Frage 1 an, weil sie dem anthropogenen Handeln eine zeitliche Dimension hinzufügt. Die laufenden Publikationen des Umweltbundesamtes betreffen immer ein bestimmtes Berechnungsjahr. Zeiträume werden dann genannt, wenn sich diese auf Reduktionspfade beziehen. Das Kyoto-Protokoll hat sich etwa auf das Jahr 1990 bezogen, das österreichische Klimaschutzgesetz bezieht sich auf das Jahr 2005. In beiden Fällen wird ein Null-Punkt gesetzt der als Normierungslinie für das gemeinschaftliche Handeln dient und der sich damit direkt auf die Konsequenzen einer Verfehlung auswirkt. Welchen Null-Punkt hat aber das *Global Warming* selber? Muss dieser Zeitpunkt vom klimatologischen Messwert zurückgerechnet werden oder kann der Zeitpunkt empirisch über das anthropogene Verhalten bestimmt werden?

Die längste wissenschaftlich abgesicherte Messreihe zum Klimaschutz ist Basis für die Keeling-Kurve, und wird seit März 1958 auf der Messstation Mauna Loa auf Hawaii erhoben (Keeling, 1960). Dort steigt seit Messbeginn der CO₂-Gehalt der Atmosphäre an. Bei der ersten Messung wurde eine CO₂-Konzentration von 313,4 ppm gemessen. Der Basismessbereich für die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre wurde von den Kerneisbohrungen der Mission Vostok im Zeitintervall [400.000 v. CH bis CH] mit einer mittleren Konzentration von 232 ppm ± 28 ppm erhoben (Barnola et al., 2003). Der vorliegende Datensatz ist mit einer Schiefe von 0,13 normalverteilt und bei der Annahme von 1σ liegt der obere Vertrauenswert der Schwankung der CO₂-Konzentration bei 260 ppm. Die Lücke zu den ersten Messungen am Mauna Loa ist somit nicht sehr groß und beträgt unter Akzeptanz der genannten Schwankungsbreiten nicht mehr als 60-80 ppm. In den ersten Jahren der Mauna Loa-Messung betrug der jährliche Zuwachs 1,49 ppm. Die Überschreitung des langfristigen Grenzbereiches der natürlichen Hintergrundschwankung, auch unter Annahme eines sich ändernden Zuwachsfaktors, liegt damit wohl um 1900. Diese Betrachtung liegt auch nahe am Jahr 1850, welches vom IPCC als Beginn der aktuellen Klimaerwärmung festgelegt wurde. Diese Betrachtung deckt sich zusätzlich mit den historischen Aufzeichnungen zum globalen Energieverbrauch. (Brito und Sousa, 2015). Dieser lag um 1900 bei rund 6.000 TWh und hat sich bis 1950 verdreifacht, danach bis 2010 versiebenfacht. Mit dieser Entwicklung ist auch der globale

wirtschaftliche Aufschwung verbunden.

Alle Aspekte zeigen also, dass es eine Zeit vor dem Wirtschaftswunder des 20. Jahrhunderts gab, die nicht maßgeblich mit dem Anstieg der THG und der Klimaerwärmung in Verbindung zu bringen ist. Diese Zeit wird wirtschaftlich sehr stark von der Landwirtschaft geprägt, die sich Ackerbau und Viehzucht zunutze machte, um Nahrung und Arbeitsleistung zu erwirtschaften. In diesem noch primären Wirtschaftssystem stammen gasförmige, chemische Verbindungen ausschließlich aus der Biosphäre oder waren Folgen von Naturkatastrophen. Die enterogene Fermentation von Pflanzen im Wiederkäuermagen, Methanemissionen aus dem Dünger und aus der anaeroben Zersetzung von Pflanzen in der Natur aber auch die Freisetzung von Lachgas bei der Denitrifikation, waren wirksamere Verbindungen aus dem landwirtschaftlichen Bereich, der Basiskreislauf der Photosynthese und Respiration bestimmte das gesamte Ökosystem. Niemandem wäre in diesem System eingefallen die ausgewogenen Beziehungen innerhalb der Natur oder zwischen Mensch und Natur in Frage zu stellen. Die Forderung, die Landwirtschaft solle sich an der Senkung der THG-Emissionen beteiligen, kann trotzdem angenommen werden. Vordringlich kann dies aber nur jenen Anteil der Emissionen betreffen, den die Landwirtschaft seit 1900 im Gleichklang mit der Gesamtentwicklung der Gesellschaft durchgemacht hat.

Für THG-Emissionen der österreichischen Landwirtschaft können folgende Ausgangsniveaus approximativ festgelegt werden:

- Kohlendioxyd aus fossilen Quellen (CO_2): Die Verwendung von fossiler Energie um 1900 kann in diesem Bericht nicht beziffert werden. Sie betrifft vor allem die Nutzung von Dampfmaschinen die zur Feldarbeit genutzt wurden, aber insgesamt sehr selten waren. Das Ausgangsniveau für die Bewertung von CO_2 wird mit 0 Tonnen festgelegt.

$$K_{\text{CO}_2}^{\text{base-level}} = 0 \text{ t} = 0 \text{ kt CO}_2\text{e}$$

- Methan (CH_4): Aufbauend auf wissenschaftlichen Berichten und Datenquellen der Vergangenheit und Gegenwart (BMLFUW, 1998, BMNT, 2019, Egger, 2013, Siegl, 2013) wurde für eine Zeitreihe [1920, 2020] des Wiederkäuerbestandes (inklusive Pferde) eine grobe biometrische Beschreibung angelegt. Auf diese wurden die Rechenvorgaben des IPCC, Tier 2 angewandt. Dieses deckt die enterische Fermentation und die Emissionen aus Wirtschaftsdüngern ab. Das Ergebnis dieser Berechnung beträgt eine Menge von rund 230.000 Tonnen CH_4 . Dieser Wert definiert den Null-Punkt für die Methanemissionen aus der Landwirtschaft.

$$K_{\text{CH}_4}^{\text{base-level}} = 230.000 \text{ t} = 6.439 \text{ kt CO}_2\text{e}$$

- Lachgas (N_2O): Direkte Lachgasemissionen entstehen häufig bei der N-Düngung. Der hohe Anteil an Weide rund um 1900 und die Ausbringung von Wirtschaftsdünger aus den Ställen wird schon zu dieser Zeit wie bei Methan zu einem natürlichen Ausgangsniveau geführt haben. Die N-Kreisläufe dieser Zeit waren aber von Knappheit geprägt, da weder mineralische Dünger verfügbar waren, noch eine maßgebliche Verschiebung von Futtermitteln stattgefunden hat. Das Ausgangsniveau für die Bewertung von N_2O wird mit 0 Tonnen festgelegt. Eine fachliche Bewertung wäre noch sinnvoll.

$$K_{\text{N}_2\text{O}}^{\text{base-level}} = 0 \text{ t} = 0 \text{ kt CO}_2\text{e}$$

3. Frage: Erfüllt die aktuelle Form der Wirkungsabschätzung von Treibhausgasen ihren Zweck?

Treibhausgase werden in den nationalen Bilanzen als CO_2e dargestellt. Deren Summe ergibt sich aus dem Produkt der Multiplikation einer Menge an gasförmigen, chemischen Verbindungen mit einem gasspezifischen, auf Basis von Berechnungen vom IPCC veröffentlichten Erwärmungspotential in der Atmosphäre.

$$CO_2e (kt)_{CH_4}^{National\ Inventory\ Report} = Menge\ CH_4 (kt) \times GWP_{CH_4}^{100}$$

$$6.439 (kt)CO_2e = 230 (kt) CH_4 \times 28$$

Im Zentrum dieser Frage steht das gasspezifische Erwärmungspotential, das *Global Warming Potential* GWP, der landwirtschaftlichen Treibhausgase Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). In Abbildung 2 wird die Berechnung formal und graphisch dargestellt. Die Berechnung kann so erklärt werden: Jedes Gramm THG wirkt in der Atmosphäre mit einer Energie, die wir als Strahlungsantrieb (Radiative Forcing) kennen und die verzögert auch zu einer Temperaturänderung führt. Diese Energie nimmt nach der Emission ab, wobei jedes THG durch eine spezifische Kurve beschrieben wird. Für die Berechnung des GWP-Wertes eines Gases wird nun seine Gesamtwirkung innerhalb eines definierten Zeitraumes berechnet und mit der Gesamtwirkung von CO₂ im selben Zeitraum verglichen.

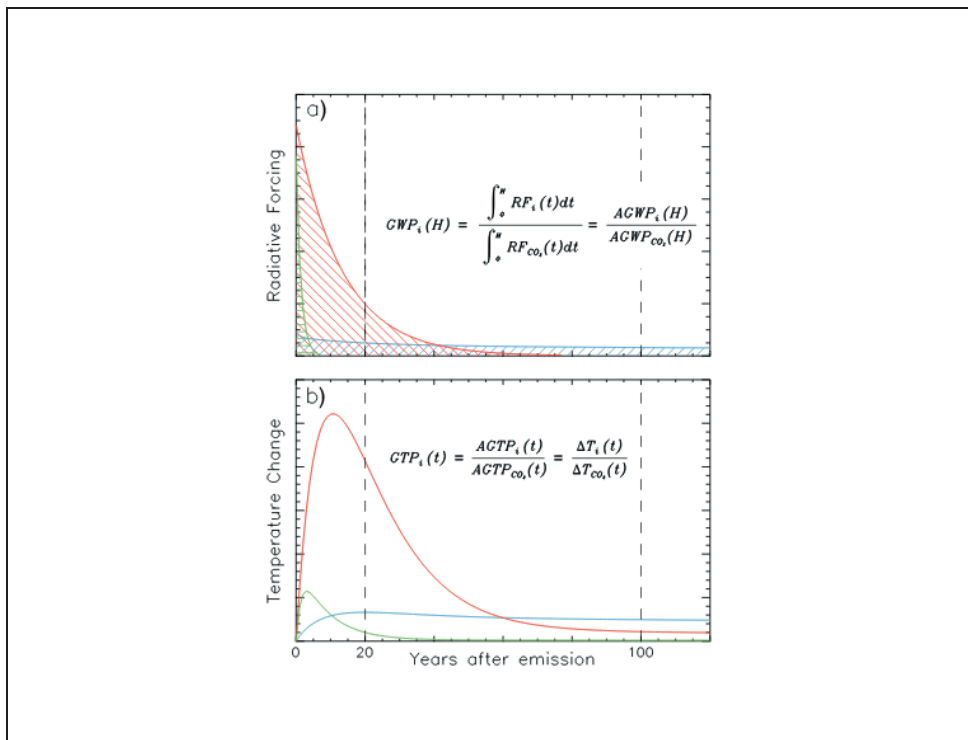


Abbildung 2: Berechnung des Global Warming Potentials GWP (Quelle)

Alternativtext: Die Abbildung zeigt exemplarisch im oberen Bereich den Strahlungsantrieb und im unteren Bereich die Wärmewirkung von Treibhausgasen nach ihrer Emission. Manche THG wirken sehr intensiv aber kurz, andere wenig intensiv dafür aber lange. Die blaue Linie zeigt hier das Verhalten des Referenzgases CO₂, dass zwar im Strahlungsantrieb weniger intensiv wirkt, dafür aber eine Wirkungsdauer hat, die weit über die X-Achse der Abbildung hinausgeht. Zumindest 500 Jahre gelten für die Gesamtwirkungsdauer von CO₂ als gesichert, viele Quellen gehen aber von einem viel längeren Zeitraum aus.

Die IPCC Guidelines und der österreichische Klimaschutzbericht verwenden derzeit 100 Jahre für die Berechnung dieser Beziehung. Dieser Zeitpunkt hat keine physikalische Ursache, sondern ist eine gemeinschaftlich getragene Festlegung, die sich entschieden hat, nicht die Gesamtwirkung eines Gases zu bewerten, sondern nur seine 100-jährige Teilwirkung. Das ist gerade deshalb unverständlich, weil das bedeutendste THG, das CO₂, mindestens 500 Jahre, wohl aber eher 800-1000 Jahre in der Atmosphäre bleibt bis es entweder von den Weltmeeren oder der Biomasse an Land wieder gebunden wird.

CH₄ hat eine viel kürzere Lebensdauer von nur 12,4 Jahren, N₂O mit 121 Jahren eine etwas längere. Während CH₄ innerhalb des Referenzzeitraumes seine Wirkung mehr als vollständig und N₂O weitgehend umsetzt, wirkt das Referenzgas CO₂ noch ein Vielfaches der festgelegten 100 Jahre. Der aktuelle Rechenansatz verharmlost die Verbrennung fossiler Energieträger, weil alle anderen THG in ihrem GWP mächtiger werden. Die aktuelle Form der Berechnung wird damit ihrer Verantwortung nicht gerecht, weil sie vom wesentlichen Problem ablenkt. Das IPCC trägt in seinen Berichten diesem Umstand auch Rechnung und weist explizit darauf hin, dass „die Wahl einer Treibhauspotenzialmetrik“ vom konkreten Anwendungsfall abhängt und dass jede Wahl einer Metrik „implizite wert-orientierte Urteile“ erfordert (IPCC 2013, S. 663). Dies impliziert auch, dass wir als Gesellschaft bislang keinen einfachen Weg dafür gefunden haben um zu beurteilen, wie viel das menschliche Leben unserer Kinder und Kindeskinde in 50, 100 oder 500 Jahren Wert ist. Zweifelsfrei wichtige Anhaltspunkte hierfür bietet die Disziplin der Ethik und unsere Verantwortung zu ethisch angemessenem Handeln.

Tabelle 3: Entwicklung der GWP-Faktoren in den verschiedenen Assessment-Reports

AR I (1990)					AR III (2001)				
Jahre	20	100	500	100:500	Jahre	20	100	500	100:500
CO ₂	1	1	1	1	CO ₂	1	1	1	1
CH ₄	63	21	9	2,3	CH ₄	62	23	7	3,3
N ₂ O	270	290	190	1,5	N ₂ O	275	296	156	1,9

AR IV (2007)					AR V (2013/2014)				
Jahre	20	100	500	100:500	Jahre	20	100	500	100:500
CO ₂	1	1	1		CO ₂	1	1		
CH ₄	72	25	7,6	3,3	CH ₄ no feedback	84	28		Nicht mehr veröffentlicht
					CH ₄ with feedback	86	34		
					N ₂ O no feedback	264	265		
					N ₂ O with feedback	268	298		
N ₂ O	289	298	153	1,9					

Empfehlenswerte Quelle: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

Tabelle 3 zeigt, dass die einzelnen Faktoren des GWP sich im Verlauf der Zeit ändern. Das hat vor allem mit den unterschiedlichen Konzentrationen der einzelnen THG und der Entwicklung des gesamten Strahlungsantriebes zu tun. Bis zum fünften Assessment-Report wurden GWP-Faktoren für 20, 100 und 500 Jahre angegeben. Die Beziehung zwischen 100 und 500 Jahren ist für diesen Bericht deshalb von Bedeutung, weil daraus die Korrekturfaktoren für Frage 3 abgeleitet werden. In den Kehrwert geht die Beziehung zwischen GWP 100 und GWP 500 aus AR III und AR IV ein. Folgende Faktoren werden verwendet:

- Kohlenstoffdioxid aus fossilen Quellen (CO₂):

$$K_{CO_2}^{GWP 500} = \frac{1}{1} = 1$$

- Methan (CH₄):

$$K_{CH_4}^{GWP 500} = \frac{1}{3,3} = 0,30$$

- Lachgas (N₂O):

$$K_{N_2O}^{GWP 500} = \frac{1}{1,9} = 0,53$$

4. Frage: Haben einzelne Sektoren ein Recht auf Zurechnung ihrer Senken?

Der Vergleich der sektoralen Ergebnisse der beiden Berichte in Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigt uns, dass zum ersten die Sektoren nicht gleich abgegrenzt wurden und dass der Sektor LULUCF (land use and land-use change and forestry) aus Tabelle 1 in Tabelle 2 gar nicht vorkommt. Das liegt daran, dass der österreichische Klimaschutzbericht in Tabelle 2 nur von Emissionen berichtet. Allerdings werden zur Abdeckung der gesetzlich vorgesehenen Emissionspfade für den Sektor Energie und Industrie die Gutschriften aus dem Emissionshandel mit einbezogen.

Im NIR wurde für Österreich eine aktuelle Senke von 5.311 kt CO₂e berechnet. Die Senke kommt im zeitgleichen Intervall zwischen 1990 und 2019 vor allem durch Landnutzungsänderungen zugunsten von Wäldern und durch den nicht geernteten forstlichen Zuwachs zustande (Tabelle 4). Die Ausweitung der Waldfläche wird mit 4.306 kt CO₂e bewertet. Der bei weitem größte Teil dieses Zuwachses erfolgte zu Lasten extensiver landwirtschaftlicher Flächen im alpinen Raum und sollte deshalb auch diesem Sektor zugeschrieben werden. Diese Flächen betreffen, wie in Tabelle 5 ersichtlich, entweder Grenzertragsflächen in Tallagen oder Almflächen.

Tabelle 4: LULUCF in Österreich gemäß NIR (UBA, 2020b)

Landnutzung	CO ₂ e (kt)
Forst	-4.306
Acker	105
Grünland	291
Feuchtflächen	66
Verbauung	375
Andere	159
Holzzuwachs	-2.001
Summe	-5.311

Tabelle 5: Umwandlung von Grünland in andere Landnutzungsformen seit 1990 (UBA, 2020b)

Umwandlung von 379.922 ha Grünland in	ha
Forst	243.058
Acker	40.131
Feuchtflächen	22.754
Verbauung	73.979
Andere	0

Noch besteht keine absolute Sicherheit in der Zuordnung von ehemaligen Grünland- und Almflächen in Wald, weshalb die Korrekturmenge einer Senke vorläufig aus Sicherheitsgründen nur mit 80 % angenommen wird.

$$K_{CO_2\text{-Äquivalente}}^{sink} = 4.306 \times 0,8 = 3.444 \text{ kt}$$

Zur Antwort: Ja, die Landwirtschaft hat Anspruch auf die Zurechnung der nationalen Senke aus dem Bereich LULUCF, ebenso wie sie verpflichtet ist, die Verantwortung für nationale oder globale Emissionen aus dem Bereich LULUCF zu übernehmen.

5. Frage: 5. Setzt die territoriale Bewertung an der richtigen Stelle an?

Das Methodenkonzept von NIR und KSB beruht auf einer Abgrenzung von Sektoren innerhalb einer nationalstaatlichen = territorialen Volkswirtschaft. Tabelle 6 zeigt am Sektor der Landwirtschaft, dass diese sektoral-territoriale Abgrenzung indirekte Emissionen nicht scharf abgrenzen kann. Das liegt daran, dass NIR und KSB produktionsbezogene Bewertungen mit Sicht auf die Erzeuger in ihrer Gesamtheit als Sektor sind, während sich im Produktionsprozess eines traditionellen flächengebundenen Bauernhofes die Erzeugerfunktion (direkte Emissionen) und die Nutzerfunktion (indirekte Emissionen) vereinen.

Tabelle 6: Ein Name, verschiedene Auslegungen

	Die Landwirtschaft aus verschiedenen Sichten	
	NIR/KSB	eines Bauernhofes
Direkte Emissionen	THG-Emissionen des Sektors Landwirtschaft aus der Fermentation in Rindermägen, der landwirtschaftlichen Düngung, des Wirtschaftsdünger-Managements und dem Einsatz fossiler Energie in der Land- und Forstwirtschaft.	Emissionen in hoher Übereinstimmung zum KSB
Indirekte Emissionen	THG-Emissionen aus der Bereitstellung von Maschinen, Gebäuden, von chemischen und anderen nicht landwirtschaftlichen Betriebsmitteln, sowie von Transport, sind <u>in anderen Sektoren verborgen</u> und können nicht prozessspezifisch zugeordnet werden. Beispiel: Die Produktion eines Traktors wird im KSB dem Sektor Energie und Industrie zugeordnet	Emissionen müssen aus der Sektorbewertung herausgelöst und <u>der Landwirtschaft/dem Bauernhof zugeordnet</u> werden. Beispiel: Ein angekaufter Traktor wird in das Inventar des Betriebes übernommen.
Werkzeug	IPCC Guidelines	Betriebliche Ökobilanzierung

Wenn also der KSB 2020 der österreichischen Landwirtschaft 8,2 Mio. t. CO₂e an Emissionen zuspricht, das sind 10,3 % der nationalen THG-Emissionen, dann ist das nicht die volle Wahrheit. Landwirtschaftliche Betriebe benötigen auf jeden Fall noch langfristig nutzbares Inventar, wie Maschinen und Gebäude, sowie andere Betriebsmittel, die nicht direkt aus der Landwirtschaft kommen und industriell hergestellt werden. THG-Emissionen entstehen dort in aller Regel durch die Aktivitäten im Bergbau, durch Verbrennung von fossiler Energie in Anlagen der Maschinen- und Zementindustrie und in der chemischen Industrie. Im Mittel eines sehr stark streuenden Datensatzes aus dem Datenpool FarmLife (Herndl et al., 2016) liegt dieser Wert bei 856 kg CO₂e pro ha. Für die österreichische Landwirtschaft bedeutet das grob geschätzt eine industrielle Vorleistung von 2.200 kt CO₂e. Dieser Wert liegt etwa auf der Höhe der Emissionen, die durch die Düngung landwirtschaftlicher Böden entstehen.

Zusätzliche Emissionen kommen durch LULUCF aus dem Futtermittelimport. Sojaextraktionsschrot, stellvertretend für alle Ölsaaten, ist je nach Herkunft durchschnittlich (0,5 kg CO₂e pro kg Sojaschrot ohne Landnutzungsänderung) bis hoch (1,7 kg CO₂e mit Landnutzungsänderung) mit CO₂-Emissionen aus Landnutzungsänderungen belastet (Ecolab, 2020). Unter der optimistischen Annahme einer Verteilung von 60:40 bei den verschiedenen Herkunftsarten können wir im Schnitt mit einer Emission von 1 kg CO₂e

pro kg Sojaschrot rechnen. Der nationale Import von 500.000 Tonnen Ölsaaten wird dann je nach Annahme der Sojaherkunft zu THG-Emissionen zwischen 500 – 900 kt. CO₂e führen. Wir werden hier vorläufig mit 700 kt CO₂e weiterrechnen. Eine Größe die schon nahe an die Emissionen aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern in der Landwirtschaft heranreicht.

Das wahre Problem der Ergebnisse einer territorialen, produktionsbezogenen Bewertung, wie sie mit dem NIR und KSB für die gesellschaftliche Kommunikation im Inland vielfach fehlgenutzt wird, ist die völlige Verzerrung der Zielprobleme durch das Verhalten der KonsumentInnen bei der Nutzung globaler Märkte. Mit der konsumbasierten Bilanzierung wurde vor einigen Jahren ein Werkzeug entwickelt, dass sich direkt an das Verhalten der Konsumenten richtet (Steininger et al., 2018). Die Bewertung auf der Basis des Konsums nimmt ihren Ausgang bei den Ergebnissen der territorialen, produktionsbezogenen Bewertung in der ersten Säule von Abbildung 3. Alle Exporte werden mit der zweiten Säule abgezogen um mit der dritten Säule wieder alle Importe zu addieren. Sofort fällt die unterschiedliche Höhe von Säule zwei und Säule drei auf, die zeigen, dass das Staatsvolk mit dem hohen Konsum auch THG-Emissionen importiert. Dies lässt die zu verantwortenden THG-Emissionen aus der nationalen Produktion von rund 79.000 kt CO₂e um weitere 54 % auf rund 121.000 kt CO₂e ansteigen.

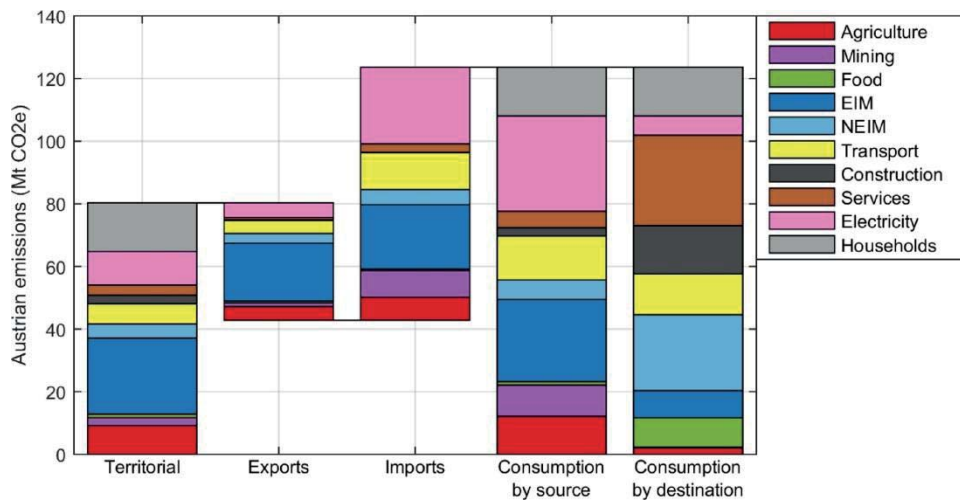


Abbildung 3: THG-Emissionen in Österreich nach territorialen und konsumbasierenden Bewertungen (Steininger et al., 2018)

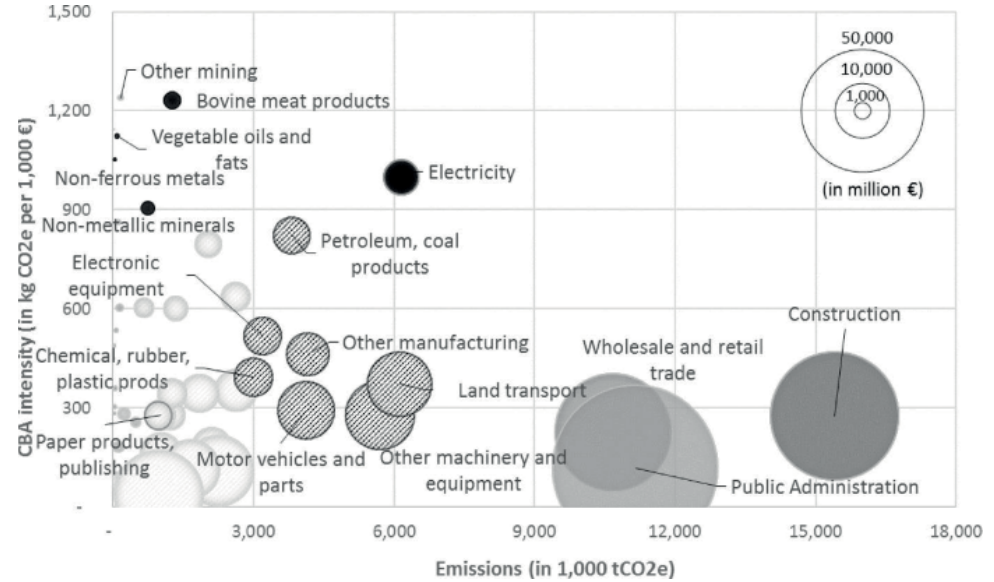
Alternativtext: Steininger et al. 2018 verbinden die Ergebnisse des KSB (Säule 1) um die sektoralen THG-Wirkungen des Exports (Säule 2) und Imports (Säule 3) von Gütern. Säule vier ist das Ergebnis das dem territorialen Nettoergebnis die Wirkung des globalen Handels hinzugefügt hat. Diese Säule zeigt das tatsächliche Verhalten der KonsumentInnen, dass in der fünften Säule in Konsumbereiche aufgeteilt wird.

Die Quelle der starken konsumorientierten Wachstumsrate kann aus Abbildung 4 abgelesen werden. Der Import von Zement und Baumaterialien und Handelswaren aller Art stellt eine große Belastung für die konsumorientierte Bilanz dar. Auch die Summe der staatlichen Aufgaben, die nicht nur Services sondern auch materielle Investitionen betreffen ist hoch.

Abschließend die Beantwortung von Frage 5: Die territoriale Bewertung ist, wie gezeigt werden konnte, nur für ihren Ursprungszweck, der Dokumentation der nationalen Entwicklung im gesetzlichen, internationalen Auftrag und abgeleitete ordnungspolitische Maßnahmen für Sektoren ohne Tendenzen einer Verlagerung ins Ausland geeignet. Auch wenn ähnliche Begriffe für die dargestellten Sektoren, z.B. die Landwirtschaft verwendet werden, so trifft die Methode doch nicht den gesamten Emissionspfad eines Prozesses. Dafür ist die Ökobilanz viel besser geeignet. In den meisten Fällen wird aber in der Politik und den Medien über den Prozess und nicht über den Sektor gesprochen.

Die Ergebnisse beider Methoden werden erst wirksam, wenn sie den Konsumenten erreichen. Dieser kann in seinem Kaufverhalten ganz leicht die territorialen Grenzen überschreiten und tut dies im Falle der nationalen Emissionen auch bei jedem dritten kg an THG-Emissionen.

Abbildung 4: Konsumbereiche mit hohen Emissionen in Beziehung zur ökonomischen Wertigkeit der Produkte (Steininger et al., 2018)



Stufenweise Entwicklung einer alternativen Bewertung

Stufe 1: Anwendung der Erkenntnisse aus Frage 1, 2 und 3 auf den Ausgangsdatensatz nach dem Muster der nachstehenden Formel:

$$THG_G^{S1} = (BL_G^{KSB} - K_G^{BL}) \times K_G^{ANTH} \times K_G^{GWP 500}$$

Tabelle 7: Ergebnisse der Anwendung von Frage 1,2 und 3 auf den Ausgangsdatensatz

Treibhausgas G	Ausgangswert KSB [kt]	Base-Level 1920 [kt]	Anthropogener Einfluss	Korrektur GWP zur vollen CO ₂ -Wirkung	Ergebnis [kt]
	BL_G^{KSB}	K_G^{BL}	K_G^{ANTH}	$K_G^{GWP 500}$	THG_G^{S1}
CO ₂	940	0	1	1	940
CH ₄	4.832	6.440	0,95	0,3	-458
N ₂ O	2.113	0	1	0,53	1.120
Andere	300	0	1	1	300
Gesamt	8.185				1.902
					2.360

¹ Ob sich aus einer Emissionsabnahme tatsächlich eine Gutschrift (negatives Vorzeichen) ableiten lässt ist semantisch fraglich. Eine Senke im Sinne der Problemlösung ist das nicht, weshalb der Wert auf 0 gesetzt werden sollte, was zu einer Summe von 2.360 kt CO₂e führt.

Gegenwartsemissionen im Zeitraum vom Auftreten erster potenzieller THW-Wirkungen um 1900 bis zum Abbau der letzten Wirkungen aus der Gegenwart im Jahr 2500 zu einem Erlöschen der Wirkungen von CH₄. Dies gilt für Österreich deshalb, weil die Bedeutung der Tierhaltung überproportional abgenommen hat. Das ist bei weitem nicht überall auf der Welt so (FAOSTAT, 2020).

Stufe 2: Überschreitung der Sektorgrenzen des KSB in Richtung einer Ökobilanz und Zurechnung/Abzug von LULUCF nach folgender Formel:

$$THG^{S2} = THG^{S1} + THG^{Industry} + LULUCF^{World} + LULUCF^{Austria}$$
$$THG^{S2} = 2.360 + 2.200 + 700 + -3.444 = 1.816 \text{ kt CO}_2\text{e}$$

Das Ergebnis aus Stufe 2 fügt den korrigierten direkten Emissionen aus Stufe 1 eine grobe Abschätzung über die indirekte Emissionsbelastung aus den landwirtschaftlichen Vorleistungen und den globalen Wirkungen der Landnutzungsänderung LULUCF über den Futtermittelimport hinzu. Im Gegenzug wird aber auch der nationale Anteil der landwirtschaftlichen Senke abgezogen.

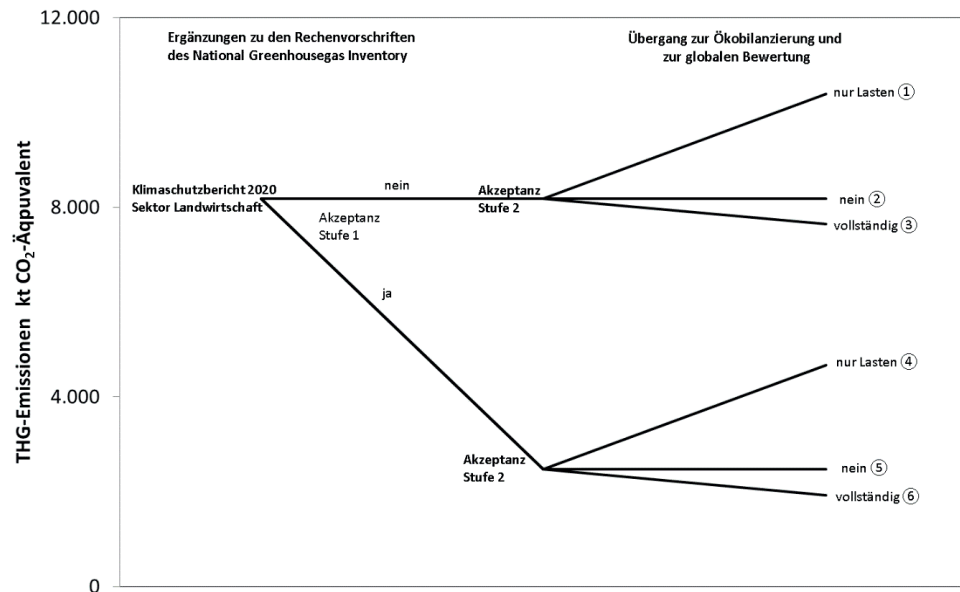
Stufe 3: Neubewertung des landwirtschaftlichen Anteils an THG-Emissionen in Österreich am korrigierten KSB und an einer alternativen, konsumorientierten Bewertung in der Form von 6 Emissionspfaden. Diese Pfade resultieren aus der Akzeptanz der Ergebnisse der 5 Fragen in den eben beschriebenen 2 Stufen der Neubewertung.

- Pfad 1, *volle Lasten*, nimmt keine Entlastungen auf, rechnet der Landwirtschaft aber in Stufe 2 die indirekten Vorleistungen ohne LULUCF zu. Dieser Pfad ist der maximale Belastungspfad.
- Pfad 2, *keine Akzeptanz*, ignoriert die hier vorgestellten Ansätze vollständig.
- Pfad 3, *Akzeptanz Stufe 2*, ignoriert die methodischen Ansätze der Stufe 1 und bleibt damit bei den Grundlagen des NIR. Allerdings wird in der Stufe 2 die Zurechnung von indirekten Vorleistungen und die positive Bilanz im LULUCF akzeptiert.
- Pfad 4, *keine Akzeptanz LULUCF*, akzeptiert die Langfristigkeit von Wirkungen aus der Stufe 1, rechnet der Landwirtschaft aber in Stufe 2 die indirekten Vorleistungen ohne LULUCF zu.
- Pfad 5, *Akzeptanz Stufe 1*, akzeptiert nur die Stufe 1 und bleibt auf der Ebene der territorialen Bewertung stehen.
- Pfad 6, *volle Akzeptanz*, setzt alle Vorschläge um und ist damit der minimale Belastungspfad.

Abbildung 5 zeigt den möglichen Entscheidungsbaum von Stufe 1 und 2. Die Wirkung der einzelnen Stufen ist deutlich zu sehen. Stufe 1 repräsentiert die Notwendigkeit einer langfristigen Bewertung, Stufe 2 schärft die Ergebnisse für die Bewertung des Prozesses „Landwirtschaft“. Der maximale Belastungspfad ① erreicht eine jährliche Emissionsmenge von 10.385 kt CO₂e, der minimale Belastungspfad ⑥ 1.816 kt CO₂e.

Für die Normierung dieser Bewertung müssen die Folgen aus der Umsetzung von Stufe 1 und Stufe 2 schrittweise abgezogen werden. Dies deshalb, weil die Akzeptanz von Stufe 1 nicht nur die landwirtschaftlichen, sondern auch die Summe aller THG-Emissionen senken würde. Stufe 1 wird mit einem Abzug von 5.711 kt CO₂e angesetzt. Die internen, sektoralen Verschiebungen der industriellen Vorleistungen müssen in Stufe 2 nicht angesetzt werden. Die Differenz im LULUCF zwischen den nationalen Ergebnissen des NIR und dem Futtermittelimport allerdings schon. Der Abzug beträgt 4.453 kt CO₂e. Den Autoren ist die Unschärfe, die sich am Übergang zwischen den Ergebnissen des NIR/KSB und einer Ökobilanz im Hinblick auf andere globale Wirkungen befinden, bewusst. Tabelle 8 zeigt die resultierenden Referenzwerte für die einzelnen Pfade und das Ergebnis der Normierung der landwirtschaftlichen Emissionen.

Abbildung 5: Alternative Emissionspfade in der österreichischen Landwirtschaft



Alternativtext: Ausgehend von den Ergebnissen des KSB entstehen über die zwei möglichen Entscheidungen der Ergebnisse aus der Stufe 1 und Stufe 2 dieses Beitrags insgesamt 6 mögliche Emissionspfade.

Tabelle 8: Normierung der Emissionspfade mit der territorialen und konsumbasierten Gesamtemission

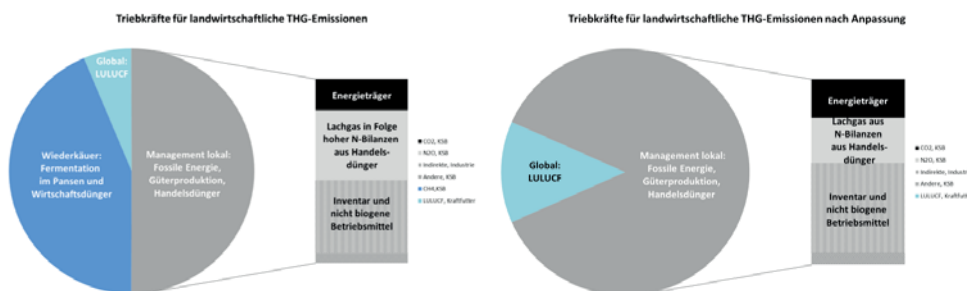
Pfad	Endwert der Pfade CO ₂ e (kt)	Referenzwert Österreich		Anteil Österreich	
		territorial CO ₂ e (kt)	konsumbasiert CO ₂ e (kt)	territorial %	konsumbasierend %
1	10.385	78.952	121.586	13,2	8,5
2	8.185	78.952	121.586	10,4	6,7
3	7.641	74.499	117.133	10,3	6,5
4	4.560	73.241	115.875	6,2	3,9
5	2.360	73.241	115.875	3,2	2,0
6	1.816	68.788	111.422	2,6	1,6

Konsequenzen der alternativen Bewertung in der landwirtschaftlichen Diskussion

Selbst wenn wir sicher sind, dass der Pfad 6 die Beteiligung der österreichischen Landwirtschaft am Auf- und Abbau von THG-Emissionen in der gesamten Wirkungsdauer am besten beschreibt und der beste Adressat des Problems der Konsum ist, können wir die Landwirtschaft nicht aus ihrer Verantwortung entlassen. Als einzige realistische Senke für eine CO₂-Bindung muss die Landwirtschaft ihr Potenzial ausbauen und dafür die richtigen Entscheidungen treffen. Abbildung 6 gruppiert die Herkunft landwirtschaftlicher THG-Emissionen nach ihrer Entstehung aus betrieblichen Managementaktivitäten, aus der Fermentation im Pansen oder aus Wirtschaftsdüngern (CH₄) und aus globalen Effekten von Landnutzungsänderungen (LULUCF). Selbst ohne Neubewertung der Stufe 1 zeigt sich im linken Bild die hohe Bedeutung der betrieblichen Managementaktivitäten, die sich im Zusammenhang mit der Nutzung fossiler Energie ergeben. Fällt die Methanbildung durch die Anerkennung der drei Fragen der Stufe 1 weg, verbleiben nur mehr die direkte oder indirekte Wirkung der fossilen Energie in der lokalen Managemententscheidung

und deren Wirkung auf die global zu verantwortenden Landnutzungsänderungen übrig. Hier muss die zukünftige Entwicklung der Landwirtschaft auch ansetzen um einen wirkungsvollen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Abbildung 6: Triebkräfte für landwirtschaftliche THG-Emissionen



Alternativtext: Beide Abbildungen stellen eine Zuordnung der maximalen THG-Emissionen zu den Hauptbereichen Management lokal, Wiederkäufer und LULUCF dar. Der Bereich Management local, hier wirkt vor allem die fossile Energie, wurde feiner aufgelöst. Die linke Abbildung zeigt die Verteilung der maximalen Last, die rechte das Ergebnis der alternativen Bewertung.

In der gesellschaftlichen Diskussion bieten die Breite der Ergebnisse aus Tabelle 8 einen tragfähigen Untergrund, der über einfache Schuldzuweisungen hinausgeht. Natürlich hat jede der gezeigten Emissionspfade seine Berechtigung, besonders schwer wiegt hier aber der Übergang einer territorialen, produktionsbezogenen Bewertung in eine konsumbezogene. Diese setzt tatsächlich, ungeachtet des Kernthemas dieses Beitrages, einen neuen Null-Punkt jenseits der Ergebnisse von NIR/KSB. Steininger et al. 2018 zeigen das, was jeder empirisch sehen kann: Die gesamte nationale Infrastruktur wächst sehr dynamisch, die Mülldeponien füllen sich. Hier liegt auch das österreichische Kernproblem bei dem die Landwirtschaft selbst mittelfristig nur ein Nebengeräusch ist.

Empfehlung

Die Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein empfiehlt mit dem Konzept einer standortgerechten Landwirtschaft vor allem den konventionellen Bäuerinnen und Bauern in Österreich einen spürbaren Richtungswechsel (Guggenberger et al., 2020). Dieser Richtungswechsel ist nicht nur dem dringenden Problem in der Frage des Klimaschutzes geschuldet, sondern hat auch ganz maßgebliche Aspekte für zukünftige Chancen auf den heimischen Märkten. In der praktischen Umsetzung entlastet eine gezielte Reduktion von Betriebsmitteln wie Handelsdünger, Pflanzenschutzmittel und Kraftfutter den verbleibenden Anteil in Abbildung 6, rechts und bereiten den Einstieg in die vorgezeichneten Wege der europäischen Landwirtschaft vor. Der vollständige Verzicht auf mit LULUCF belastetem Importfutter wird diesen Bereich sogar vollständig auflösen. Die standortgerechte Landwirtschaft orientiert sich am Konzept der integrierten Produktion.

Literatur

280/2004/EG (2007): Entscheidung Nr. 280/2004/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 11. Februar 2004 über ein System zur Überwachung der Treibhausgasemissionen in der Gemeinschaft und zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls.

Barnola, J.M.; Raynaud, D. und Lorius, C. (2003): Historical CO₂ Record from the Vostok Ice Core, St. Petersburg 199226, Russia.

- BGBl. 106/2011** (2011): Klimaschutzgesetz.
- BGBl. 414/1994** (2004): Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderung.
- BMLFUW** (1998): Grüner Bericht 1998, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BMLRT** (2020): Grüner Bericht 2020, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien, 272 S.
- BMNT** (2019): Grüner Bericht 2019, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien, 299 S.
- Brito, M. und Sousa, T.** (2015): WORLD PRIMARY ENERGY PRODUCTION & CONSUMPTION 1900-2010: WHAT CAN BE LEARNED FROM PAST TRENDS?
- Ecolab** (2020): AGRIBALYSE agricultural and food database.
- Egger, G.** (2013): Produktion und Stellenwert von Rindfleisch und Milchprodukten im Österreich des frühen 20. Jahrhunderts. Wien, 105 S.
- FAOSTAT** (2020): Food and agriculture data, Rome.
- Finkbeiner, M.; Inaba, A.; Tan, R.B.H.; Christiansen, K. und Klüppel, H.J.** (2006): The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. International Journal of Life Cycle Assessment 11, 80-85.
- Guggenberger, T.; Fritz, C.; Finotti, E.; Herndl, M.; Ofner-Schröck, E.; Terler, G. und Steinwidder, A.** (2020): Grundzüge einer standortgerechten Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Forschungsgruppe Ökoeffizienz, Irdning-Donnersbachtal, 63 S.
- Herndl, M.; Baumgartner, D.U.; Guggenberger, T.; Bystricky, M.; Gaillard, G.; Lansche, J.; Fasching, C.; Steinwidder, A. und Nemecek, T.** (2016): Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 93 S.
- IPCC** (2006): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan, S.
- IPCC** (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Cambridge University Press, United Kingdom and New York, 1535 S.
- IPCC** (2019): 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, S.
- IPCC** (2014): Climate Change 2014 - Synthesis Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 138 S.
- Keeling, C.D.** (1960): The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere. Tellus 12, 200-203.
- Siegl, G.** (2013): Bergbauern im Nationalsozialismus. Innsbrucker Forschungen zur Zeitgeschichte Band 28, StudienVerlag 340 S.

Steininger, K.W.; Munoz, P.; Karstensen, J.; Peters, G.P.; Strohmaier, R. und Velázquez, E. (2018): Austria's consumption-based greenhouse gas emissions: Identifying sectoral sources and destinations. *Global Environmental Change* 48, 226-242.

UBA (2020a): Klimaschutzbericht 2020, Umweltbundesamt, Wien, 186 S.

UBA (2020b): Austria's National Inventory Report 2020, UBA, Wien, 809 S.

Fühlen sich meine Kühe wohl? - Erste Ergebnisse zur Tierwohl-Potenzial-Bewertung von Milchviehhaltungssystemen im Betriebsmanagement-Tool FarmLife

Elfriede Ofner-Schröck^{1*}, Thomas Guggenberger², Edina Scherzer¹ und Andreas Steinwidder³

Zusammenfassung

Das Thema Tierwohl gewinnt in der Landwirtschaft aber auch in der gesellschaftlichen Diskussion immer mehr an Bedeutung. Ziel eines aktuellen Forschungsprojektes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein war es, geeignete Parameter und Methoden zur Bewertung des Tierwohl-Potenzials von Haltungssystemen am Beispiel der Rinderhaltung zu entwickeln und in das vorliegende Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife zu integrieren. Dazu wurden national und international bestehende Beurteilungssysteme analysiert, zwei Expertenmeetings sowie Praxiserprobungen durchgeführt und basierend auf umfangreichen Bewertungsmodellen das System des FarmLife-Welfare-Index (FWI) entwickelt. Der FarmLife-Welfare-Index gliedert sich in die drei Teilbereiche „Haltungsbedingungen“, „Tierbetreuung und Management“ sowie „Tierwohl“. In diese drei Teilbereiche fließt die Bewertung von 18 Indikatorengruppen bestehend aus 43 Einzelindikatoren ein. Die Beurteilung erfolgt online über die gemeinsame technische Plattform www.farmlife.at. Bei einem hohen Maß an Praktikabilität in der Anwendung steht bei diesem Beurteilungssystem das Tier im Fokus, gleichzeitig soll das Beurteilungsergebnis aber auch Rückschlüsse auf die Einflussfaktoren zulassen und dem Landwirt Empfehlungen zur Verbesserung etwaiger Haltungs- oder Managementmängel an die Hand geben. Wie erste praktische Anwendungsergebnisse zeigen, ist die Beurteilung innerhalb eines überschaubaren Zeitraums von zirka zwei Stunden abzuschließen. Durch die hohe Granularität des Systems sind neben der Fokussierung auf einen Gesamt-Index die Ergebnisse der einzelnen Themenbereiche klar erkennbar. Dieses Feedback kann der Landwirt gezielt für die Weiterentwicklung seines Stallsystems nutzen.

Schlagwörter: Tierwohl, Rinder, Milchkühe, Index, Tierhaltung

Summary

The topic of animal welfare is becoming increasingly important both in agriculture and in the social debate. The aim of a current research project at HBLFA Raumberg-Gumpenstein was to develop suitable parameters and methods for evaluating the animal welfare potential of husbandry systems using cattle husbandry as an example and to integrate them into the farm management tool FarmLife. For this, existing national and international assessment systems were analyzed, two expert meetings and practical tests were carried out, and the FarmLife Welfare Index (FWI) system was developed based on extensive

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Elfriede Ofner-Schröck, email: elfriede.ofner-schroeck@raumberg-gumpenstein.at

assessment models. The FarmLife Welfare Index is divided into the three sub-areas „husbandry conditions“, „stockmanship and management“ and „animal welfare“. The assessment of 18 indicator groups consisting of 43 individual indicators is incorporated into these three sub-areas. The assessment is carried out online via the common technical platform www.farmlife.at. With a high degree of feasibility, this assessment system focuses on the animal, but at the same time the assessment result should also allow conclusions to be drawn about the influencing factors and provide the farmer with recommendations for improving any lack in husbandry or management. As the first practical application results show, the assessment can be completed within a reasonable period of around two hours. Due to the high granularity of the system, in addition to the focus on an overall index, the results of the individual subject areas are clearly visible, which every farmer can use for the further development of his housing system. As the first practical application results show, the assessment can be completed within a reasonable period of around two hours. Due to the high granularity of the system, in addition to the focus on an overall index, the results of the individual subject areas are clearly recognizable. The farmer can use this feedback specifically for the further development of his housing system.

Keywords: animal welfare, cattle, dairy cows, index, animal husbandry

1. Einleitung

Das Thema Tierwohl gewinnt in der Landwirtschaft aber auch in der gesellschaftlichen Diskussion immer mehr an Bedeutung. Was unter Tierwohl zu verstehen ist, lässt sich nicht einfach definieren und überprüfen. Obwohl in letzter Zeit in der wissenschaftlichen Forschung vermehrt Untersuchungen zu Emotionen von Rindern durchgeführt werden, kann man die Frage „Fühlen sich meine Kühe wohl?“ derzeit nur indirekt beantworten. Zur Messung von Tierwohl wurden im Laufe der Zeit verschiedene Indikatoren entwickelt, die ressourcenbezogen, managementbezogen oder tierbezogen sein können. D.h. man kann die Gestaltung des Stalles, die Tierbetreuung und das Tier selbst (z. B. Verletzungen, Lahmheiten, Verschmutzung, usw.) beurteilen. Durch die verschiedenartige Kombination dieser Indikatoren entstehen Beurteilungssysteme, mit deren Hilfe man das Tierwohl seiner Herde messen kann.

1.1 Systeme zur Beurteilung von Tierwohl

Bereits in den 1980er Jahren veröffentlichte der britische „Farm Animal Welfare Council“ (FAWC) das Konzept der „Five Freedoms“ (FAWC, 1979), als grundlegende Anforderungen für die Haltung von Nutztieren. Sie bilden die Ausgangsbasis für verschiedene Systeme zur Beurteilung von Tierwohl. Diese fünf Freiheiten umfassen:

- Freiheit von Hunger und Durst (*freedom of hunger and thirst*)
- Freiheit von haltungsbedingten Beschwerden (*freedom of discomfort*)
- Freiheit von Schmerz, Verletzungen und Krankheit (*freedom of pain, injury and disease*)
- Freiheit von Angst und Stress (*freedom of fear and distress*)
- Freiheit zum Ausleben natürlicher Verhaltensmuster (*freedom to express natural behavior*)

Fraser (2008) nennt für Tierwohl die drei Dimensionen Tiergesundheit (Basic health and functioning), Ausübung natürlicher Verhaltensweisen (natural living) und emotionales Befinden (affective states). International wurden bisher eine Reihe von Beurteilungs-

systemen entwickelt, die sich vom Aufbau, den eingesetzten Indikatorengruppen und den Anwendungsgebieten her unterscheiden. Grundsätzlich stehen für die Beurteilung der verschiedenen Aspekte des Tierwohls folgende Indikatorengruppen zur Verfügung:

- tierbezogene Indikatoren
- managementbezogene Indikatoren
- ressourcenbezogene (haltungsumweltbezogene) Indikatoren

Jede dieser Indikatorengruppen besitzt eine spezifische Aussagekraft und birgt verschiedene Vor- und Nachteile in sich. Ressourcenbasierte Indikatoren weisen eine hohe Reproduzierbarkeit und Praktikabilität auf, sind jedoch abhängig vom Haltungssystem. Managementbasierte Parameter sind häufig schwierig oder nur aufwändig zu überprüfen. Anhand von tierbasierten Indikatoren können die Auswirkungen der Haltungsbedingungen direkt am Tier beurteilt werden. Sie können Aspekte des Gesundheitszustands, des Verhaltens und der Emotionen von Tieren erfassen. Tierbezogene Indikatoren sind unabhängig vom Haltungssystem weisen jedoch zum Teil im Hinblick auf die Praktikabilität Nachteile auf (Rufener und Keil, 2016, Bergschmidt, 2017). Ein allgemein anerkanntes Indikatoren-Set für die Bewertung der Tiergerechtigkeit steht bisher nicht zur Verfügung (March et al., 2017). Die Auswahl von Parametern hängt entscheidend davon ab, welches Ziel (Forschung, Gesetzesvollzug, Zertifizierung, Beratung, Schwachstellenanalyse) bei der Beurteilung der Tiergerechtigkeit bzw. des Tierwohles verfolgt wird (Main et al., 2002). Jedenfalls sollte ein Beurteilungssystem valide, reliabel und praktikabel sein, d. h. Aussagekraft hinsichtlich Tierwohl besitzen, unter gleichen Bedingungen wiederholbare Ergebnisse liefern sowie ohne großen Zeit- und Kostenaufwand erfasst werden können.

An dieser Stelle seien ohne Anspruch auf Vollständigkeit einige Beispiele für derzeit vorhandene Beurteilungssysteme genannt, die in unterschiedlichem Ausmaß Anwendung in der Praxis finden: Welfare Quality® assessment protocols (Welfare Quality, 2009), KTBL-Tierschutzindikatoren – Leitfaden für die Praxis – Rind (KTBL, 2016), Tiergerechtheitsindex TGI 35 L (Bartussek, 1996), Bio Austria – Leitfaden Tierwohl (Bio Austria, 2015), Cows and More (Pelzer et al., 2007). Ein Teil dieser Beurteilungssysteme liegt in Papierversion vor, manche sind als Online-Beurteilungstool konzipiert. Vor allem in diesem Bereich gibt es in letzter Zeit auch eine Reihe von Forschungsprojekten mit spezifischem Anwendungszweck und unterschiedlicher Zielsetzung. In Projekten aus Deutschland und der Schweiz wurde darüber hinaus an der Entwicklung von Nachhaltigkeitsbeurteilungskonzepten gearbeitet, die auch den Aspekt Tiergerechtigkeit beinhalten (Becker et al., 2015, Meier et al., 2014, Roesch et al., 2016).

1.2 Integration von Tierwohl in die Nachhaltigkeitsbewertung

Nachhaltige Betriebsentwicklung berücksichtigt innerhalb der Systemgrenze verschiedenen Managementebenen. In der landwirtschaftlichen Kreislaufwirtschaft sind vor allem die Ressourcen und internen Nährstoffkreisläufe von Bedeutung. Weitere Bereiche wie Bodenqualität und Toxizität von Pflanzenschutzmitteln müssen berücksichtigt werden. Alle Ebenen dienen der inneren Optimierung der Betriebe, zeichnen aber auch ein Bild in Richtung des Konsumenten. Diese Aspekte wurden von der Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein gemeinsam mit den Kollegen der Forschungsgruppe Ökobilanzen (Agroscope, CH) in dem Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife zusammengeführt (Herndl et al., 2015; Herndl et al., 2016). Dieses Online-Tool (vgl. Abbildung 7) wurde für die praktische Umsetzung in bäuerlichen Kursgruppen und den Einsatz im Schulbetrieb Land- und Forstwirtschaftlicher Schulen entworfen. Das Thema Tierwohl gliedert sich in die Strategie der nachhaltigen und gesamthaften Betriebsberatung ein. Durch die Nutzung der gemeinsamen technischen Plattform in FarmLife kann die Bewertung des Tierwohlpotenzials effizient und praktikabel umgesetzt werden.

2. Problemstellung und Ziel

Das Thema Tierwohl-Beurteilung wird derzeit vielfach und intensiv bearbeitet. Wie bereits beschrieben, existieren eine Reihe von Systemen mit unterschiedlichem Anwendungsumfang aber auch zahlreiche laufende Projekte zur Entwicklung und Praxiserprobung von Beurteilungsinstrumenten. Das aktuelle österreichische Tierschutzrecht und die landwirtschaftliche Betriebsstruktur finden in den vorliegenden Systemen kaum Berücksichtigung. Einige Systeme verwenden Papier-Erhebungsbögen, während Online-Anwendungen ebenfalls immer mehr an Bedeutung gewinnen. Die Orientierung an unterschiedlichen Zielgruppen (Landwirte, Berater, Behörden, Kontrollstellen) und unterschiedliche Zielsetzungen (Eigenkontrolle, Beratung, Monitoring, Produktkennzeichnung) prägen die Entwicklung und Anwendung. Viele Systeme dienen bisher als rein wissenschaftliches Instrument. Häufig wird tierbezogenen Parametern der Vorzug gegeben, es wird jedoch situationsbezogen auch der Einsatz ressourcen- und managementbezogener Parametern empfohlen und die Verwendung bereits in Datenbanken vorhandener Angaben angeregt. Die Praktikabilität in der Anwendung stellt vielfach eine große Herausforderung dar. Eine Gesamtbewertung von Tierwohl durch Integration verschiedener Parameter wurde bisher erst in wenigen Systemen vorgenommen. Ziel- und Grenzwerte befinden sich noch in Ausarbeitung. Ein allgemein anerkanntes Indikatoren-Set für die Bewertung von Tierwohl steht bisher nicht zur Verfügung.

Für die Anwendung im Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife bedarf es einer pragmatischen Lösung und eines Ansatzes mit einem hohen Maß an Praktikabilität, wobei die weiteren Qualitätskriterien Reliabilität und Validität selbstverständlich ebenfalls erfüllt sein müssen. Ziel eines aktuellen Forschungsprojektes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein war es, geeignete Parameter und Methoden zur Bewertung des Tierwohl-Potenzials von Haltungssystemen am Beispiel der Rinderhaltung zu entwickeln und in das Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife zu integrieren (Ofner-Schröck et al., 2020).

3. Material und Methoden

In einem ersten Schritt wurde eine umfassende Literaturrecherche zum Thema Beurteilung des Tierwohls durchgeführt. Es wurden national und international bestehende Beurteilungssysteme im Detail analysiert. Insbesondere wurden die Parameterauswahl, die Abstufung in der Bewertung, der Anwendungsbereich und die Praktikabilität betrachtet und die Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme nach fachlicher Abwägung herausgearbeitet. Diese umfangreiche tabellarische Sammlung war Basis für ein erstes Expertenmeeting mit Fachleuten der HBLFA Raumberg-Gumpenstein aus den Wissensbereichen Tierhaltung, Tierschutz, Tierwohl, Ethologie, Tiergesundheit, Tierernährung, biologische Landwirtschaft und EDV. In dieser Arbeitsgruppe wurden die vorliegenden Parameter diskutiert und hinsichtlich Erhebungsmethodik, Wiederholbarkeit, Validität und benötigter Beurteilungszeit beurteilt. Es wurden jene Parameter ausgewählt, die ausreichend praktikabel, reliabel und valide sind und für den weiteren Projektverlauf beibehalten werden sollten.

Darauffolgend erfolgte ein Expertenmeeting, zu dem Fachleute von der Universität für Bodenkultur Wien, der Veterinärmedizinischen Universität Wien, des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, der größten österreichischen Kontrollstelle, Bio Austria, Agroscope Schweiz und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein geladen wurden. Ziel des Expertenmeetings war es, gemeinsam die kleinsten Bausteine (Parameter) für ein Bewertungssystem herauszuarbeiten. Die verschiedenen Expertisen und Sichtweisen sollten im Rahmen eines Workshops eingebracht und lösungsorientiert diskutiert werden. Die Teilnehmer beurteilten dabei jeden vorausgewählten/vorgeschlagenen Parameter hinsichtlich seiner Verwendung, Zuordnung zu Einflussbereichen, Erfassungsaufwand und Methode sowie hinsichtlich Qualität und Beitrag zum Projektziel.

Auf Basis der Literaturrecherchen und der beiden Expertenmeetings ergab sich ein Indikatoren-Set, das nun für die Erstellung des Beurteilungstools Verwendung fand. Dazu war es erforderlich, die Parameter detailliert auszuformulieren und mit Fotos für die anschauliche Beurteilung zu versehen. Es wurde ein **Anwenderhandbuch (Erfassungshandbuch)** erstellt, das alle Kriterien der Tierwohlbeurteilung und Tierwohlpotenzial-Beurteilung enthält und als Papierversion für die praktische Anwendung vor Ort am landwirtschaftlichen Betrieb dienen kann. Außerdem wurde auf Grundlage von Literaturangaben und eigenen Erfahrungen eine Stichprobengröße in Abhängigkeit von der Herdengröße definiert. Parallel dazu wurden die ausgewählten Parameter in das Betriebsmanagement-Tool FarmLife implementiert, sodass die Erhebung am landwirtschaftlichen Betrieb mithilfe eines Tablets als **EDV-Anwendung** erfolgen kann. Als Ergänzung wurde ein Leitfaden zur Beurteilung der Tierwohlintikatoren in Form eines umfangreichen **Begleithandbuches** (HBLFA, 2020) entwickelt, in dem jeder einzelne Indikator genau beschrieben wird. Es liefert einen detaillierten Erläuterungstext zur Erhebungsmethodik und zur Bedeutung jedes einzelnen Parameters für die Tierwohl- und Tierwohlpotenzial-Beurteilung.

Um der Forderung nach Praktikabilität des Tools Rechnung zu tragen, wurde dies zuerst im Kreise von landwirtschaftlichen Praktikern diskutiert und danach im Expertenkreis auf vier landwirtschaftlichen Betrieben in einer ersten Testphase erprobt. Dabei handelte es sich um zwei Betriebe mit Anbindehaltung und zwei Betriebe mit Laufstallhaltung. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen erfolgte eine Adaptierung des entwickelten Beurteilungssystems. In einem zweiten Anwendungsschritt wurde eine Gruppe von 20 Landwirten auf die Anwendung des Tools geschult und danach um selbständige Beurteilung des eigenen Betriebes ersucht. Auch diese Rückmeldungen fanden ihren Niederschlag in der Systementwicklung. In einem dritten Schritt wurde nochmals eine Anwendung auf sechs landwirtschaftlichen Betrieben durch Projektmitarbeiter durchgeführt und die Erkenntnisse in das Beurteilungssystem eingearbeitet.

Um das Ziel einer ganzheitlichen Gesamtbewertung in Form eines Tierwohl-Index zu erreichen, war es erforderlich, die einzelnen Parameter mit Punkten zu bewerten und die Teilbereiche zueinander zu gewichten. Eine Aggregation und Verrechnung der Parameter wird auch von Rufener und Keil (2016) als erforderlich gesehen, um zu einer Gesamtbewertung zu kommen. Die Punkte wurden auf einen homogenen Datenraum (0 – 100 Punkte) normiert, um die Kommunikation der Ergebnisse zu erleichtern. Diese Punktbewertung ist ein Expertensystem, das auf Literaturstudien und praktischer Beurteilungserfahrung beruht. Dazu wurden umfangreiche **Bewertungsmodelle** entwickelt. Die einzelnen Parameter werden einer Wirkungsabschätzung unterzogen. Die Grenzwertziehung orientiert sich an wissenschaftlichen Erkenntnissen und Experteneinschätzungen und wurde in Anlehnung an bestehende Systeme (Welfare Quality®, Bio Austria - Leitfaden Tierwohl, usw.) durchgeführt. Grundlage ist das österreichische Tierschutzrecht. Eine weitere Verfeinerung des Bepunktungsschemas könnte in Zukunft in Expertendiskussionen und Arbeitsgruppen erfolgen.

4. Ergebnisse und Diskussion

Als Ergebnis der wissenschaftlichen Synthese und der grundlegenden Anforderungen für die praktische Anwendung wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Beurteilungssystem für das Tierwohl-Potenzial von Milchviehstallungen entwickelt – der FarmLife-Welfare-Index (Ofner-Schröck et al., 2020). Die Anwendung erfolgt im Rahmen des Betriebsmanagement-Tools FarmLife (Ökoeffiziente Landwirtschaft) online über die gemeinsame technische Plattform www.farmlife.at. Die Dateneingabe kann am Tablet durch einfaches Tippen auf den Bildschirm erfolgen und gestaltet sich auch durch viele hinterlegte Fotos sehr bedienerfreundlich. Der Netto-Zeitaufwand für die Erhebung wurde mit zwei Stunden definiert.

Bei der Bewertung steht das Tier im Fokus. Darüber hinaus wird aber auch eine Stärken- und Schwachstellenanalyse im Stall durchgeführt und Empfehlungen zu Verbesserungen des Haltungssystems oder im Management gegeben. Das Tool ist für alle Rinderhaltungssysteme (Laufställe und Anbindehaltung) anwendbar und berücksichtigt die Besonderheiten regionaler, österreichischer Betriebsformen und Strukturen (z. B. kleinstrukturierte Betriebe).

4.1 Systementwurf

Der sechsstufige Systementwurf des FarmLife-Welfare-Index (Abbildung 1) besteht aus der primären Datenerfassung von 17 verschiedenen Erfassungseinheiten. Die Sachbilanz wird von 152 Parametern gebildet. Diese Parameter repräsentieren Zahlen, Objekte und ihre Eigenschaften oder Beobachtungen. Alle Ausprägungen der einzelnen Parameter sind einer Wirkungsabschätzung zu unterziehen und zu insgesamt 43 Indikatoren zusammenzufassen. Die Indikatoren werden für die Verbesserung der Kommunikation zu 3 Teilbereiche mit je 6 normierten Indikatorgruppen zusammengefasst. Der FarmLife-Welfare-Index entspricht dem gewichteten, normierten Ergebnis der Indikatoren.

4.2 Tierwohl und Tierwohlpotenzial

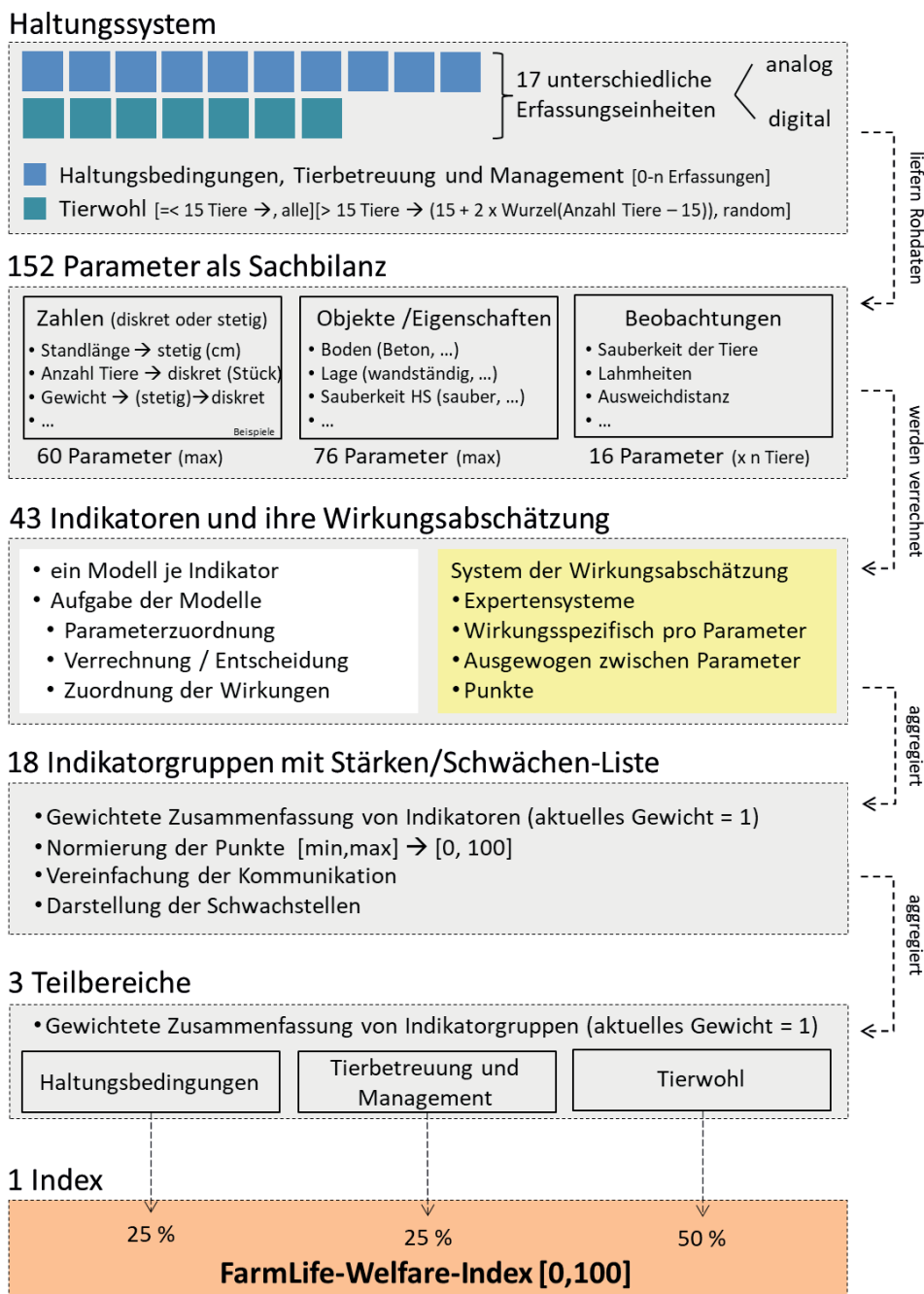
Der FarmLife-Welfare-Index (FWI) verbindet Ergebnisse der „Tierwohl-Potenzialbewertung“ (Haltungsumwelt + Management) mit direkt am Tier gemessenen „Tierwohl-Indikatoren“ (Abbildung 2). In den FarmLife-Welfare-Index fließen daher Bewertungsergebnisse zur Tierhaltungsumwelt, zum Tierhaltungsmanagement und anerkannte tierbezogene Tierwohlindikatoren ein, wobei auch die Ergebnisse der Teilbereiche ausgewiesen und interpretiert werden.

Tierwohl-Potenzial-Bewertung: Diese erfasst und bewertet die umwelt- und baulich-technischen Gegebenheiten der Tierhaltung sowie grundsätzliche Managementfaktoren am Betrieb, welche eine wichtige Voraussetzung für eine tiergerechte Haltung darstellen. Beispielsweise beeinflussen entsprechende Stallflächengrößen, das Vorhandensein unterschiedlicher Flächenbereiche sowie Auslauf- und Weidemöglichkeiten ob Tiere ihr artgemäßes Verhalten ausleben können. Die Tierwohl-Potenzialbewertung liefert wichtige Ergebnisse und Basisdaten bei der Planung von Haltungssystemen oder kann auch für die Evaluierung der grundsätzlichen Tierhaltungs- und Haltungsumweltbedingungen herangezogen werden.

Tierwohl-Indikatoren (Tierschutzindikatoren bzw. vorwiegend tierbezogene Parameter): Diese Indikatoren werden überwiegend direkt am Tier gemessen. Es werden Aspekte zum Gesundheitszustand und zum Verhalten der Tiere erfasst, welche direkte Rückschlüsse auf die Auswirkungen von Haltung, Fütterung und Management auf das Tierwohl erlauben. Nicht in allen wichtigen Tierwohlbereichen gibt es jedoch (derzeit) geeignete tierbezogenen Indikatoren bzw. ist deren Erhebung zu aufwändig (z.B. Wasserversorgung, stallklimatische Ansprüche, Sozialverhalten, etc.). In diesen Fällen wird auf das Erklärungspotenzial der ressourcen- und managementbezogene Faktoren zurückgegriffen.

Im FarmLife-Welfare-Index erfolgt eine getrennte Bewertung der 1.) umwelt- und baulich-technischen Gegebenheiten in der Tierhaltung, 2.) der grundsätzlichen Managementfaktoren in der Tierhaltung und der 3.) tierbezogenen Tierwohl-Indikatoren. Dies ermöglicht eine sehr umfassende Analyse der Tierhaltungsbedingungen. In Anlehnung an die LCA-Methodik fasst der FarmLife-Welfare-Index die Teilergebnisse auch in einer Zahl zusammen, dabei werden die tierbezogenen Parameter stärker als die haltungsumweltbezogenen Parameter gewichtet. Vereint in einer Bewertung wirkt das Ergebnis der Haltungsumgebung handlungsauslösend im Hinblick auf die bauliche Situation und das Management am Betrieb und das Ergebnis der Tierwohlbewertung prüfend im Hinblick auf das Wohlbefinden des Tieres innerhalb der Haltungsumgebung. Die Ergebnisse

Abbildung 1: Systementwurf zur Entwicklung des FarmLife-Welfare-Index (FWI)

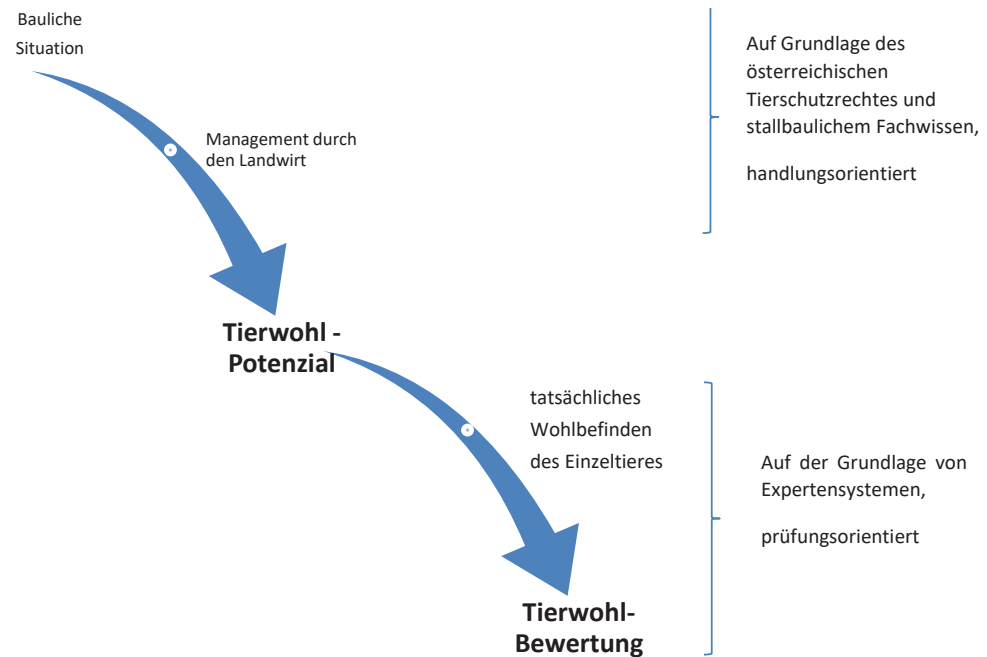


des FarmLife-Welfare-Tools können der Eigenevaluierung, dem Vergleich mit anderen Betrieben (Benchmarking), der Kommunikation mit der Öffentlichkeit und der Beratung und Betriebsentwicklung (Schwachstellenanalyse) dienen. Sie ersetzen nicht die täglich notwendigen Tierhaltungs-Routinekontrollen eines Betriebes.

4.3 Indikatoren und ihre Indikatorgruppen

Aus Literaturstudien, Expertenmeetings und Praxiserprobungen wurde ein Indikatoren-Set zur Anwendung im FarmLife-Welfare-Tool entwickelt. Der KTBL-Bewertungsrahmen „Tierschutzindikatoren – Vorschläge für die betriebliche Eigenkontrolle“ wurde bei der Auswahl der Indikatoren besonders berücksichtigt. Bezogen auf den Anwendungszweck besteht dieses Indikatoren-Set aus tierbezogenen, managementbezogenen und ressourcen-

Abbildung 2: Tierwohlpotenzial- und Tierwohlbewertung im FarmLife-Welfare-Index



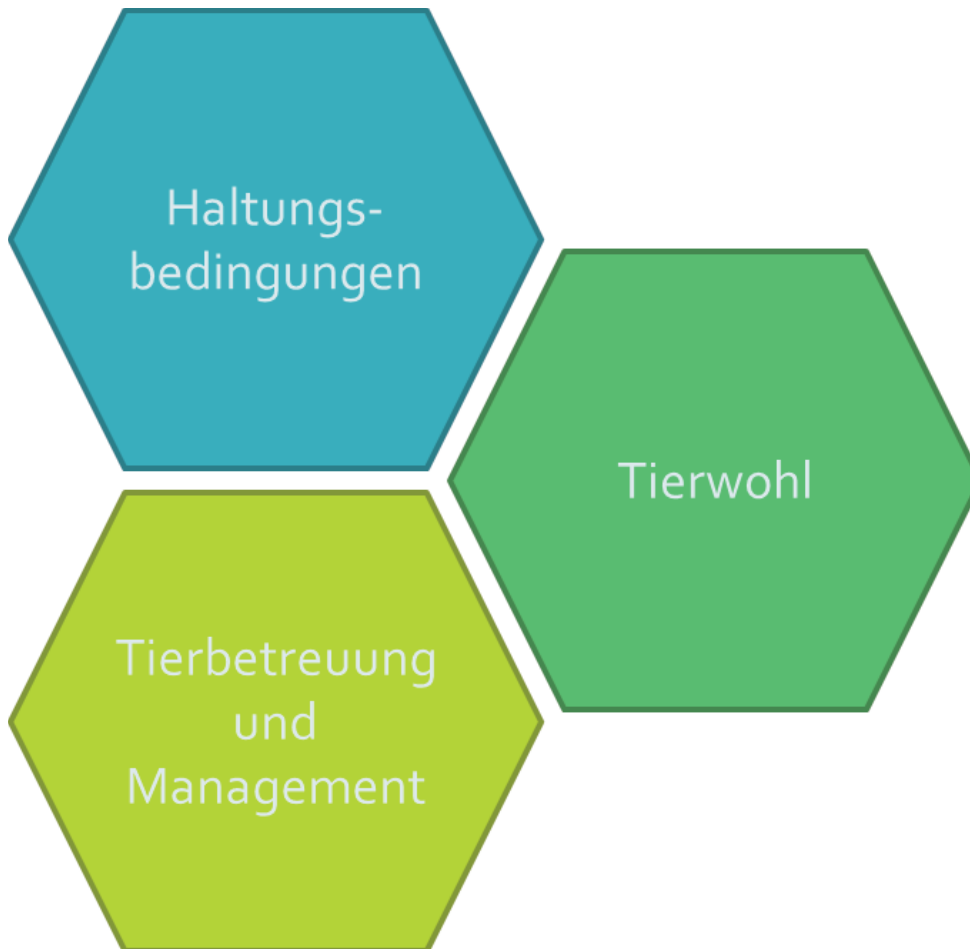
bezogenen Indikatoren. Es wurde ein Ansatz mit einem hohen Maß an Praktikabilität entwickelt, wobei die weiteren Qualitätskriterien Reliabilität und Validität basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und Expertenübereinstimmung selbstverständlich ebenfalls zu erfüllen waren.

Tierbezogenen Parametern wird in vielen Beurteilungssystemen der Vorzug gegeben, da sie direkte Indikatoren des Wohlbefindens sind und den Zusammenhang mit dem landwirtschaftlichen System (z. B. Umwelt, Ressourcen, Management) widerspiegeln, sie haben hinsichtlich Praktikabilität aber auch zahlreiche Nachteile. Ressourcenbezogene (oder haltungsumweltbezogene) Parameter sind praktikabel, mit vertretbarem Zeitaufwand erhebbar und weisen eine hohe Reproduzierbarkeit (objektive Erfassung) auf. Sie ermöglichen einen indirekten Rückschluss auf das Wohlbefinden der Tiere. Eine geeignete Gestaltung der Haltungsumwelt verhindert negative Auswirkungen auf das Tier. Außerdem bieten ressourcenbezogene Indikatoren die Möglichkeit, dem Landwirt unmittelbar Feedback zu geben, Schwachstellen im Haltungssystem zu identifizieren und auf Verbesserungsmöglichkeiten hinzuweisen. Mit ressourcenbezogenen Parametern können Teilbereiche beurteilt werden, die mit praktikablen tierbezogenen Parametern nicht abgebildet werden können (Bracke, 2007). Die Kombination verschiedener Parameterarten zur Beurteilung von Tierwohl wird von einer Reihe von Autoren vorgeschlagen (Colditz, 2014; Rufener und Keil, 2016; Bergschmidt, 2017; Beggs et al., 2019).

4.4 Aufbau des FarmLife-Welfare-Index

Der FarmLife-Welfare-Index gliedert sich in die drei Teilbereiche „Haltungsbedingungen“, „Tierbetreuung und Management“ sowie „Tierwohl“ (Abbildungen 3 – 6). Bei den Haltungsbedingungen wird beispielsweise die Weichheit und Trittsicherheit des Liegebereiches oder die Qualität der Wasserversorgung beurteilt. Auslauf und Weide spielen in der Bewertung eine große Rolle. Im Teilbereich Tierbetreuung und Management geht es unter anderem darum, die Mensch-Tier-Beziehung beispielsweise durch Ermittlung der Ausweichdistanz der Tiere darzustellen, aber auch Pflege und Gesundheitsmanagement sind hier von Interesse. Der Teilbereich Tierwohl bildet direkte Indikatoren für die Gesundheit und das Wohlbefinden von Rindern ab. Dazu wird das Tier selbst genau betrachtet und beispielsweise auf Verletzungen an den Gelenken, Klauenzustand oder Lahmheiten untersucht, um hier gegebenenfalls Verbesserungspotenzial erkennen zu können.

Abbildung 3: Gliederung des FarmLife-Welfare-Index (FWI) in drei Teilbereiche



Eine Besonderheit des FarmLife-Welfare-Beurteilungssystems ist die zeitliche Gewichtung nach Aufenthaltsdauer der Tiere an verschiedenen Aufenthaltsorten, z. B. Auslauf, Weide, Anbindestall, Laufstall. Eine Haltungsumgebung wirkt umso stärker auf das Tier ein, je länger es diesen Haltungsbedingungen ausgesetzt ist. Wie aus zahlreichen Studien hervorgeht, wirkt beispielsweise der Aufenthalt auf der Weide reduzierend auf Veränderungen der Haut und des Haarkleides, die durch die Haltungsbedingungen im Stall verursacht sind.

Für die Festlegung des Aggregationsgewichtes der Teilbereiche zur Bildung des FarmLife-Welfare-Index ist ein pragmatischer Ansatz notwendig. Schon im Namen des Index zeigt sich die Bedeutung des Tierwohls für die Bewertung, weshalb dieser Teilbereich ein besonders hohes Aggregationsgewicht benötigt. In welchem Verhältnis die anderen beiden Teilbereiche stehen, kann im Rahmen einer PCA untersucht werden. Im aktuellen Setting bestimmt der Teilbereich Tierwohl zur Hälfte das finale Ergebnis während sich die anderen Teilbereiche die andere Hälfte gleichmäßig teilen (vgl. Abbildung 1).

4.5 Anwendung des FarmLife-Welfare-Index

Das FarmLife-Welfare-Tool ist unter www.farmlife.at am besten mit dem Browser Mozilla Firefox in einer aktuellen Version erreichbar. Die Breite der insgesamt im System verwendbaren Betriebsdaten benötigt einen persönlichen Account, der von jedem Nutzer angelegt werden muss. Das FarmLife-Welfare-Tool wurde direkt in die Datenerfassung von FarmLife eingebettet (Abbildung 7). Je nach Konfiguration des Accounts sieht man dort bis zu acht verschiedene Fachbereiche. Für die Tierwohl-Potenzial-Bewertung

Abbildung 4: Gliederung des Teilbereiches „Haltungsbedingungen“

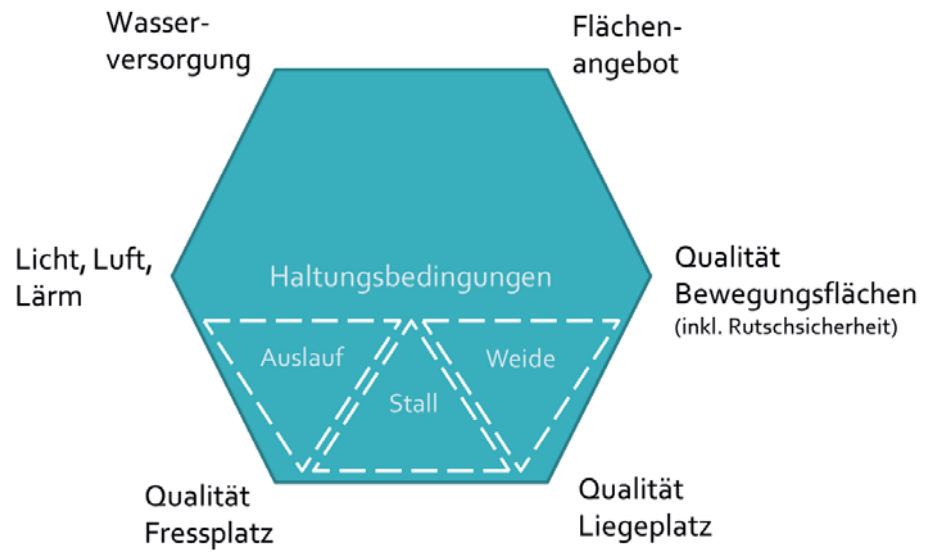


Abbildung 5: Gliederung des Teilbereiches „Tierbetreuung und Management“

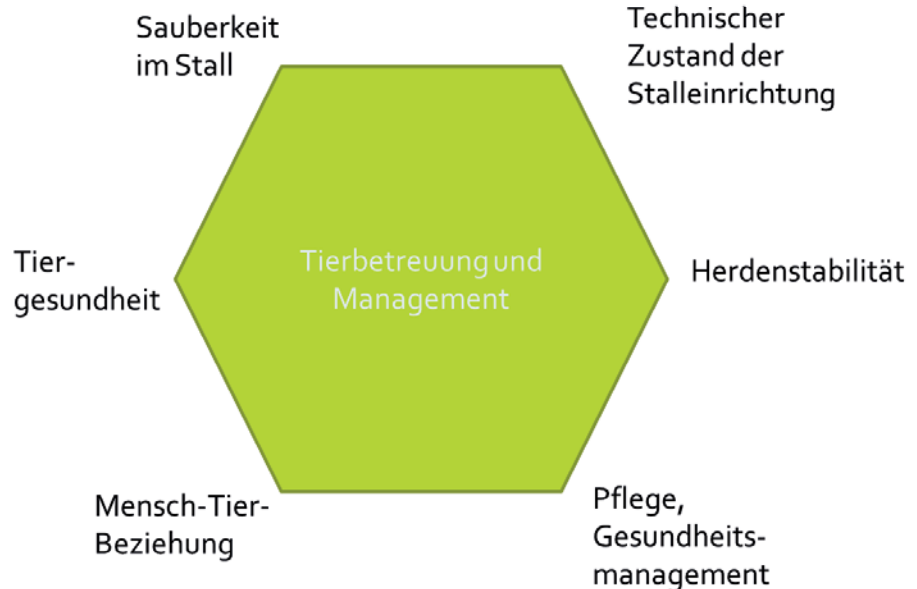
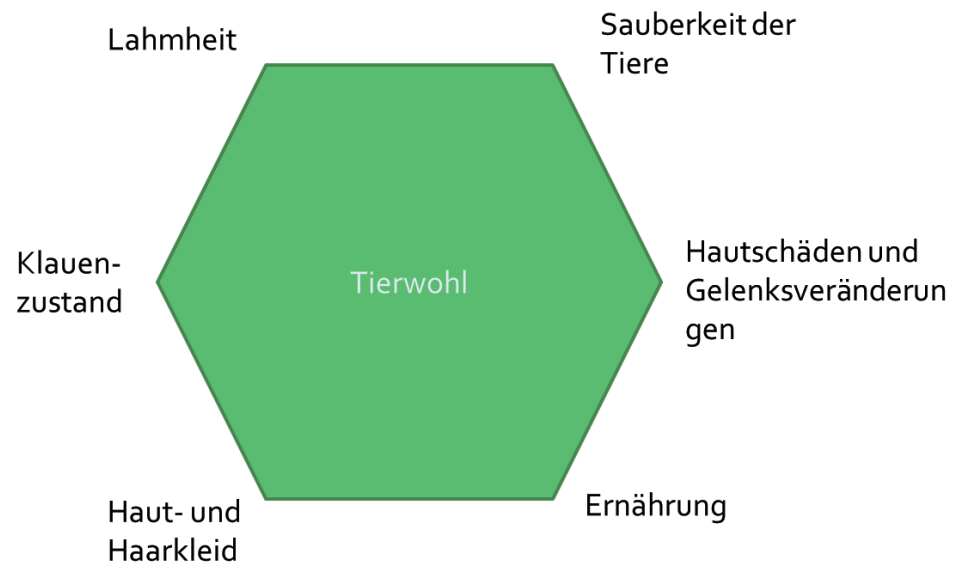


Abbildung 6: Gliederung des Teilbereiches „Tierwohl“



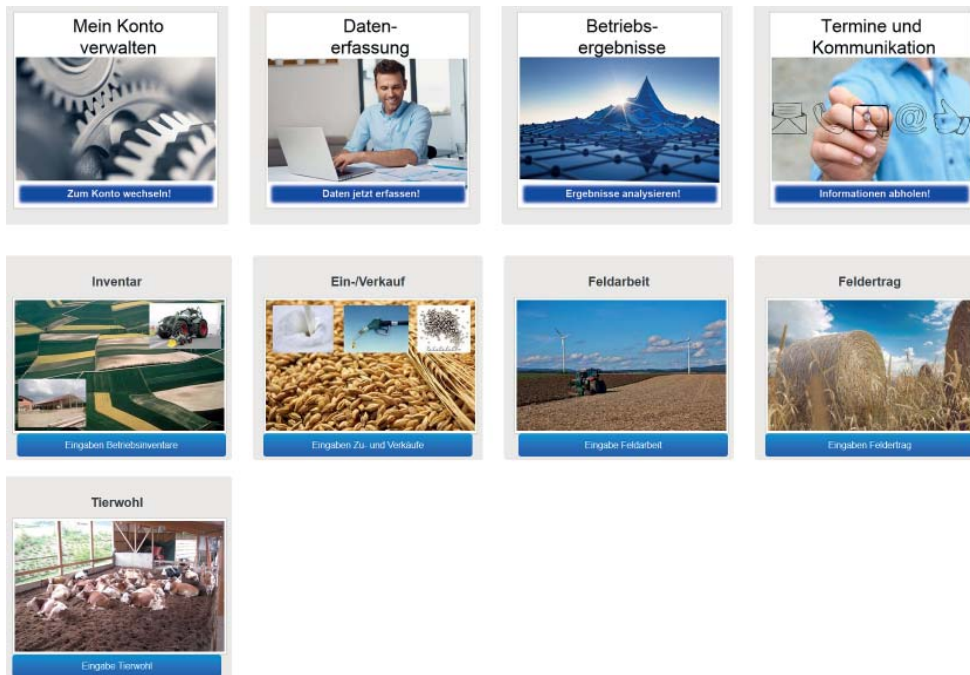


Abbildung 7: Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife – www.farmlife.at



Abbildung 8: Auswahl des gewünschten Stalles und Oberfläche mit den Erfassungsbereichen und Steuerungselementen

wählt man den Bereich Tierwohl aus. Als erster Schritt wird dann das zu beurteilende Haltungssystem definiert.

Ein für derartige Anwendungen neuer Ansatz ist die räumliche Orientierung bei der Erhebung der Daten für die Haltungsumwelt und das Management. Als bauliche Bereiche wurden für Milchkühe Anbindehaltung, Liegeboxen oder freie Liegeflächen und dazu ergänzend die Bewegungsflächen im Stall oder Auslauf und der Weidegang definiert. Diesen Bauteilen werden zusätzlich Informationen über Licht und Luft zugeordnet. Zum allgemeinen Teil jeder Erfassung gehören die Aspekte der Herdenbeschreibung, der sonstigen Stalleinrichtungen und des Bereiches Krankheiten/Management. Die notwendigen Bereiche werden am Beginn der Erfassung wie in Abbildung 8 gezeigt festgelegt. Unterschiedlich gestaltete bauliche Bereiche werden auch getrennt voneinander gebucht.

Die fachlichen Bereiche der Haltungsumwelt und des Managements werden über den Bereich „Haltungssysteme“ erfasst, das Tierwohl durch die beiden Bereiche „Einzeltier vorne“ und „Einzeltier seitlich“. Die Anwendung kennt zwei Erscheinungsbilder: In der Desktop-Variante, diese kann am PC genutzt werden, wird bei jeder Buchung eine Kurzinformation der Inhalte angezeigt. Damit gelingt ein schneller Überblick über die Daten. In der Tablet-Variante wird auf diese Information verzichtet, dafür werden die Schaltflächen und Bilder größer. Das hilft bei der Eingabe.

Für die Erhebung des FarmLife-Welfare-Index wurde ein zeitlicher Rahmen definiert. Deshalb muss bei größeren Herden eine randomisierte Stichprobe gezogen werden. Diese

Aufgabe wird vom Tool automatisch durchgeführt. Bei der FarmLife-Welfare-Bewertung werden derzeit bis zu einer Herdengröße von 15 Tieren alle Tiere und darüber hinaus eine Menge von $(15 + 2 \times \text{Wurzel}(\text{Tierzahl} - 15))$ bewertet (vgl. Abbildung 1). Die Auswahl der Tiere erfolgt zufällig.

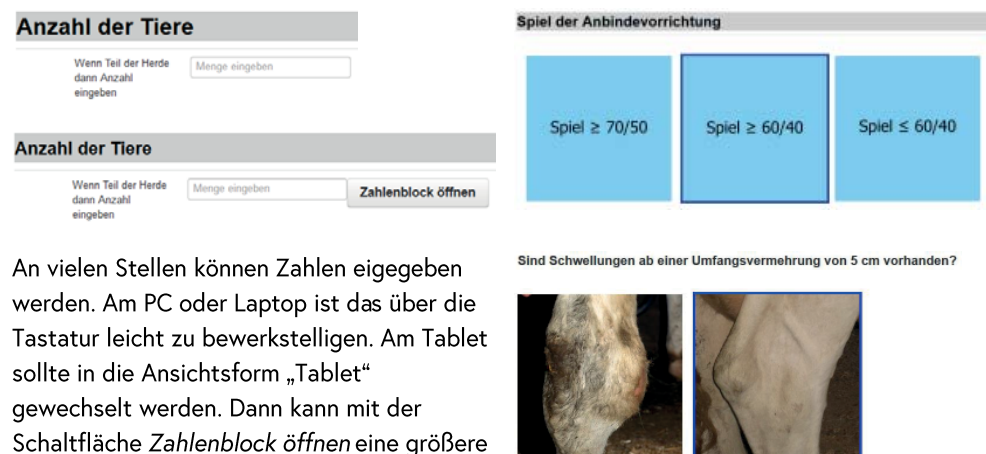
Die eigentliche Erhebung beginnt mit einem Klick auf den gewünschten Erfassungsbereich. Aus der Verwaltungsoberfläche hebt sich ein mehr oder weniger langes Formular, das im Kopf den Namen des Erfassungsbereiches trägt und in der rechten unteren Ecke mit einem Button zum Speichern ausgerüstet wurde (Abbildung 9).

Wurde die Dateneingabe erfolgreich abgeschlossen, kann der FarmLife-Welfare-Index berechnet werden. Die Algorithmen des FarmLife-Welfare-Tools erzeugen zwei verschiedene Arten von Informationen, die nicht getrennt werden dürfen. Das erste Ergebnis zeigt die Buchungsdaten das zweite die eigentliche Bewertung. Die Buchungsdaten sind die Metadaten der Erfassung und geben Auskunft über die Nutzung von Erfassungsbereichen und deren Bedeutung im Gesamtsystem (Abbildung 11). Das Ergebnis der Bewertung wird in der digitalen Form des FarmLife-Welfare-Tools wie in Abbildung 10 dargestellt. Das Gesamtergebnis zeigt sich zentral im gelben Dreieck, die Teilbereiche werden im jeweiligen schwarzen Sechseck bewertet. Die Indikatorgruppen tragen keinen Wert mehr, können aber im Netzdiagramm abgelesen werden. Der Bewertungshintergrund, sowie Stärken und Schwächen können über den Link der Indikatorgruppen aufgerufen werden.

4.6 Erste Ergebnisse aus der Praxisanwendung

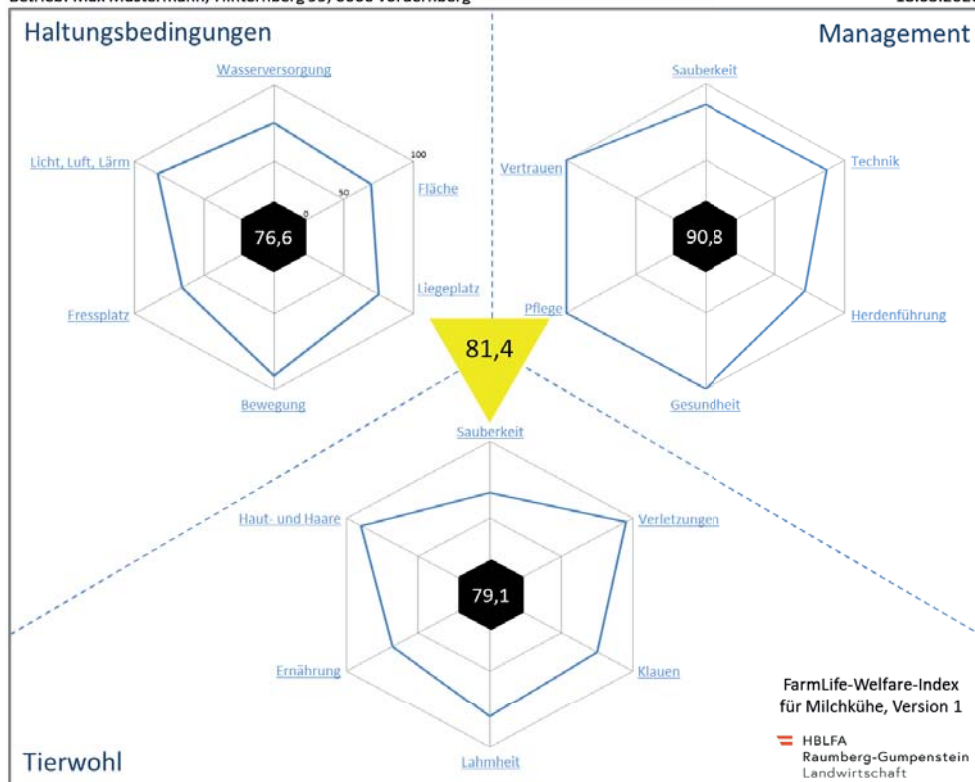
In der Praxis auf landwirtschaftlichen Betrieben wird das FarmLife-Welfare-Tool bereits angewendet, um das Tierwohlpotenzial abbilden zu können. Im Rahmen des EIP-Projektes „Bergmilchvieh“ wird von den Milchviehstallungen der Projektbetriebe im Berggebiet Österreichs unter anderem das Tierwohlpotenzial erhoben (Steinwider und Schindecker, 2019). Die Anwendung dieses Tools macht es möglich, verschiedenste Stallungen anhand ihrer Funktionsbereiche aufzunehmen um zwischenbetrieblich vergleichbare Ergebnisse zu erlangen.

Abbildung 9: Daten eingeben



An vielen Stellen können Zahlen eingegeben werden. Am PC oder Laptop ist das über die Tastatur leicht zu bewerkstelligen. Am Tablet sollte in die Ansichtform „Tablet“ gewechselt werden. Dann kann mit der Schaltfläche *Zahlenblock öffnen* eine größere Eingabemöglichkeit genutzt werden.

Alle Objekte und ihre Eigenschaften aber auch alle Beobachtungen können über sehr große, quadratische Schaltflächen eingegeben werden. Ein Klick auf die gewünschte Information genügt, um einen blauen Rahmen anzulegen. Damit wurde die Auswahl getätigt und kann gespeichert werden.



4.6.1 Vorbereitung und Erhebung

Als Vorbereitung auf die Tierwohlpotenzial-Erhebung ist es hilfreich, dass der Landwirt den LKV-Bericht des letzten Jahres (sofern es sich um einen LKV-Mitgliedsbetrieb handelt) bzw. bei Betrieben ohne Milchleistungskontrolle die Jahresmilchrechnung für die Angabe der Milchinhaltsstoffe und der Zellzahl bereitlegt. Außerdem sind Tiergesundheitsaufzeichnungen für die Erhebung der Tiergesundheit und des Managements am Betrieb nützlich. Das Anlegen des Betriebes im FarmLife-Tool kann bereits online im Vorfeld oder gleich zu Beginn der Erhebung vor Ort erfolgen.

Die Erfassung des Tierwohlpotenzials durch das FarmLife-Welfare-Tool erfolgte im Zuge der bisherigen Praxisanwendung entweder mittels Anwenderhandbuch und anschließender Übertragung der Daten in die online-Anwendung oder durch die direkte Eingabe in die Web-Anwendung. Zu Beginn der Erhebung ist es notwendig, dass sich jene Person, die die Daten aufnimmt, einen Überblick über die Funktionsbereiche des Haltungssystems und die Aufenthaltsdauer der Tiere in den jeweiligen Funktionsbereichen verschafft. Daraus ergibt sich, welche Erfassungsbereiche bei der Charakterisierung des Haltungssystems ausgefüllt werden müssen.

Für die Ermittlung des FarmLife-Tierwohl-Indexes werden zuerst für das gewählte Haltungssystem die Rahmenbedingungen spezifiziert. Die allgemeinen Angaben zu den Bereichen „Herden- und Milchdaten“ und zu „Krankheiten/Management“ werden abgefragt. Wie oben erwähnt benötigt man dazu Informationen aus dem LKV-Jahresbericht bzw. von Nicht-LKV-Betrieben Daten der Jahresmilchrechnung.

Anschließend wählt man aus den Erfassungsbereichen Anbindehaltung, Liegeboxen, Freie Liegeflächen, Bewegungsflächen/Auslauf und Weide jene Bausteine aus, die für die Erhebung des gesamten Stallsystems benötigt werden. Eine Mehrfachauswahl ist dabei möglich, sofern z.B. unterschiedliche Bewegungsflächen oder verschiedene Liegeboxen innerhalb des Haltungssystems vorzufinden sind. Die Zeit, die den Tieren in den jeweiligen Funktionsbereichen zur Verfügung steht, wird der Bewertung hinterlegt. Auch

Auslauf oder Weide werden erhoben. Die Angaben, für die der zeitliche Aspekt eine Rolle spielt, beziehen sich immer auf das gesamte letzte Jahr.

In weiterer Folge werden Angaben zu Licht und Luft abgefragt bzw. Erhebungen durchgeführt. Die Charakteristika können entweder einem Funktionsbereich oder dem gesamten Stallbereich zugeordnet werden. Liegen mehrere Funktionsbereiche mit unterschiedlichen Verhältnissen vor, sind Angaben zu Licht und Luft mehrfach notwendig. Zu den Einrichtungen, die das zu bewertende Stallsystem beinhaltet, werden unter einem weiteren Erfassungsbereich Informationen abgefragt.

Nach der Erhebung des Haltungssystems wird die Einzeltierbewertung durchgeführt. Dazu werden die Tiere im Fressgitter (bei Laufstallsystemen) oder am Anbindestand fixiert. Nach der Erhebung der Ausweichdistanz, für die man eine Person benötigt, die die Tiere routinemäßig betreut und daher den Tieren bekannt ist, werden die Tiere individuell hinsichtlich Sauberkeit, Haut und Gelenke, Haarkleid, Klauen, BCS und Lahmheit eingestuft. Ideal ist es, wenn die Tiere während der Erhebung fixiert sind und für die Lahmheitsbeurteilung einzeln der Reihe nach frei gelassen werden können.

4.6.2 Beispielbetrieb

Zum besseren Verständnis der FarmLife-Welfare-Beurteilung sei hier ein einfaches Beispiel beschrieben. Ein Stall wurde mit einer Anbindehaltung ausgestattet. Der in der Mitte liegende Futtertisch trennt zwei unterschiedliche technische Varianten von Anbindeständen, eine Seite des Stalles steht im Hang. Die Tiere haben auch einen getrennten Auslauf mit unterschiedlicher Größe. Es gibt eine Abkalbebox.

Man wird folgendes buchen: zwei unterschiedliche Buchungen zur Anbindehaltung, zwei unterschiedliche Buchungen für den jeweiligen Auslauf mit einer Zuordnung zur jeweiligen Anbindehaltungsvariante, zu jeder Anbindehaltung die Lichtsituation, eine gemeinsame Buchung zur Luftsituation, eine gemeinsame Weidebuchung, und je eine Buchung für die Bereiche Herdenbeschreibung, der allgemeinen Stalleinrichtungen und des Bereiches Krankheiten/Management.

Abbildung 11 zeigt die Buchungsdaten des bei der Erfassung angesprochenen Beispiels. Von den 8760 möglichen Stunden im Jahr verbringen alle Tiere an 200 Tagen je 16 Stunden auf der Weide. Das entspricht 40,18 % der Jahreszeit. An den restlichen 165 Tagen können die Tiere den Auslauf für 4 Stunden nutzen was einer Jahresnutzungsdauer von 7,53 % entspricht. 52,28 % der verbleibenden Zeit stehen die Tiere am Anbindestand, wobei die beiden Systeme je die Hälfte ausmachen.

Die Segmentierung der Zeit wie im Beispiel dargestellt wird je Indikator unterschiedlich genutzt. Indikatoren die sich speziell auf einen Bereich konzentrieren, z.B. Pflege und Gesundheitsmanagement verwenden das Gewicht nicht und bewerten die Situation direkt. Im Beispiel bedeutet dies eine hohe Punktzahl für die Existenz einer großzügigen Abkalbebox als wichtiger Bestandteil für die Pflege und das Gesundheitsmanagement. Der Indikator Qualität Liegefläche berücksichtigt die Aufenthaltszeit durchgängig. Der

Abbildung 11: Übersicht über die Buchungsdaten

Buchungsdaten Tierwohlpotenzial				
Buchung	Wirkungsanteil absolut	Wirkungsanteil relativ	Außenbereich	Betroffenen Tiere
Herden- und Milchdaten	gebucht			
Anbindehaltung	26,14	50,00		10,0
Anbindehaltung 2	26,14	50,00		10,0
Bewegungsflächen/Auslauf	7,53	100,00	Ja	20,0
Weide	40,18	100,00	Ja	20,0
Licht	gebucht			
Licht 2	gebucht			
Luft	gebucht			
Einrichtungen	gebucht			
Krankheiten/Management	gebucht			

hohe Anteil der Weidezeit wirkt sich nun günstig auf das Ergebnis aus. Unterschreitet ein zur Gewichtung verwendeter Erfassungsbereich aber in seiner Ausführung die tierschutzrechtlichen Vorgaben, wird das Ergebnis zwar berechnet, aber als ungültig markiert.

4.6.3 Praktische Erfahrungen

Das FarmLife-Tierwohl-Tool umfasst eine sehr umfangreiche Erhebung des Haltungssystems und die Beurteilung der Tiere. Obwohl die Erhebung viele einzelne Punkte beinhaltet, ist es möglich abhängig von der Anzahl an Milchkühen innerhalb eines überschaubaren Zeitraums von zirka zwei Stunden diese abzuschließen. In Stallungen, die über ein einheitliches Aufstallungssystem verfügen, sind die Erhebungen deutlich schneller abzuwickeln, während Stallungen mit vielen verschiedenen Funktionsbereichen, beispielsweise unterschiedliche Liegeboxentypen, mehrere Bewegungsflächen oder Ausläufe oder mehrere Arten von Anbindeständen, deutlich mehr Zeit in Anspruch nehmen. Trotz der starken Fokussierung auf einen Gesamtindex gehen im FarmLife-Welfare-Tool die Einzelbereiche nicht unter. Für jede Indikatorgruppe können die einzelnen Indikatoren und ihre Bewertung eingesehen werden. Somit werden sowohl die Stärken (gute Bewertung) als auch die Schwächen (schlechte Bewertung) sofort sichtbar. Darauf kann gezielt durch Beratungsmaßnahmen und anschließend durch Adaptierungsmaßnahmen des Stalles eingegangen werden. Der Nutzen der Tierwohl-Erhebung liegt neben der präzisen Abbildbarkeit des Tierwohls auf einem Betrieb für verschiedene Zwecke (Projekte, Kontrollen, ...) beim Landwirt, der im Zuge dessen Feedback bekommt, welches er für die Weiterentwicklung seines Stallsystems nutzen kann.

5. Ausblick

Mit dem FarmLife-Welfare-Index liegt ein vielversprechendes neues Beurteilungssystem für das Tierwohl-Potenzial und das Tierwohl am landwirtschaftlichen Betrieb vor. Es zeichnet sich durch eine hohe Granularität und ein hohes Maß an Praktikabilität aus.

Der FarmLife-Welfare-Index steht Interessentengruppen offen zur Verfügung. Eine erste Anwendung wird derzeit mit einem großen österreichischen Vermarktungsunternehmen und einer Molkerei umgesetzt. Außerdem kommt der FarmLife-Welfare-Index wie bereits erwähnt im aktuell laufenden EIP-Projekt „Berg-Milchvieh“ zum Einsatz, das sich zum Ziel gesetzt hat, innovative Stallumbaulösungen speziell für kleine Bergbetriebe zu entwickeln, umfassend zu evaluieren und zu dokumentieren (Steinwider und Schindecker, 2019). Das Projekt soll einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung der kleinbäuerlichen Betriebe im räumlich benachteiligten Gebiet leisten, um die Multifunktionalität der Berglandwirtschaft zu erhalten. Des Weiteren steht Agroscope Tänikon in enger Kooperation mit der österreichischen Forschungsgruppe Ökoeffizienz und plant eine Anwendung des FarmLife-Welfare-Tools unter Schweizer Verhältnissen.

Ein offenes Arbeitsfeld für die Zukunft bleiben die Wirkungsabschätzung sowie die Gewichtung der Indikatorgruppen. Für die Bearbeitung beider Bereiche werden derzeit Daten gesammelt. Die Verfeinerung der Wirkungsabschätzung benötigt sowohl ein Feedback von ausgebildeten Erhebungsorganen als auch eine Diskussion mit der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Der Beitrag einzelner Indikatorgruppen zur Bewertung kann über eine Hauptkomponentenanalyse methodisch geregelt werden. Bei dieser Evaluierung ist auch die minimale Stichprobengröße noch zu überprüfen. Ein Monte-Carlo-Simulation wird zeigen welche Auswirkung eine systematische Reduktion von Einzelbewertungen auf das Endergebnis hat. Ebenfalls offen ist der zeitliche Einfluss des Erhebungszeitpunktes auf das Erhebungsergebnis. Klar ist, dass bei ganzjähriger Stallhaltung im Laufstall ganzjährig und in der Kombinationshaltung nur außerhalb der Hauptweidezeit erhoben werden kann. Für die zeitlichen Einschränkungen bei der Erhebung von Betrieben mit Weidehaltung muss noch eine unabhängige Untersuchung durchgeführt werden. Dafür muss ein Referenznetz von Betrieben mit einer möglichst großen Breite an Bedingungen

über die gesamte Winterperiode mehrfach untersucht werden.

Eine Weiterentwicklung des FarmLife-Welfare-Systems ist vorgesehen. Im Rahmen von Forschungsprojekten könnten auch Vergleiche mit Referenzsystemen durchgeführt werden. Derzeit liegt das Beurteilungssystem für die Milchviehhaltung vor, derzeit startet eine Anpassung für Aufzuchttrinder, Mastrinder und Kälber und langfristig soll es auch für andere Tierarten wie Schweine und Geflügel erarbeitet werden. Die Einbeziehung von Daten aus PLF-Systemen könnte eine sinnvolle Ergänzung der Tierwohlbewertung darstellen. Eine Gesamtbetriebsanalyse mit dem Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife ist zusätzlich optional möglich, um Ökonomie, Ökologie und Tierwohl gesamthaft zu betrachten. Mit der Fertigstellung des FarmLife-Welfare-Index öffnet sich hier eine neue Ebene, die über die chemisch-physikalischen Grundlagen der Ökobilanzierung hinausreicht.

Literaturverzeichnis

Bartussek, H. (1996): Tiergerechtheitsindex für Rinder, TGI 35 L/1996, Stand Mai 1996, Veröffentlichungen der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein, A-8952 Irdning, www.raumberg-gumpenstein.at

Becker, F., Ebschke, F., Pfeifer, S., Rauen, A., Südekum, K., von Borell, E. (2015): Nachhaltigkeitsbewertung in der Rinderhaltung: Fütterung, Ressourcen, Klima, Tiergerechtigkeit. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

Beggs, D.S., Jongman, E.C., Hemsworth, P.H., Fisher, A.D. (2019): The effect of herd size on the welfare of dairy cows in a pasture-based system using animal- and resource-based indicators. *J. Dairy Sci.* 102: 3406-3420.

Bergschmidt, A. (2017): Tierwohl - Definitionen, Konzepte und Indikatoren. *Land & Raum* 30(3):4-6

BRACKE M. B. M. (2007): Animal-based parameters are no panacea for on-farm monitoring of animal welfare. *Animal Welfare* 16 (2), 229–231.

Bio Austria (2015): Leitfaden Tierwohl – Rind. Bio Austria, Linz.

Colditz, I. G., Ferguson, D. M., Collins, T., Matthews, L., Hemsworth, P. H. (2014): A Prototype Tool to Enable Farmers to Measure and Improve the Welfare Performance of the Farm Animal Enterprise: The Unified Field Index. *Animals* 2014, 4, 446-462.

FAWC (1979): Five Freedoms. Farm Animal Welfare Council. <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20121010012427/http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>, Zugriffsdatum: 08.05.2020.

Fraser D., 2008. Understanding animal welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica* 50 (Suppl 1), 1–7.

HBLFA (2020): Begleithandbuch FarmLife-Welfare (Milchkühe) – Leitfaden zur FarmLife Tierwohlpotenzial-Bewertung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Im Druck.

Herndl, M., Baumgartner, D.U., Bystricky, M., Guggenberger, T., Marton, S.m.r.r. (2015): Abschlussagung des Projektes FarmLife, 22.-23.9.2015, Bericht

HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2015, 67 S.

Herndl, M., Baumgartner, D.U., Guggenberger, T., Bystricky, M., Gaillard, G., Lansche, J., Fasching, C., Steinwidder A., Nemecek, T. (2016): Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, Österreich und Agroscope, Zürich, Schweiz, Abschlussbericht BMLFUW, 99 S.

KTBL (2016): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Rind. Vorschläge für die Produktionsrichtung Milchkuh, Aufzuchtkalb, Mastrind. KTBL-Sonderveröffentlichung, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.

Main, D., Kent, J., Wemelsfelder, F., Ofner, E. & Tuytens, F. (2003): Applications for on-farm welfare assessment. Proceedings of the 2nd International Workshop “Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level”, 4-6 September 2002 in Bristol, Animal Welfare 12: 523-528

March S, Bergschmidt A, Renziehausen C, Brinkmann J (2017): Indikatoren für eine ergebnisorientierte Honorierung von Tierschutzleistungen. Bonn: BÖLN, 280 p

Meier, M., Böhler, D., Hörtenhuber, S., Leiber, F., Meili, E., Oehen, B. (2014): Nachhaltigkeitsbeurteilung von Schweizer Rindfleischproduktionssystemen verschiedener Intensität. Schlussbericht. Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) Schweiz, 5070 Frick.

Ofner-Schröck, E., Guggenberger, T., Steinwidder, A., Herndl, M., Terler, G., Fritz, C., Scherzer, E., Zamberger, I., Gasteiner, J. (2020): Abschlussbericht zum Projekt „Entwicklung eines Beurteilungssystems für Tiergerechtigkeit zur Implementierung in das Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife. Projekt-Nr. 2440. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal.

Pelzer, A., Cielejewski, H., Bayer, K., Büscher, E., Kaufmann, O. (2007): „Cows and more, was die Kühe uns sagen“ Bonitieren – Bewerten – Beraten mit System. In: Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, KTBL, Darmstadt, S. 174 – 179.

Roesch et al., Gaillard, G., Isenring, J., Jurt, C., Keil, N., Nemecek, T., Rufener, C., Schüpbach, B., Umstätter, C., Waldvogel, T., Walter, T., Werner, J., Zorn, A. (2016): Umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben. Agroscope Sciene Nr. 33/Mai 2016, Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, 8046 Zürich, Schweiz.

Rufener, C. und Keil, N. (2016): Tierwohl. In: Umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben. Agroscope Sciene Nr. 33/Mai 2016, Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, 8046 Zürich, Schweiz.

Steinwidder, A. und Schindecker, S. (2019): Vorstellung des geplanten EIP-Projektes Berg-Milchvieh. Tagungsband zur Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2019, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, S. 5-8.

Welfare Quality (2009): Assessment Protocol for Cattle. Welfare Quality® consortium, Lelystad.

Rinder mit anderen Augen sehen! - So tickt die Kuh

Reinhard Gastecker^{1*}

„Die Kuh, steht vor dem Melkstand oder Viehwagen und bewegt sich keinen Schritt mehr weiter!“. Solche oder ähnliche Situationen können Rinderhalter sehr fordern.

Schnell verlieren sie dann auch noch die Geduld und die Situation beginnt zu eskalieren. Der Stresspegel beim Tier und beim Bauern steigt. In solchen Situationen ist es schwer, die Ursachen, die dazu geführt haben, zu erkennen und zu beseitigen. Daher müssen wir verstehen lernen, wie Rinder ihre Umwelt wahrnehmen, was ihnen Angst macht und wie sie auf unser Verhalten reagieren.

Umweltwahrnehmung der Rinder

Grundsätzlich nehmen Rinder ihre Umwelt wie wir Menschen mit ihren Sinnesorganen durch sehen, hören, riechen, schmecken und tasten wahr. Die Sinnesorgane sind jedoch auf Grund ihrer evolutionären Entwicklung als Beutetier, anders ausgeprägt als die des Menschen. In vielen Studien wurden gute Erkenntnisse über die physiologischen Leistungen der Sinnesorgane von Rindern gewonnen. Wie das Gehirn diese Wahrnehmungen genau verarbeitet ist aber zum Teil noch nicht geklärt.

Mit den Augen der Rinder

Gesichtsfeld

Durch die seitliche Position der Augen am Kopf erstreckt sich das Gesichtsfeld des Rindes über einen Bereich von ca. 330° um ihren Körper (Abb.1). Der Mensch kann zum Vergleich einen Bereich von ca. 180° einsehen. Rinder haben so, während langer Wiederkauphasen im Liegen, ihr Umfeld gut im Blick und können schnell auf Feinde reagieren. Unmittelbar vor dem Kopf und direkt hinter dem Tier entstehen auf Grund der anatomischen Anordnung der Augen, nicht einsehbare Bereiche. Zur Wahrnehmung des Bereiches vor der Nase müssen Rinder ihren Geruchs- bzw. Geschmackssinn einsetzen. Beide sind im Vergleich zum Menschen viel besser ausgeprägt. Ebenso haben sie bei aufrechter Kopfhaltung, vor ihnen am Boden, einen nicht einsehbaren Bereich (Abb. 2). Dreidimensionales Sehen ist nur in einem schmalen Bereich vorne möglich, wo sich die Gesichtsfelder beider Augen überschneiden. Im seitlichen Bereich ist nur zweidimensionales Sehen und somit keine Einschätzung von Entfernungen möglich.

Rinder können durch eine reflektierende Schicht, dem *Tapetum lucidum*, im Auge das Licht bei Dunkelheit besser ausnutzen. Dadurch können sie bei sehr schwachem Licht noch länger Konturen erkennen als das menschliche Auge. Das bedingt aber auch, dass sie sensibler auf sich ändernde Lichtverhältnisse reagieren. Bei sehr grellem Licht, das z.B. durch reflektierende Oberflächen oder Signalfarben entsteht, werden sie leicht geblendet. Dazu kommt noch, dass Rinderaugen ca. drei- bis fünfmal länger brauchen, um sich an neue Lichtverhältnisse anzupassen, als die Augen des Menschen.

Gelbe Signalfarben von Warnwesten sind für Rinder sehr gut sichtbar. Beim Tragen solcher Kleidung sollte man besonders auf hektische Bewegungen verzichten um die Tiere nicht unnötig zu beunruhigen.

¹ Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Wiener Straße 64, A-3100 St. Pölten

* Ansprechpartner: Reinhard Gastecker, email: reinhard.gastecker@lk-noe.at

Abbildung 1: Gesichtsfeld Rind

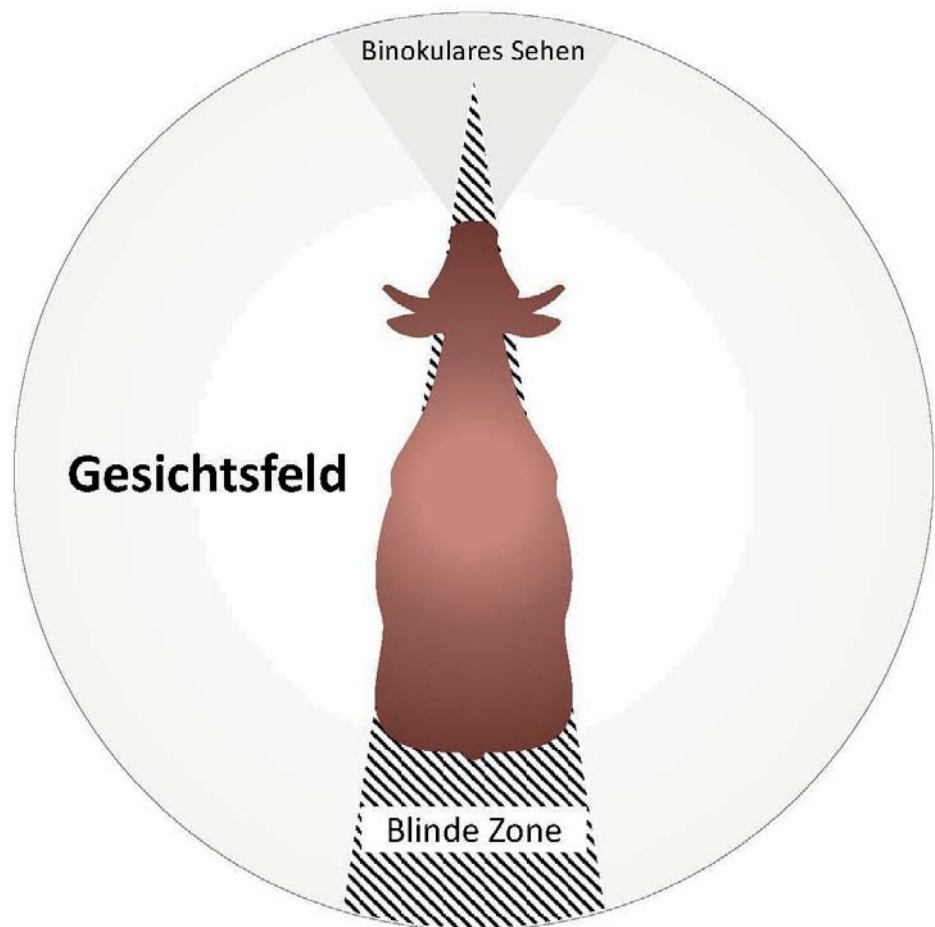
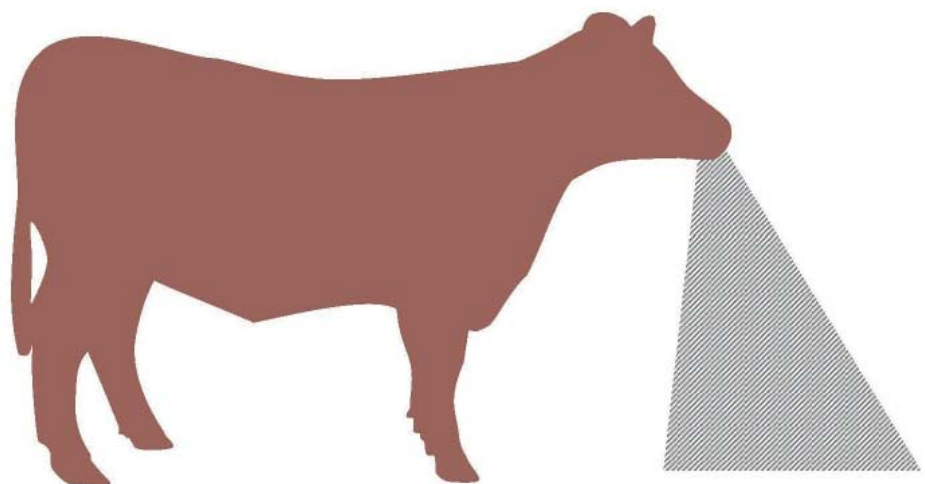


Abbildung 2: Toter Winkel vor der Kuh bei aufrechter Kopfhaltung



Sehschärfe

Im Vergleich zum Menschen, beträgt die Sehschärfe der Rinder nur ca. 30%. In einem schmalen Nahbereich vor dem Kopf ist sie etwas besser. Im seitlich weiten Gesichtsfeld dagegen ist sie noch geringer. So können Umrisse oder Bewegungen seitlich nur schemenhaft wahrgenommen werden. Die Fähigkeit zur Akkomodation, der Anpassung



Abbildung 3: Stall aus Sicht der Kuh. Ausgang und Fenster blenden, wenn das Tier im dunklen Stall steht!

der Sehschärfe im Nah- oder Fernbereich, ist bei Rindern kaum ausgeprägt. Kontraste sowie feine Strukturen können ebenfalls schlecht wahrgenommen werden. Aus diesem Grund soll bei der Arbeit mit Rindern besonders auf plötzliche, hektische Bewegungen verzichtet werden. Das Beutetier Rind deutet solche Bewegungsmuster als mögliche Gefahr durch ein Raubtier, weil es im ersten Moment schlecht erkennen kann, um was es sich genau handelt.

Farben

Menschen haben zur Wahrnehmung von Farben drei Arten von Rezeptoren, die Lichtwellenlängen im Bereich von blau-, grün- bis rot wahrnehmen. Bei Rindern haben sich nur zwei Arten von Rezeptoren für den Bereich blau und grün entwickelt. Das bedeutet, dass die Farbe Rot vom Rind sehr schlecht wahrgenommen wird.

Kuhbrille

Im Bildungszentrum Echem (D) wurde eine Kuhbrille entwickelt, mit der ansatzweise die visuelle Wahrnehmung der Rinder für Menschen erlebbar wird (Abb. 4). Zwei spezielle Kameras, die auf einer Virtual Reality Brille befestigt sind, zeichnen die Umwelt auf



Abbildung 4: Mit der Virtual-reality-Brille und Spezialkamera wird die Umwelt aus der Sicht der Kuh erlebbar

und senden den Film an ein angeschlossenes Notebook. Durch eine Software werden spezielle Filter über den Film gelegt und dieser an die Brille zurückgesendet. Der Träger der Brille erlebt so in Echtzeit, das weite Gesichtsfeld, die auf ca. 30% verringerte Sehschärfe im Vergleich zum Menschen, die Rot- Grünblindheit, die schwachen Kontraste und die größere Lichtempfindlichkeit der Rinder. Zusätzlich wird noch die Nase simuliert, die einen wesentlichen Teil des Gesichtsfeldes wegnimmt (Abb. Sicht durch Kuhbrille).

Kuhbrille

Grundsätzlich meiden Rinder alles, was ihnen Angst macht (Tab. 1). Wird ein Rind zum Beispiel, von einem dunklen in einen sehr hellen Stallabschnitt getrieben (Abb. 1 Bild Stallabschnitte), wird es im ersten Moment geblendet und bleibt mit großer Wahrscheinlichkeit stehen, bis sich die Augen auf die neuen Lichtverhältnisse eingestellt haben. Wird das Rind in dem Moment noch zusätzlich angetrieben, entsteht Angst. Im Gehirn wird diese Erfahrung gespeichert, und wieder abgerufen, wenn dieselben Bedingungen wieder eintreten. Rinder meiden zukünftig solche Orte. In diesem Fall ist die einfachste Lösung, die Lichtverhältnisse in den einzelnen Aufenthaltsbereichen anzupassen, oder dem Rind genügend Zeit zu lassen, um sich darauf einzustellen. Häufig sind auch Lichtreflexionen an blanken Metallteilen oder Wasserlacken scheinbar unüberwindbare Hindernisse. Besonders, wenn diese sich auch noch bewegen, sind sie für Rinder unberechenbar und werden gemieden. Im Gegensatz zum Rind, stuft das menschliche Gehirn diese Reflexionen als ungefährlich ein und schaltet sie unbewusst weg. Darum ist es oft schwierig, die Ursachen zu ergründen, warum einzelne Rinder nicht das tun, was von ihnen erwartet wird. Wir müssen daher versuchen, die Haltungsumgebung aus der Sicht der Rinder wahrzunehmen, um ihre Reaktionen zu verstehen und darauf zu reagieren.

Tabelle 1: Was Rindern Angst macht

Starke Lichtkontraste <ul style="list-style-type: none">- von Hell nach Dunkel od. Dunkel nach Hell- Führungsrinnen von Schubtoren im Boden- Starke Schatten von Boxengittern- Blenden durch Sonnenlicht beim Verlassen des Stalls
Lichtreflektierende Oberflächen <ul style="list-style-type: none">- Metallisch glänzende Verladerampen- Reflexionen in Wasserpfützen- Reflexbiesen an Arbeitskleidung bei heftigen Bewegungen
Ungewohnte Bodenbeschaffenheit <ul style="list-style-type: none">- Beton, Spalten, Schotter, Weide
Laute Geräusche <ul style="list-style-type: none">- Quietschen von Metallteilen- Schreien von Menschen

Rinder treiben

Berücksichtigt man die visuelle Wahrnehmung und das Verhalten des Rindes, lassen sich Positionen zum Treiben ableiten. Rinder wollen immer sehen wer sie antreibt, und drehen den Kopf immer in die Richtung in die sie gehen. Tritt der Mensch beim Treiben in den toten Winkel der Kuh, wird sie den Kopf zur Seite drehen, um ihn im Blickfeld zu behalten. Gleichzeitig setzt sie ihren nächsten Schritt in die Richtung in die sie den Kopf gedreht hat (Abb. 5). Dieses Verhalten kann dazu genutzt werden, um Rinder eine Kurve

gehen zu lassen. In diesem Fall tritt man gezielt immer ein wenig in den toten Winkel. Die beste Position, um ein Rind geradeaus zu treiben, ist schräg hinter dem Rind. So kann es den Kopf gerade nach vorn halten und gleichzeitig den Treiber sehen (Abb. 6).

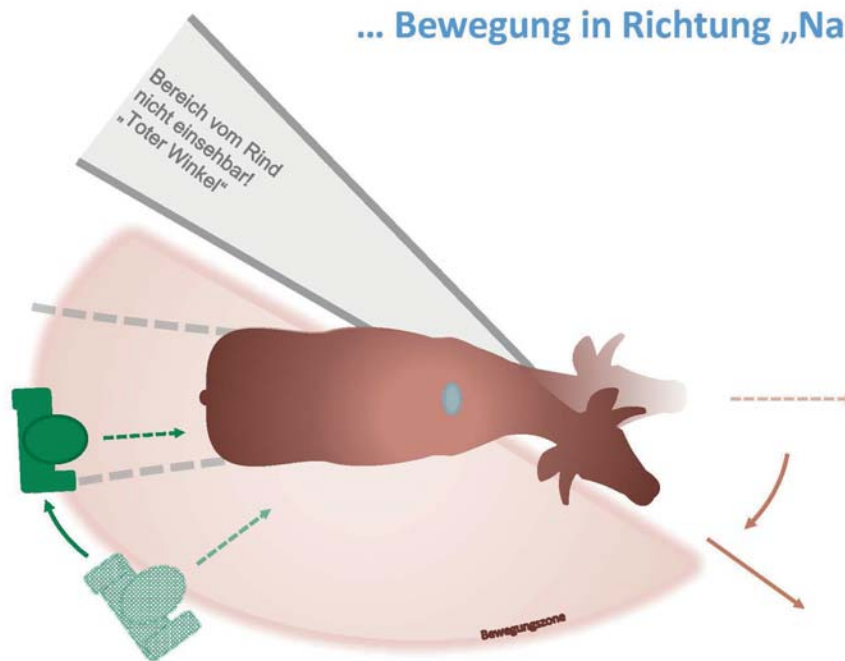


Abbildung 5: Bei Betreten des toten Winkels hinter dem Tier wird der Kopf gedreht und der nächste Schritt geht in die Richtung des Kopfes

Balancepunkt

Rinder haben auf Höhe der Schulter einen Balancepunkt. Wird Druck hinter diesem Punkt gemacht, macht es eine Bewegung nach vorne oder dreht die Hinterhand zur Seite. Die Reaktion kommt auf den Winkel an, in dem die Bewegung zum Tier erfolgt (Abb. 7). Geht der Druck des Treibers vor diesem Punkt gegen das Tier, bewegt sich das Rind, zur Seite weg oder rückwärts (Abb. 8).

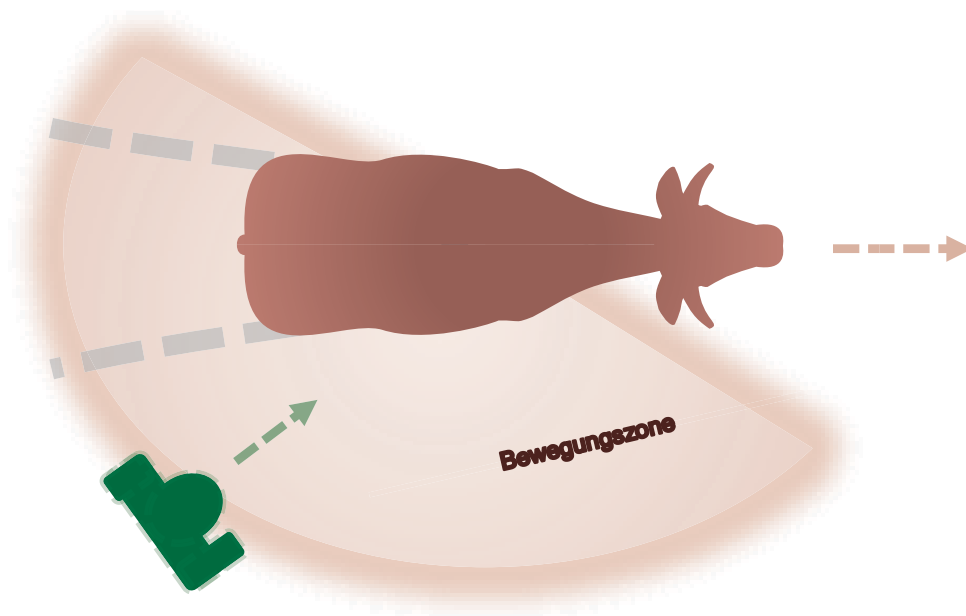


Abbildung 6: Für gerade aus Treiben, Druck von schräg hinten hinter dem Balancepunkt

Das richtige Maß an Druck

Der wichtigste Faktor bei der Arbeit mit Rindern ist das richtige Maß an Druck zum richtigen Zeitpunkt zu finden. Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten ein Rind von A nach B zu bewegen:

1. Der Mensch geht voraus und die Rinder folgen.

Diese Methode funktioniert nur, wenn die Tiere gelernt haben, dass es für sie einen Vorteil ergibt, wenn sie folgen. Das können eine Lockfuttermenge, eine neue Weidefläche, aufsuchen des Stalls bei Schlechtwetter oder zum Melken, Streicheleinheiten usw. sein. Bei dieser Methode müssen die Rinder gelernt haben, dem Treiber zu vertrauen, und es dürfen keine Umstände eintreten, die den Tieren Angst machen.

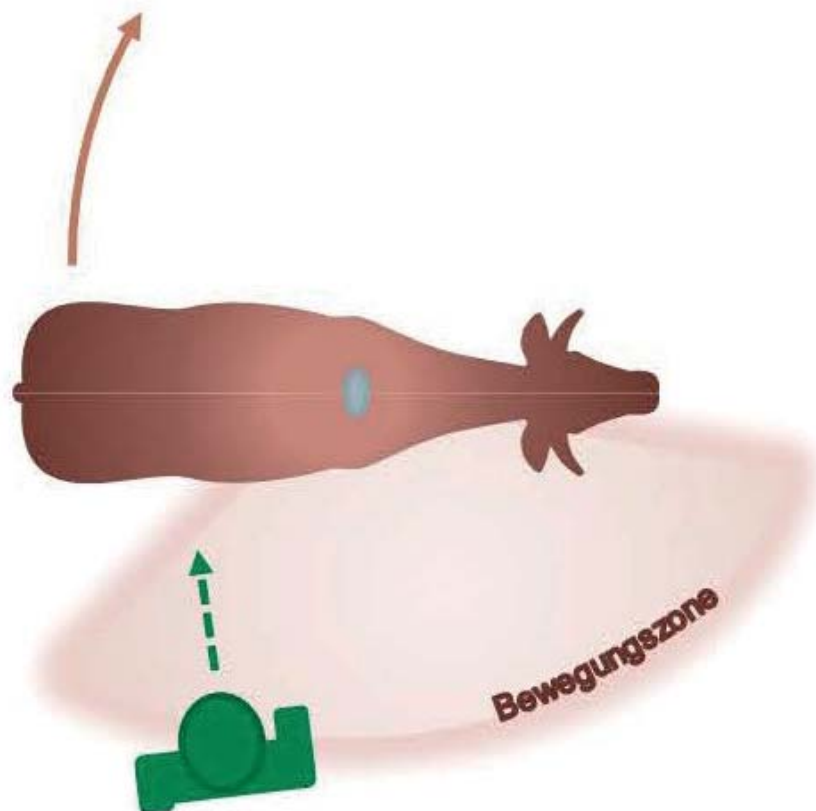
2. Rinder am Halfter führen

Dazu ist es notwendig, die Tiere an ein Halfter und das Gehen mit einem Menschen zu gewöhnen, um sie sicher und kontrolliert zu führen.

3. Der Treiber treibt die Tiere vor sich in die gewünschte Richtung.

In Laufställen mit immer größeren Herden, bleibt meist wenig Zeit sich mit jedem Tier individuell zu beschäftigen. Daher ist hier das Treiben auf Distanz die effektivste Methode. Um Kontrolle über die Tiere zu behalten ist es wichtig, nicht zu viel Druck zu machen. Ansonsten laufen die Rinder einfach in irgendeine Richtung davon. Genauso wichtig ist es auf das Rind zu reagieren, indem man Druck wegnimmt, wenn es sich in der richtigen Richtung in Bewegung gesetzt hat. In dem der Druck weggenommen wird, wird das Tier belohnt und es lernt auf den Treiber zu reagieren. Das gezielte Auf- und Abbauen des Drucks ist für das Lernen des Tieres wichtig. Fällt der Druck weg, bedeutet das eine Belohnung für das Tier.

Abbildung 7: Durch Druck hinter dem Balancepunkt zum Tier wird eine Vorwärtsbewegung oder seitliches Ausweichen über die Vorderbeine ausgelöst.



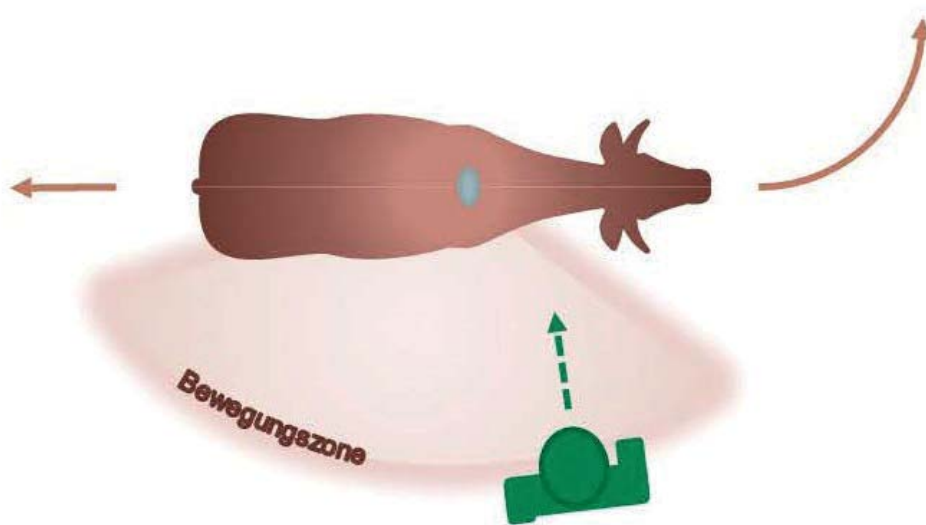


Abbildung 8: Durch Druck vor dem Balancepunkt zum Tier wird eine Rückwärtsbewegung oder seitliches Ausweichen über die Hinterbeine ausgelöst.



Abbildung 9: Reaktionsräume beim Rind

Nach der Methode des Low-Stress-Stockmanship (stressarmer Umgang mit Rindern) werden drei Reaktionsräume um das Rind beschrieben (Abb. 9).

1. **Wahrnehmungszone:** In diesem Bereich wird man von den Tieren wahrgenommen, sie weichen jedoch nicht aus.
2. **Bewegungszone:** Kommt der Treiber in diesen Distanzbereich, verursacht das gerade so viel Druck, dass sich die Tiere von ihm weg bewegen. Wird die Bewegungszone wieder verlassen – Abstand zum Tier vergrößert sich, kann das Tier auch wieder stehen bleiben. Zu geringe Distanz erzeugt Panik beim Tier.
3. **Panikzone:** Bewegt sich der Treiber innerhalb der Panikzone, reagiert das Rind mit Flucht oder Angriff. Das Tier ist so nur mehr schwer zu kontrollieren.

Die Distanzen der jeweiligen Reaktionsräume zum Tier, hängen vom Charakter, den Vorerfahrungen und dem Umfeld des Rindes ab. So kann auf Grund eines Platzmangels

im Stall, die Bewegungszone nur einen Meter vom Tier entfernt sein, während sie beim selben Tier auf der Weide fünf Meter oder mehr betragen kann. Bei sehr scheuen Tieren auf großen Weiden, kann ein sinnvoller Abstand zum Treiben bis zu 50 Meter oder mehr betragen. Das richtige Maß an Druck zur kontrollierten Bewegung eines Rindes, wird dann erreicht, wenn man am Rand der Bewegungszone arbeitet. Das erfordert ein gutes Beobachtungsvermögen des Treibers, weil diese Grenze sehr schnell überschritten ist. Hütehunde arbeiten bei der Arbeit mit Schafen mit denselben Distanzen, um die Herden kontrolliert bewegen zu können.

Einen wesentlichen Einfluss beim Treiben hat auch die Körperhaltung und Bewegung des Treibers. Frontale, aufrechte, gespannte Körperhaltung mit hektischen Bewegungen, verursacht mehr Druck auf das Tier als seitliche, defensive, entspannte Körperhaltung mit gemächlichen Bewegungen. Rinder haben in ihrer Evolution gelernt, auf Raubtiere und insbesondere auf deren Verhalten beim Angriff zu reagieren. Diese Bewegungsmuster der Raubtiere erkennen auch die domestizierten Rinder noch. Je mehr sich der Mensch ähnlich dem Raubtier beim Angriff verhält, desto eher besteht die Gefahr, dass sich das Rind wie ein Beutetier bei der Flucht oder Verteidigung verhält. Wichtig ist, dass die Bewegungen unabhängig von der Art, immer bestimmt und zielgerichtet sind. So kann das Rind klar erkennen, was gerade verlangt wird.

Warum manche Kühe nicht mehr reagieren?

Grundsätzlich muss abgeklärt werden, ob das Rind nicht auf Grund von Schmerzen, Krankheiten oder beengten Stalleinrichtungen bewegungsunfähig ist.

Bewegt sich das angetriebene Tier ohne sichtliche Einschränkungen nicht, hat es meist gelernt, dass der Druck des Treibers beim Wegbewegen nicht abnimmt. Das passiert, wenn sich das Rind in die gewünschte Richtung in Bewegung gesetzt hat und trotzdem weiterhin Druck durch den Treiber ausgeübt wird. Das Tier lernt, dass es egal ist ob es sich bewegt oder nicht, weil der Druck in beiden Fällen nicht weniger wird. Es ist daher unumgänglich, durch Druckaufbau und Druckwegnahme auf die Bewegungen der Rinder zu reagieren. So zeigen wir ihnen, dass sie etwas richtiggemacht haben. Wenn wir Menschen die Rinder ignorieren werden sie uns Menschen genauso ignorieren.

Kampferverhalten von Rindern

Das natürliche Kampfverhalten von Rindern ist ein gegenseitiges Wegschieben, Stirn an Stirn mit dem Kopf. Für Rinder bedeutet daher die Position direkt frontal zueinander immer die Möglichkeit einer Konfrontation. Geht ein Tier nur leicht zur Seite, so dass es nicht mehr auf einer Achse mit seinem Kontrahenten steht, entschärft sich die Situation. Wenn sich der Treiber also direkt frontal vor dem Tier positioniert, kann das ein Rind, je nach Temperament, als Aufforderung zur Konfrontation deuten. Daher soll zur Sicherheit von Mensch und Tier beim Treiben immer von der Seite gearbeitet werden.

Das gilt auch für das Arbeiten mit den Tieren am Halfterstrick. Weigert sich ein Tier zu gehen, hat es wenig Sinn sich vor das Tier zu stellen und am Strick zu zerren. So signalisiert der Mensch dem Tier, obwohl er es in seine Richtung zieht, mit seiner Körperposition, dass er es angreifen will.

In solchen Fällen wird oft sehr viel Energie zum Ziehen oder Treiben scheinbar störrischer Tiere aufgewendet. Sinnvoller ist es, diese Energie zu verwenden, um das Umfeld für die Tiere so zu gestalten, dass sie die gewünschte Bewegung leichter vollziehen können.

Kalbin vor dem Melkstand

Verweigert eine Kalbin das erste Mal den Eintritt in den Melkstand, kann das verschiedenste Ursachen haben. Für das Tier ist das eine völlig neue Situation, die erst erlernt werden muss. In dieser sensiblen Phase sollte jeglicher zusätzliche Stress vermieden

werden. Im Wartebereich ist es meist nicht so hell beleuchtet wie im Melkstand, der für die Arbeit an den Kühen sehr gut ausgeleuchtet ist. Durch die langsamere Umstellung der Rinderaugen an die neuen Lichtverhältnisse braucht die Kalbin mehr Zeit, weil sie beim Eintritt in den Melkstand erst einmal geblendet wird. Wird sie in diesem Moment noch angetrieben ist das für das Tier eine scheinbar ausweglose Situation. Vorne sieht sie nichts und hinten macht ein Mensch Stress. Da die Kalbin zu diesem Zeitpunkt noch nicht weiß, dass der Melkstand nicht lebensgefährlich ist, ist es für sie der einzig sinnvolle Weg, wieder zurück in den ihr bekannten Stall zu gehen. Je nach Temperament des Tieres wird es mehr oder weniger versuchen diesen auch zu nehmen. Das Tier hat damit gelernt, dass dieser Ort in Verbindung mit dem Menschen nicht sicher ist, und wird ihn künftig meiden. Wenn die Kalbin ein zweites Mal zum Melkstand getrieben wird, reagiert sie schon am Weg zum Melkstand gestresst, weil sie die Situation so gelernt hat.

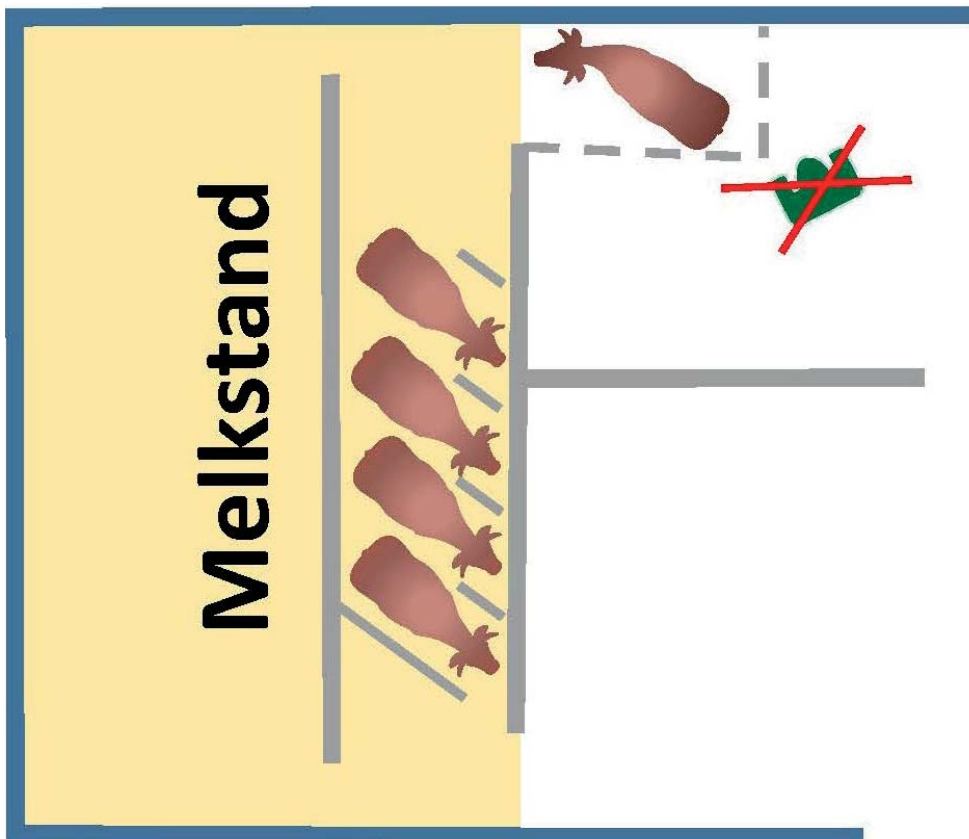


Abbildung 10: Reaktionsräume beim Rind

Auf Treibwege achten

Durch die sensiblere Wahrnehmung der Hell- Dunkelkontraste, wirken für Rinder dunkle Bereiche neben hellen noch dunkler. So können Treibgänge unter Fenstern für Rinder schwarz erscheinen (Abb. 11). Wenn sie diesen Weg nicht kennen, ist dieser für sie nicht erkennbar und sie werden sehr vorsichtig sein. Sollen Tiere über diese Gänge verladen werden, kann das sehr zeitaufwändig werden. Führungsrinnen von Schubtoren, Stufen, oder Schatten neben hellen Flächen erscheinen ebenfalls sehr dunkel und haben auf Rinder eine ähnliche Wirkung wie Weideroste. Daher ist es für einen zügigen Tierverkehr notwendig, alle Störfaktoren so gut als möglich, zu beseitigen (Tab. 1). Eine gute Möglichkeit ist Einstreu von Stroh. Die meisten Rinder sind damit vertraut, und es erscheint auf Grund der Farbe sehr hell, so dass es für Rinder gut sichtbar ist. Zu beachten ist jedoch, dass es am Treibgang möglichst vollflächig eingestreut wird, weil sonst wieder für das Rind schwarze Bereiche am Boden entstehen. Diese wirken für die Tiere wie ein Weiderost (Abb. 12).

Abbildung 11: Treibgang zu dunkel. Rinder können den Boden nicht sehen. Das erste Rind wird sehr vorsichtig gehen.



Abbildung 12: Stroh auf schwarzer Gummatte. Wenn keine vollflächige Einstreu, wirkt der Boden ähnlich wie ein Weiderost und das Rind braucht länger um in den Pflegestand zu treten.



Abbildung 12a: Weideroste wirken auf Grund der Hell-Dunkelkontraste auf die Rinder. An den dunklen Bereichen können sie nicht abschätzen wie tief sie sind und vermeiden sie zu betreten. Scharf abgegrenzte Schatten am Boden haben auf Rinder die gleiche Wirkung wie Weideroste.



Verladen von Rindern

Der schnellste Weg, mit Rindern zu arbeiten, ist so langsam wie möglich!“ Das bedeutet nicht, dass es eine Stunde dauern muss bis ein Rind auf einen Anhänger steigt. Geht der Tierbetreuer aber mit der Einstellung, alle Zeit der Welt zu haben, auf das Tier zu, haben er und das Tier die Chance, sich gegenseitig mit Respekt aufeinander einzustellen.

Der Stresspegel von Tier und Halter bleibt auf einem erträglichen Niveau.

Wenn sich Bäuerin oder Bauer nicht sicher sein können, dass die Verladung ohne Probleme abläuft, hat das eine Erhöhung der inneren Anspannung durch Stress zur Folge. Diese innere Anspannung zu einer veränderten Körpersprache, auf die die Rinder ebenfalls gestresst reagieren. Auch das Transportfahrzeug am Stalleingang ist neu und unberechenbar für die Rinder. Oft wird noch ein Tor geöffnet, das im normalen Stallalltag nicht offen ist. Andere Tiere, die schon am Fahrzeug sind, können zusätzlich Nervosität verbreiten. Sie nehmen nur unmittelbar die gegenwärtige Situation wahr und wissen nicht, dass vielleicht eine saftige Weide auf sie wartet.

Daher sollten im Umfeld der Verladung alle Störfaktoren (Tab. 1), so gut als möglich, beseitigt, und folgende Punkte besonders beachtet werden:

- Stark reflektierende Laderampen mit Stroh abdecken
- Lichtverhältnisse anpassen (Fahrzeugraum beleuchten)
- Mit Treibgittern einen klaren Weg vorgeben.

Den Tieren muss genügend Zeit eingeräumt werden, um sich mit den neuen Verhältnissen vertraut zu machen. Rinder sind genauso wenig wie wir Menschen multitaskingfähig. Sie können sich im Moment nur auf eine Sache konzentrieren. Wird beim Verladen zu früh zu stark Druck gemacht, liegt der Hauptfokus des Rindes beim Treiber und nicht beim Weg vor ihm. Es kann sich nicht mit der neuen Situation vertraut machen und lässt sich nur mit großem Druck in den fremden Bereich bewegen. Die Tiere gehen freiwillig nur an Orte, die sie für sich als vertrauenswürdig eingestuft haben.

Transportfahrzeug richtig positionieren

In der Praxis wird das Transportfahrzeug meist so positioniert, dass die Laderampe mit dem Stallausgang abschließt. Für Rinder ist dies ungünstig, weil sie aus dem gewohnten Stallbereich gleich auf die Rampe des Fahrzeugs steigen müssen. Sie sehen auch gleich die vordere Wand des Wagens und somit ein Ende der Bewegungsmöglichkeit. Die Treiber dürfen sich beim Verladen nie in Positionen frontal zum Tier befinden. Die Position mit Blickkontakt frontal zueinander löst immer Aggressions- bzw. Dominanzverhalten aus. Das gilt auch für alle anderen Personen, die beim Verladen beteiligt sind oder zusehen (Abb. 13).

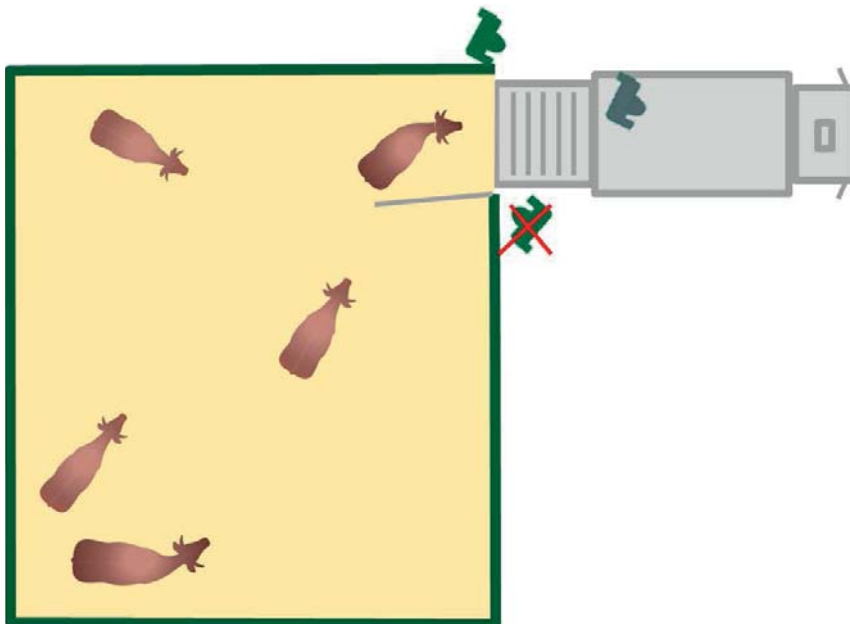


Abbildung 13: Transportfahrzeug gerade zum Stall. Frontale Stellungen von Personen hindern Rinder in ihre Richtung zu gehen.

Abbildung 14: Transportfahrzeug gerade zum Stall. Frontale Stellungen von Personen hindern Rinder in ihre Richtung zu gehen.

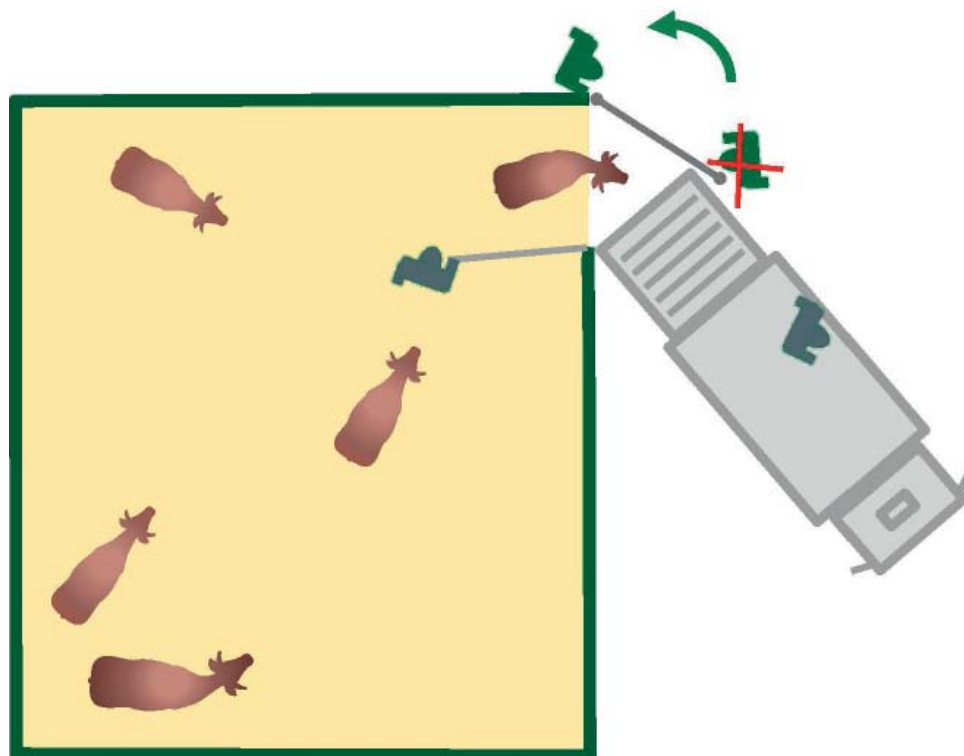
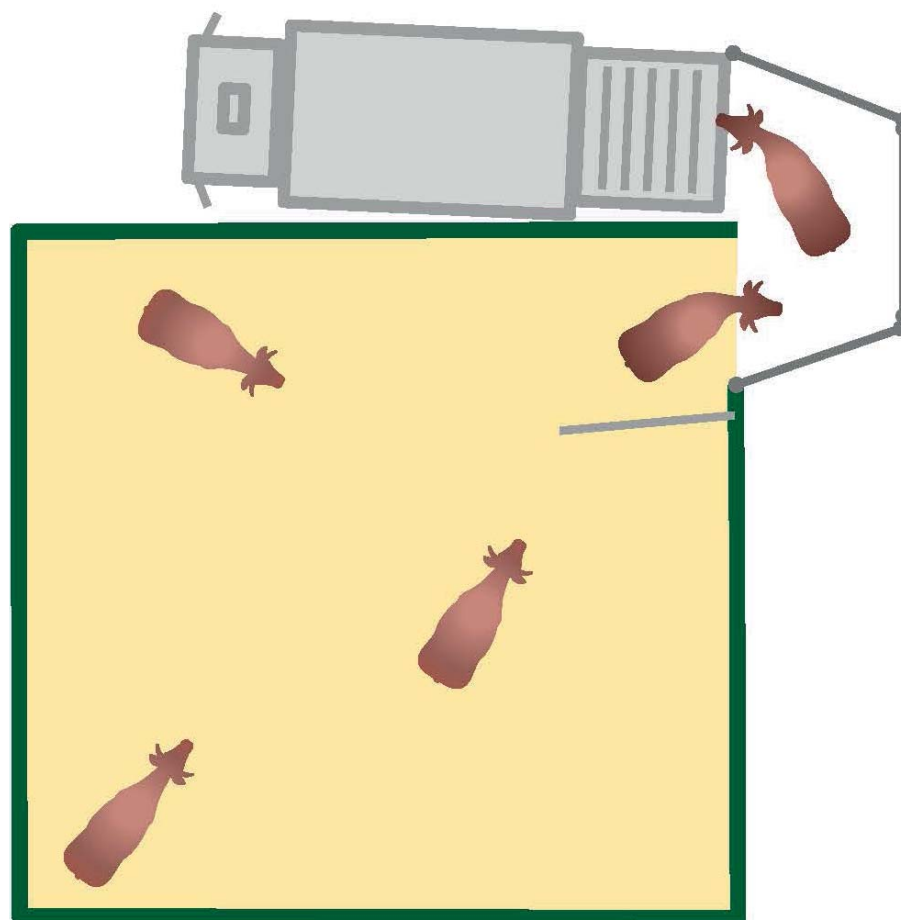


Abbildung 15: Tiere gehen beim Verladen wieder in Richtung des Stalls



Wird das Fahrzeug schräg zum Ausgang gestellt (Abb. 14), müssen die Rinder wie beim natürlichen Fluchtverhalten eine Kurve gehen. Sie sehen beim Verlassen des Stalles auch nicht gleich mit der Vorderwand des Wagens das Ende der Ladefläche. Eine andere Alternative wäre, den Wagen in die entgegengesetzte Richtung zum Ausgang neben den Stall zu stellen. Die Tiere gehen aus dem Stall, drehen um und gehen wieder in Richtung ihrer vertrauten Umgebung zurück (Abb. 15). Sehr hilfreich sind Tore bzw. Treibgitter, die hinter den Tieren geschlossen werden können und somit ein Zurückgehen der Rinder in den Stall verhindern. Gleichzeitig ist es für die Rinder in Stresssituationen leichter zu agieren, wenn der Treiber nicht unmittelbar am Tier arbeitet, sondern auf Distanz oder durch ein Gitter getrennt.

Weideaustrieb

Allen Weidehaltern ist dieser Nervenkitzel bekannt, wenn im Frühling das erste Mal das Stalltor geöffnet wird, und alle gespannt warten, wie die Weidetiere auf die plötzliche Freiheit reagieren. Erfahrene Rinder nehmen das eher gelassen, während unerfahrene Jungtiere ihr ganzes Bewegungsrepertoire auf einmal ausleben. Dabei passiert es leider immer wieder, dass der Weidezaun von den Tieren zu spät wahrgenommen wird, und sie darüber stolpern. Wichtig ist in diesen sensiblen Momenten besonders darauf achten, nicht noch zusätzlich Stress zu machen. Zu vermeiden sind auf jeden Fall schnelle und hastige Bewegungen, lautes Schreien und unnötiges Herumwirbeln mit langen Stöcken.



Abbildung 16: Beim ersten Austreiben einen kleinen Bereich abzäunen, damit die Rinder nicht zu schnell werden und beim Erkennen des Zauns noch rechtzeitig bremsen können.

An den Zaun gewöhnen

Für den Menschen ist der Weidezaun meist schon von weitem gut sichtbar. Rinder können die Litzen, Bänder od. Drähte, meist erst innerhalb einer Entfernung von ca. 6 bis 7 Metern erkennen (Abb. 17). Daher sollen sie den Zaun bereits vor Weidebeginn in einem geschützten Bereich kennenlernen. Besonders bei einem elektrischen Weidezaun ist das wichtig, damit sie nicht durch die Schreckreaktion bei der ersten Berührung durch den Zaun laufen. Das geht am einfachsten durch das Spannen von ein bis zwei stromführenden Litzen in einem bestehenden Auslauf. Steht kein Auslauf zur Verfügung, können auch andere Plätze vor dem Stall, wie z.B. Mistplatten oder Ähnliches genutzt werden. Hier werden ebenfalls Litzen zum Kennenlernen des elektrischen Zauns gespannt. Als natürliche Abgrenzungen eignen sich auch landwirtschaftliche Fahrzeuge, wie zum Beispiel ein Traktor mit Anhänger. Meist genügt den Tieren ein Tag, um die Wirkung des Zauns kennen zu lernen (Abb. 18).

Abbildung 17: Weidezaunband unten blau, oben weiß aus einer Entfernung jeweils von ca. 5 Meter. Rechts aus Sicht der Kuh kaum zu sehen.



Abbildung 18: Sicherer Bereich zur Gewöhnung an den Elektrozaun



Zuerst auf kleine Flächen

Im nächsten Schritt kommen die Tiere auf die Weidefläche. Hier hat es sich in der Praxis ebenfalls bewährt, zuerst eine kleine Fläche, je nach Gruppengröße, von ca. 20 m mal 20 m vorzugeben (Abb. 19). Die Tiere werden nicht so schnell, weil sie schon den Zaun auf der gegenüberliegenden Seite erkennen können. Gleichzeitig gewöhnen sie sich an den neuen Untergrund und lernen das grasen. Je nach Temperament der Tiere bleiben sie ein bis zwei Tage im kleinen Bereich, bevor die ganze Weidefläche zum Fressen vorgegeben wird.

Müssen Rinder mit einem Transportfahrzeug auf entferntere Weiden gebracht werden, hilft es, sie zuerst in einem Pferch aus Weidepanelen oder fixen Holzzäunen, vom Transport beruhigen zu lassen. Die Rinder können durch die Verladung und den Transport sehr aufgeregt sein. Kommen sie dann noch zusätzlich das erste Mal auf die Weide, können sie sehr überschwänglich reagieren und vor lauter Aufregung den Zaun übersehen.

Verladen auf der Weide

Den Tieren fällt es leichter ein Transportfahrzeug zu besteigen, wenn das Fahrzeug nach Möglichkeit im gewohnten Umfeld auf der Weide steht. Der Wagen soll so aufgestellt werden, dass die Tiere beim Verladen um das Fahrzeug getrieben werden. Dazu kann mit einigen Weidepanelen ein Treibgang hinter den Wagen gestellt werden. (Abb. 20). Zum Zusammentreiben kann man sich ein Weidezaun- oder Absperrband zu Hilfe nehmen. Beim Treiben ist es besonders wichtig, den Tieren nicht zu viel Druck durch zu schnelles Nachtreiben zu machen. Sonst brechen sie durch das Band oder den Weidezaun aus. Ist das einmal passiert, ist es sehr schwierig die Tiere ein zweites Mal an den selben Ort zu bringen. Es muss das Fahrzeug umgestellt werden, um für die Tiere eine neue

Situation ohne negative Vorerfahrung zu schaffen. Nur so ist es möglich, ohne zu großen Zeitaufwand die Tiere auf das Fahrzeug zu treiben.



Abbildung 19: Schrittweises Gewöhnen der Rinder an die Weide

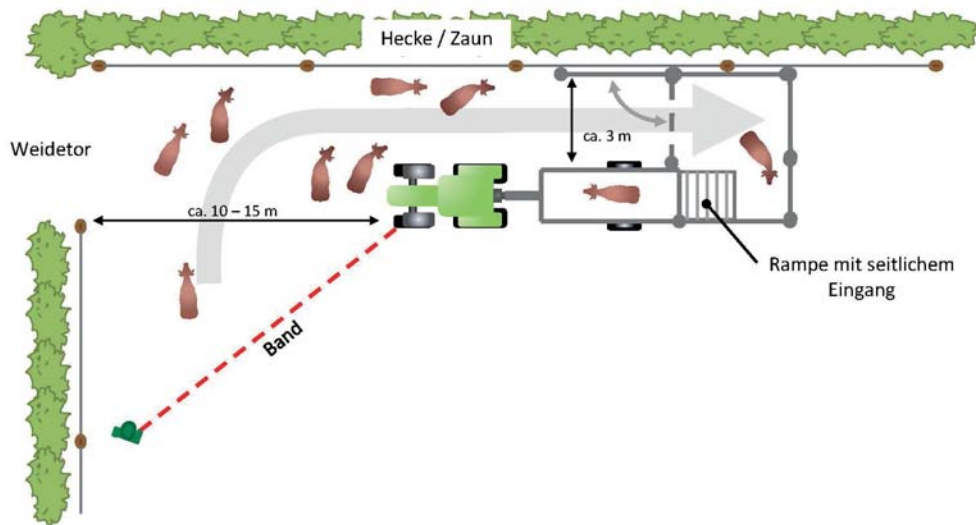


Abbildung 20: Verladen auf der Weide im gewohnten Umfeld

Rinder erinnern sich

Rinder merken sich alle Erfahrungen, die sie in ihrem Leben machen. Sie lernen jedes Mal, wenn mit ihnen gearbeitet wird dazu. Ob sie dabei positive oder negative Erfahrungen machen, hängt im Wesentlichen von der Qualität der Handlungen des Tierbetreuers ab. Mit großem Druck kann zwar ab und zu einiges erreicht werden, aber die Rinder erinnern sich beim nächsten Mal an den Stress mit dem Treiber. So wird es jedes Mal schwieriger mit ihnen zu arbeiten. Gleichzeitig lernen auch die nebenstehenden Tiere aus dieser Situation und verhalten sich dann ähnlich. Daher ist es sehr hilfreich vor der Arbeit die Dinge aus der Sicht der Kuh zu betrachten. Werden die Wahrnehmung

und das Verhalten berücksichtigt und das Arbeitsumfeld an die Bedürfnisse der Rinder angepasst, erspart es Tierbetreuer und Rind eine Menge Stress und somit auch Zeit. Gleichzeitig trägt es zur Sicherheit im Umgang mit Rindern bei, weil viele Reaktionen der Rinder kalkulierbar werden.

Wenn wir gesunde Tiere und Kontrolle über unsere Rinder haben wollen, müssen wir bereit sein in jeder Situation das Richtige zu tun. Das Richtige ist das, was die Rinder brauchen, um die Arbeit für uns zu tun (Grandin).

Bericht

Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft

Herausgeber:

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

Druck, Verlag und © 2020

ISBN-13: 978-3-902849-80-9

ISSN: 1818-7722