

Optimierung der Milchproduktion mit frischem Wiesenfutter - Drei Systeme im Vergleich

Beat Reidy^{1*}, Esther Mulser¹, Sebastian Ineichen¹, Franziska Akert¹, Katharina Dorn¹, Stefan Probst¹, Hansjörg Frey², Thomas Haas², Markus Höltschi² und Pius Hofstetter²

Zusammenfassung

In der Schweiz praktiziert ein großer Teil der Milchproduzenten ein Fütterungssystem mit Teilweide und Zufütterung von Frischgras im Stall (Eingrasen). Zur Entwicklung von praxisorientierten Lösungen und Optimierungsmöglichkeiten für Eingrasbetriebe mit Teilweide wurden deshalb von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter verglichen: Eingrasen mit Teilweide und Zufütterung von reduzierten (EGKF; 430 kg/Kuh und Jahr) und erhöhten (EGKFplus; 1 160 kg/Kuh und Jahr) Kraftfuttermengen sowie Vollweide mit geringen Kraftfuttermengen (VW; 90 kg /Kuh und Jahr) und saisonaler Blockabkalbung. Der Vergleich wurde auf 36 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland durchgeführt, ergänzt mit Untersuchungen auf dem Gutsbetrieb in Hohenrain (LU). Der durchschnittliche Ertrag der Kurzrasenweiden in Hohenrain (LU) betrug 117 dt TS/ha und Jahr. Der durchschnittliche Energie- und Proteingehalt des Wiesenfutters der Kurzrasenweiden auf dem Gutsbetrieb Hohenrain war auf einem konstant hohen Niveau (6,6 MJ NEL/kg TS, 246 g RP/kg TS). Frisch eingegrastes Wiesenfutter (Eingrasen) hingegen zeigte im Vegetationsverlauf, sowohl auf dem Gutsbetrieb als auch auf den Pilotbetrieben, starke Schwankungen im Nährstoffgehalt. Die Kühe der EGKF-Betriebe erzeugten pro Standardlaktation durchschnittlich 7 218 kg energiekorrigierte Milch (ECM), diejenigen der EGKFplus-Betriebe 8 457 kg und diejenigen der VW-Betriebe 6 268 kg ECM. Die EGKFplus-Betriebe waren signifikant effizienter hinsichtlich der Energieverwertung als die Betriebe der anderen Systeme. Der Arbeitsaufwand für das Füttern in Arbeitskraftstunden pro Kuh und Jahr war bei den Systemen mit Eingrasen höher (22,0 bzw. 18,5 h) als bei den VW-Betrieben (7,6 h). Im Vergleich zu den Referenzbetrieben realisierten die Pilotbetriebe im Durchschnitt eine überdurchschnittlich hohe Arbeitsverwertung (19,1 vs. 23,4 €/h) und ein überdurchschnittlich hohes landwirtschaftliches Einkommen pro Jahr und ha landwirtschaftliche Nutzfläche (1 699 vs. 2 192 €), insbesondere erreichten die VW-Betriebe die höchsten Werte. Die durchschnittlich höchste N-Effizienz wies das System EGKF (53,4%) auf. Die N-Effizienz der Systeme EGKFplus (45,7%) und VW (44,2%) lag auf vergleichbarem Niveau. Als Erfolgsfaktoren für die jeweiligen Produktionssysteme wurden eine angepasste

Summary

In Switzerland, a lot of dairy farms combine indoor feeding with partial grazing. To develop a scientifically sound basis for the development of practical recommendations and optimisations for farms that practice partial grazing and indoor feeding of fresh grass from 2014 to 2016, a comparison of three different grassland-based milk production systems was conducted. Partial grazing with indoor feeding of fresh grass with reduced (EGKF; 430 kg/cow and year) and increased (EGKFplus; 1.160 kg/cow and year) concentrate supplementation was compared with the full grazing system with seasonal calving and reduced concentrate supplementation (VW; 90 kg/cow and year). The system comparison was implemented on the experimental farm (EF) of the Vocational Education and Training Centre for Nature and Nutrition in Hohenrain, complemented by investigations on 36 pilot farms (PFs) which are located in the central lowland and which are practicing one of the systems. The average grass yield in the EF from 2014 to 2016 was 117 dt DM/ha and year. The energy and protein content of the herbage from the semi-continuous pastures of the VW herd remained at a constantly high level throughout the vegetation period (6.6 MJ NEL/kg DM, 246 g CP/kg DM), whereas that of fresh grass for indoor feeding showed considerable variations in nutrient content in the EF and pilot farms. In the PFs, the average milk production over the three-year period was 7,218, 8,457 and 6,268 kg ECM/cow and year in EGKF, EGKFplus and VW, respectively. In terms of energy efficiency, cows on EGKFplus farms were more efficient than those in the two other systems. The labour input of the feeding according to the working hour per cow and year was higher for the EGKF (22.0 h) and EGKFplus (18.5 h) systems than for the full grazing farms (7.6 h). Compared with the reference dairy farms, the PF farms had, on average, a higher income per working hour (€19.1/h vs. €23.4/h) and a higher agricultural income per year and hectare (€1,699 vs. €2,192). The highest income was registered for VW farms. The highest nitrogen efficiency was found in EGKF farms (53.4%), followed by EGKFplus (45.7%) and VW (44.2%). An appropriate cow breed, optimal grazing management, high-quality swards, efficient work processes and an adequate workload were identified as the most important factors affecting the success of the systems through farmers' participation in

¹ Hochschule für Agrar-, Forst und Lebensmittelwissenschaften, HAFL, Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen

² Berufsbildungszentrum für Natur und Ernährung, BBZN, Sennweidstrasse 35, CH-6276 Hohenrein/ Klosterbüel 28, CH-6170 Schüpfheim

* Ansprechpartner: Prof. Dr. Beat Reidy, beat.reidy@bfh.ch



Genetik, optimale Weideführung, qualitativ hochwertige Wiesenbestände, effiziente Arbeitsprozesse sowie eine angemessene Arbeitsbelastung angesehen.

Schlagwörter: Milchviehbetriebe, Fütterung frisches Wiesenfutter, Leistungen, Arbeitszeitbedarf, Vollkosten, N-Effizienz, vorbildliche Praxis

exchange groups.

Keywords: dairy farming, feeding fresh grass, performances, labour input, full costs, nitrogen efficiency, best practices

1. Einleitung

Aufgrund der speziellen geographischen und klimatischen Lage am Alpenbogen haben Wiesen und Weiden als Landschaftselemente flächenmässig in der Schweiz die grösste Bedeutung. Mit knapp 70% Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist der Graslandanteil im Vergleich zu anderen Europäischen Ländern sehr hoch (Reidy und Ineichen, 2016). Entsprechend gross ist die Bedeutung der wiesenfutterbetonten Milchproduktion. Seit einigen Jahren wird eine verstärkte Liberalisierung des Milchmarktes angestrebt. Die Schweizer Milchproduzenten sind gefordert, Produktivität und Effizienz zu erhöhen und gleichzeitig die Produktionskosten zu senken. Die relativ kleinen Strukturen und das hohe Kostenumfeld der Schweiz stellen die Betriebe dabei vor besondere Herausforderungen (Gazzarin et al., 2014; Haas und Hofstetter, 2017). In der Schweiz werden graslandbasierte Produktionssysteme mittels Direktzahlungen agrarpolitisch gefördert (BLW, 2017). Eine Fokussierung auf reine Vollweide- oder Stallfütterungssysteme, wie dies in anderen Ländern Europas zu beobachten ist, ist in der Schweiz nur beschränkt möglich. Aufgrund topografischer und struktureller Einschränkungen praktiziert eine grosse Anzahl der Schweizer Milchproduzenten deshalb ein Fütterungssystem mit Teilweide und Zufütterung im Stall (Eingrasen). Während der Vegetationszeit werden die Kühe meist halbtags auf hofnahen Flächen geweidet. Je nach Futterangebot wird die Ration im Stall mit eingegrasem Wiesenfutter von hoffernden Natur- oder Kunstwiesen bzw. Silage und Kraftfutter ergänzt. Dies hat den Vorteil, dass auch nicht arrondierte Flächen zur Produktion von Wiesenfutter genutzt werden können. Nachteilig sind die unausgeglichene und schwankende Nährstoffgehalte des Futters und die höheren Kosten für die Futtergewinnung. Im Vergleich zu Vollweidesystemen fallen die relativ hohen Arbeits- und Maschinenkosten stark ins Gewicht (Gazzarin und Schick, 2004), vor allem wegen der täglichen Bereitstellung des Futters.

Abgesehen von punktuellen Untersuchungen in Frankreich (Bretagne) (Lacour, 2010; Losque et al., 2013) wurde bisher im europäischen Umfeld über die für die Schweiz typische Produktionsform des „Eingrasen“ kaum systematisch Forschung betrieben. Im Rahmen eines breit abgestützten Verbundprojektes wurden unter der Leitung der Hochschule für Agrar- Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in Zollikofen und des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter untersucht. Das international bewährte System der Vollweide mit saisonaler Blockabkalbung im Frühling wurde dem System Eingrasen mit Teilweide, ergänzt mit unterschiedlichen Kraftfuttermengen (ca. 300 kg bzw. 1 000 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr), in einem Systemvergleich gegenübergestellt und untersucht. Der Systemvergleich

wurde auf dem Gutsbetrieb des BBZN und gleichzeitig auf 36 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland durchgeführt.

Hauptziel des Projektes war die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen, mit deren Hilfe praxismässige Lösungen und Optimierungsmöglichkeiten für Eingrasbetriebe mit Teilweide entwickelt werden können. Nebst produktionstechnischen und wirtschaftlichen Aspekten wurden auch Fragestellungen untersucht, welche die Nachhaltigkeit und die effiziente Nutzung von Ressourcen betrafen. Durch die Mitarbeit von Pilotbetrieben aus verschiedenen Regionen der Schweiz wurde sichergestellt, dass zwischen Forschung und Praxis ein gegenseitiger Wissensaustausch stattfand.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsaufbau und Datenerhebung

Von 2014 bis 2016 wurden drei wiesenbetonte Milchproduktionssysteme untersucht und miteinander verglichen (Hofstetter et al., 2014). Auf dem Gutsbetrieb des BBZN in Hohenrain, Kanton Luzern, wurden zeitgleich drei Herden, die jeweils einem System [Eingrasen mit wenig Kraftfuttereinsatz (EGKF; 181 kg/Kuh und Jahr), Eingrasen mit erhöhtem Kraftfuttereinsatz (EGKFplus; 856 kg/Kuh und Jahr) und Vollweide (VW; 0 kg/Kuh und Jahr)] zugeordnet waren, einem Systemvergleich unterzogen. Die mittelschweren (schwach humoser sandiger Lehm) und teilweise staunassen Böden auf dem Gutsbetrieb mit meist süd-östlicher Exposition sind genügend bis vorrätig mit Nährstoffen versorgt und erbringen sehr gute Raufuttererträge (bis 140 dt TS/Jahr). Gedüngt wurde nach Schweizer GRUDAF-Normen (Flisch et al., 2009), d.h. alle Weideflächen wurden im Frühjahr und nach Möglichkeit im Herbst einmal mit ca. 30 m³ Rindervollgülle gedüngt. Die Flächen mit Mähnutzung wurden nach jedem Schnitt ebenfalls begüht. Auf den Kurzrasenweiden wurden viermal jährlich, jeweils Ende Mai, Juni, Juli und August, 100 kg Ammonsalpeter (27% N) pro Hektare ausgebracht.

Um die erarbeiteten Grundlagen zu verifizieren und mit Erkenntnissen aus der Praxis zu ergänzen, wurden während der dreijährigen Projektdauer zusätzlich 36 Pilotbetriebe aus dem Schweizer Mittelland (West, Mitte, Ost) in die Studie miteinbezogen. Die Pilotbetriebe konnten jeweils einem der auf dem Gutsbetrieb untersuchten Systeme (EGKF, EGKFplus bzw. VW) zugeordnet werden. Sie dienten der regelmässigen Datenaufnahme und beteiligten sich im Rahmen von Arbeitskreisen am Projekt. Die Pilotbetriebe wurden über Ausschreibungen in der landwirtschaftlichen Presse und über die lokalen Beratungsdienste rekrutiert und betreut. In der Folge werden hauptsächlich die Ergebnisse der Pilotbetriebe präsentiert.

2.1.1 Futterbau

Auf dem Gutsbetrieb des BBZN wurden sowohl vom

Tabelle 1: Geplante (SOLL) und realisierte (IST) Versuchsanlage auf den Pilotbetrieben für die Milchproduktionssysteme Eingrasen mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie für das Vollweidesystem (VW).

Milchproduktions-system		EGKF	EGKFplus	VW
Kraftfutter kg pro Kuh und Jahr	SOLL	maximal 500	800 – 1 200	maximal 300
	IST	430	1 160	90
Sommerfütterung:				
Anteil frisches Wiesenfutter an der Ration in %	SOLL	2/3 der Ration	2/3 der Ration	Vollweide
Energieanteil	IST ¹	74±16	61±11	Wiesenfutter 92±8
Wiesenfutter (MJ NEL) in % der gesamten Energieaufnahme	Anteile: maximal minimal	89 39	78 40	100 74
Silagefütterung	IST	silofrei: 6 Betriebe von 11 Betrieben	silofrei: 13 Betriebe von 13 Betrieben	silofrei: 7 Betriebe von 12 Betrieben
Herdengrösse Ø	IST	35,6 Kühe	49,7 Kühe	40,8 Kühe
Haltungssystem	IST	2 Betriebe mit Anbindestall	kein Betrieb mit Anbindestall	2 Betriebe mit Anbindestall
Produktionsform	IST	3 Biobetriebe	kein Biobetrieb	3 Biobetriebe
Mechanisierung Eingrasen	IST	Frontmäherwerk 2 Betriebe Motormäher 9 Betriebe Beides 1 Betrieb	Frontmäherwerk 10 Betriebe Motormäher 2 Betriebe Beides 1 Betrieb	Frontmäherwerk 1 Betrieb Motormäher 2 Betriebe Beides kein Betrieb
Mechanisierung Fütterung	IST	4 Betriebe mit Futtermischwagen	8 Betriebe mit Futtermischwagen	1 Betrieb mit Futtermischwagen

¹Mittelwert und ±SD

frischen als auch vom konservierten Wiesenfutter während der ganzen Projektdauer regelmässig die Nährwerte analysiert. Die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände wurde während der Projektdauer in regelmässigen Abständen sieben Mal gemäss Daget & Poissonet (1969) untersucht. Das Graswachstum auf der Weide wurde mit einer leicht modifizierten Methode gemäss Corral und Fenlon (1978) gemessen (Kneubühler et al., 2016). Die Aufwuchshöhe der Weiden wurde mittels Rising Plate Meter gemessen. Zur Ertragsbestimmung der Wiesen wurde jeweils vor dem Schnitt eine repräsentative Probe (10 m² von Flächen zur Grünverfütterung im Stall, 8 x 0,25 m² von Flächen zur Konservierung) erhoben. Muster zur Nährwertbestimmung wurden im Stall bzw. im Futterlager entnommen. Bei den 36 Pilotbetrieben wurden die konservierten Futtermittel jedes Jahr im Futterlager beprobt. Von 7 ausgewählten Pilotbetrieben wurden im Jahr 2016 von Mai bis November regelmässig Frischgrasproben vom eingegrasteten Futter im Stall genommen. Sämtliche Nährwertanalysen wurden im Labor der eidgenössischen Forschungsanstalt Agroscope Posieux mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) untersucht. In der vorliegenden Publikation werden die Nährstoffgehalte des Wiesenfutters des Jahres 2016 miteinander verglichen.

2.1.2 Tierhaltung

Als Datengrundlage für die Auswertung der Milchleistungen und Milchinhaltsstoffe dienen die Milchleistungsprüfungsdaten. Diese wurden 11 Mal pro Jahr von den Zuchtverbänden auf den Betrieben durchgeführt.

Die Berechnung des Gesamtenergiebedarfs der Kühe und die Umrechnung der erhobenen Milchmengen in ECM erfolgten gemäss Jans et al. (2015). Die Fruchtbarkeitskennzahlen wurden auf Basis von Einzeltierdaten der Zuchtverbände berechnet. Zur Analyse der Tiergesundheit wurden pro System und Jahr von sieben Pilotbetrieben die Behandlungsjournale ausgewertet. Darin wurden Behandlungen und verabreichte Medikamente aufgezeichnet. Behandlungen mit Trockensteller wurden nicht in die Aus-

wertung einbezogen. Auf den Pilotbetrieben wurden jährlich sowohl die Sommer- als auch die Winterrationen und die Mengen an zugekauften Futtermitteln erhoben. Als Kraftfutter wurden in dieser Untersuchung alle Handelsfutter sowie Maiskolbenschrot und -silage (ohne Maisganzpflanzenprodukte), nicht jedoch Mineralstoffe, berücksichtigt. Im Herbst 2014 wurden einmalig alle laktierenden Kühe (n=1 428) mit einer Tierwaage der Firma Grüter gewogen (Modell EC2000, 0,5 kg Auflösung).

2.2 Pilotbetriebe

Der Kraftfüttereinsatz für die EGKF- und VW-Betriebe bewegte sich im Vergleich zum Kraftfüttereinsatz in der Schweiz (Reidy und Ineichen, 2015) auf einem tiefen Niveau, während der durchschnittliche Kraftfüttereinsatz der EGKFplus-Betriebe leicht über dem schweizerischen Durchschnitt lag [Tabellen 1 und 7 (Strukturdaten)].

Die Wiesenbestände bestanden aus Natur- und Kunstwiesen. Frontmäherwerk, Melkstand oder automatisches Melksystem waren erwünscht. Die Buchhaltung musste vorhanden und einsehbar sein. Die Hälfte der Milchviehbetriebe pro System sollten einen Kuhbestand zwischen 22 bis 49 Kühe halten und die andere Hälfte mehr als 50 Kühe.

2.3 Arbeitswirtschaft

In fünf Messperioden (Frühling und Sommer 2015, Herbst und Winter 2015/16 sowie März 2016) wurde anhand von sechs Arbeitsbereichen mittels Arbeitstagebüchern (Einhell et al., 2017) der relative Arbeitsaufwand am Gesamtzeitbedarf je Kuh und Jahr ermittelt. Die Daten umfassten die Arbeit hinsichtlich der Milchproduktion. Dabei wurde der Aufwand für den Futterbau (z. B. Raufutterernte) nicht berücksichtigt. Diese Daten wurden anhand der PROOF Grunddaten (Schick, 2007 und 2008) standardisiert und berechnet. Für den Vergleich des Zeitaufwandes der verschiedenen Teilarbeiten (Melken, Füttern, Weide, Misten/Einstreuen, Kälberbetreuung sowie Sonderarbeiten und Betriebsführung) wurden die gemäss PROOF standardisierten

Daten verwendet. Die Berechnung der energiekorrigierten Milch (ECM) erfolgte nach Weiss et al. (2011), d. h. $ECM\ kg = [0,38 \times \text{Fett} (\%) + 0,21 \times \text{Eiweiss} (\%) + 1,05] / 3,28$.

2.4 Produktionskostenrechnungen

Die Analysen der Produktionskosten der Buchhaltungsjahre 2014 bis 2016 basierten auf einem Excel Programm, welches die gesamten Kosten aufgrund der Buchhaltung und der Daten eines Jahres berechnet (VOKO Milch und Schweine, 2014). Die Daten wurden nach der Bruttokostenmethode ermittelt. Der Globalarbeitsvoranschlag diente zur Ermittlung der benötigten Arbeitszeit (Schick und Stark, 2009). Der Arbeitszeitbedarf und die verfügbare Arbeitszeit der Mitarbeitenden wurden gesamtbetrieblich erfasst und überprüft. Die Referenzgruppe bestand aus 102 Talbetrieben (Buchhaltungen 2014-2016), welche die Vollkostenrechnung mit dem gleichen Instrument durchführten. Pilotbetriebe sind in dieser Referenz-Auswertung nicht enthalten. Die Kosten für die eigene Arbeit wurden auf 28 CHF bzw. 24.9 EUR pro Arbeitskraftstunde (AKh) festgelegt. Das Eigenkapital wurde zu 0.75 % verzinst. In der Arbeitsverwertung Betrieb (fremde und eigene Arbeit) wurden die Erträge (Leistungen) abzüglich aller Kosten, mit Ausnahme der Arbeitskosten, durch die ausgewiesenen Arbeitsstunden geteilt.

2.5 Nährstoffbilanzen

Im Rahmen einer Hofortbilanzierung wurde für 31 Pilotbetriebe (EGKF n=11, EGKFplus n=9, VW n=11) der Stickstoff (N)-fluss berechnet. Für das Jahr 2014 wurden sämtliche dem Betrieb zugeführten Nährstoffe wie Mineraldünger, organische Dünger, Futtermittel und Tierzugänge erfasst. Die atmosphärische N-Deposition wurde mit 20 kg N/ha (Hügelzone) bzw. 25 kg N/ha (Talzone) gemäss BAFU (2014) berücksichtigt. Der N-Eintrag durch die biologische Stickstoff-Fixierung durch Leguminosen wurde in Abhängigkeit des Ertrages und des Leguminosenanteils der Wiesen und Weiden gemäss Boller et al. (2003) berechnet. Dem gegenübergestellt wurden die vom Betrieb weggeführten Nährstoffe in Form von Tieren und deren Marktprodukten (Milch, Fleisch), pflanzlichen Marktprodukten und organischen Düngern. Der Fokus lag dabei auf der Milchproduktion. Demzufolge wurden andere gehaltene Tierarten nicht berücksichtigt bzw. lediglich deren Ausscheidungen als Nährstoffinput gerechnet, sofern diese auf dem eigenen Betrieb eingesetzt wurden. Eine Abgrenzung des Ackerbaus war methodenbedingt nicht möglich. Aus dem Verhältnis der Nährstoffzufuhr und -wegfuhr (Output/Input) errechnet sich die Nährstoffeffizienz. Aus der Differenz von Nährstoffzufuhr und -wegfuhr lässt sich der Nährstoffsaldo bestimmen.

2.6 Wissenstransfer und Arbeitskreise

Die Betriebsleiterinnen und -leiter der Pilotbetriebe trafen sich im Durchschnitt jährlich zweimal im Rahmen von Arbeitskreisen zum gegenseitigen überregionalen Erfahrung- und Gedankenaustausch. Unter der Leitung der kantonalen Beratungsdienste [BBZ Arenenberg (TG), INFORAMA Rütli (BE) und BBZN Hohenrain (LU)] arbeiteten sie gemeinsam an Optimierungsmöglichkeiten und Innovationen innerhalb der verschiedenen Milchproduktionssysteme. Die einzelnen Schritte der Implementierung von Wissen und Innovationen wurden dabei im Wissenstransfer- und

Kommunikationsprozess bewusst auf Basis der „Best Practices“ integriert (Heanue et al., 2012) und mit partizipativen Modellen im Rahmen der Arbeitskreise gefördert. In enger Zusammenarbeit mit den Schweizer Milchproduzenten wurden die Ergebnisse im September 2017 einer breiten Öffentlichkeit präsentiert. So geschehen an der Fachtagung für Berater und Wissenschaftler sowie an drei Praxistagen für die Milchproduzenten mit den entsprechenden Medienberichten.

2.7 Statistische Auswertungen

Für die statistische Auswertung der Pilotbetriebe wurden im linearen gemischten Modell das Produktionssystem, das Jahr, die Jahreszeiten, die energiekorrigierte Milch (ECM), das Lebendgewicht und die durchschnittliche Laktationsnummer als fixe Effekte definiert. Zwei- und/oder Dreiweg Interaktionen wurden festgelegt und bei Bedarf berücksichtigt. Der Betrieb wurde als zufälliger Effekt behandelt. Die Auswertungen wurden mit dem Statistik-Programm R durchgeführt (R Core Team, 2013, Version 3.0.2).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Futterbau

Der mittlere Graswachstumsverlauf der Kurzrasenweiden während der Projektperiode lag etwas unter dem langjährigen Mittel. Insbesondere der typische Futterberg im Frühjahr sowie das Sommerloch waren im ersten Projektjahr (2014) aufgrund eines kalten Frühjahres wenig ausgeprägt (Abb. 1).

Die Wiesen zur frischen Verfütterung im Stall (Eingrasflächen) zeigten höhere Leguminosenanteile als die Kurzrasenweiden (Abb. 2). Dies kann durch die Schnittnutzung bedingt sein, ist aber wohl auch darauf zurückzuführen, dass es sich bei den Eingrasflächen mehrheitlich um Kunstwiesen (87,5% der Flächen) handelte.

Der Energiegehalt des Wiesenfutters der Kurzrasenweiden auf dem Gutsbetrieb in Hohenrain verlief auf konstant hohem Niveau (Abb. 3), was auf das durchgehend frühe Nutzungsstadium zurückgeführt wird. Frisch geschnittenes Wiesenfutter (Eingrasen) hingegen zeigte sowohl auf dem Gutsbetrieb als auch auf den Pilotbetrieben starke

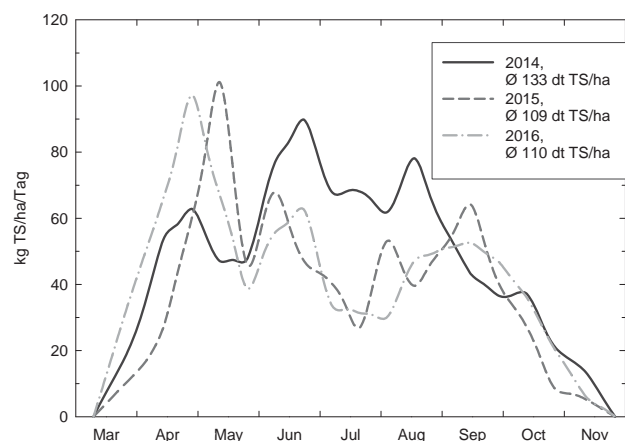


Abbildung 1: Graswachstumsverlauf der Kurzrasenweiden auf dem Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain (LU) 2014-2016.

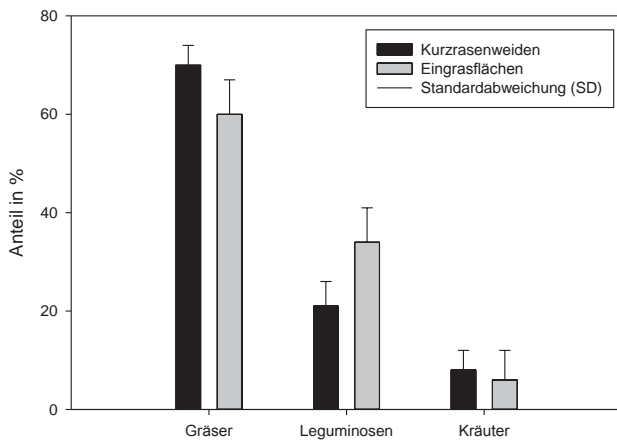


Abbildung 2: Die botanische Zusammensetzung der Versuchsfelder auf dem Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain (LU) im Mittel der Jahre 2014-2016; Erhebungen nach Daget & Poissonet (1969).

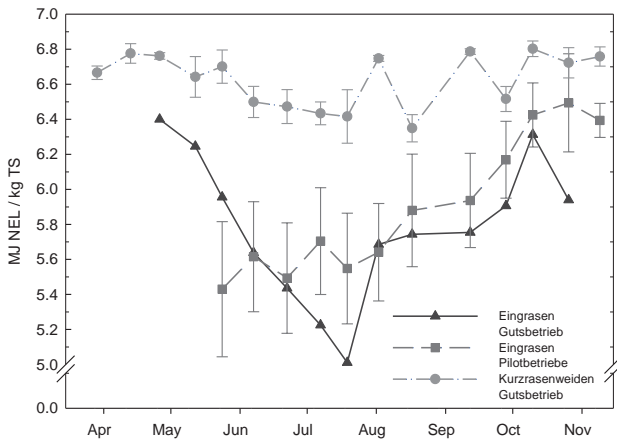


Abbildung 3: Verlauf des Energiegehaltes im frischen Wiesenfutter des Jahres 2016. Dargestellt sind Eingrasfutter (n=1) und Kurzrasenweiden (n=3, Mittelwert (Ø) & Standardabweichung (SD)) des Gutsbetriebes sowie das Eingrasfutter der Pilotbetriebe (n=7, Ø & SD). Messungen für die Eingrasflächen der Pilotbetriebe erst ab Mitte Mai.

Schwankungen der Energiegehalte. Dies einerseits zwischen den Betrieben, andererseits aber auch im Verlauf der Vegetationsperiode. Die Streuung zwischen den Proben verschiedener Betriebe zum gleichen Zeitpunkt ist gross, nimmt gegen den Herbst hin jedoch ab. Dies spricht für einen starken Einfluss des Eingrasmanagements bzw. der Nutzung der Eingrasflächen zum optimalen Nutzungszeitpunkt mit einem hohen Energiegehalt.

Im Frühjahr und Herbst wurden im Eingrasfutter Energiegehalte von über 6,0 MJ NEL festgestellt, während im Verlaufe des Sommers eine Reduktion von über 1 MJ zu verzeichnen war. Dieser Jahresverlauf kann auf einen saisonalen witterungsbedingten Einfluss (mehr Strukturanteile im Futter über die Sommermonate), auf das suboptimale Nutzungsstadium infolge ungenügendem Eingrasmanagement, sowie auf die sich verändernde botanische Zusammensetzung zurückgeführt werden. Werden leistungsfähige Pflanzenbestände im optimalen Nutzungsstadium (vor dem Ähren-/Rispen- bzw. Beginn Ähren-/Rispenschieben) geerntet, kann auch mit Eingrasen Wiesenfutter mit hohen Energiegehalten

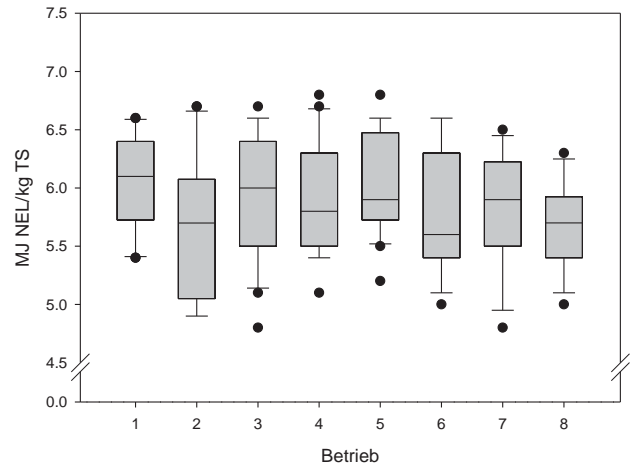


Abbildung 4: Schwankung des Energiegehaltes im Eingrasfutter von 7 Pilotbetrieben (1-7) sowie des Gutsbetriebes (8) im Jahr 2016 während der Vegetationsperiode. Total wurden n=152 Proben ausgewertet (min. n= 14, max. n= 23).

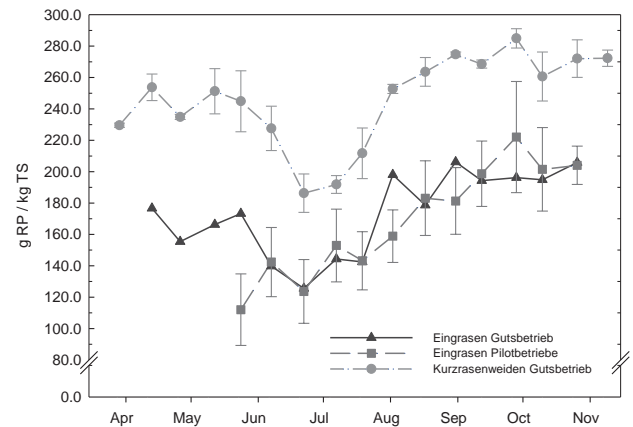


Abbildung 5: Verlauf des Rohproteingehaltes im frischen Wiesenfutter des Jahres 2016. Dargestellt sind Eingrasfutter (n=1) und Kurzrasenweiden (n=3, Mittelwert (Ø) & Standardabweichung (SD)) des Gutsbetriebes sowie das Eingrasfutter der Pilotbetriebe (n=7, Ø & SD). Messungen für die Eingrasflächen der Pilotbetriebe erst ab Mitte Mai.

geerntet werden. Zentral ist deshalb, eine Staffelung der Pflanzenbestände durch optimale Nutzung von Exposition, botanischer Zusammensetzung, Nutzungsfrequenz und Düngung zu erreichen. So können starke Schwankungen des Energiegehaltes reduziert werden (Abb. 4).

Die Staffelung des Aufwuchses und die Nutzung im optimalen Stadium sind stark witterungsabhängig. Dies zeigte auch das Jahr 2015, als der trockene Sommer mit dem geringen Wachstum dazu führte, dass auf dem Gutsbetrieb die Bestände beinahe ausschliesslich im optimalen Stadium genutzt werden konnte. Der Energiegehalt zeigte während den Sommermonaten einen deutlich weniger starken Einbruch (keine Abbildung).

Auch der Rohproteingehalt lag auf den Kurzrasenweiden mit über 200 g/kg TS auf sehr hohem Niveau und war wesentlich höher als im frisch geschnittenen Wiesenfutter der Eingrasflächen (Abb. 5). Dies trotz niedrigerem Leguminosenanteil der Bestände (Abb. 2). Vergleichbar hohe Rohproteingehalte konnten schon im Vorgängerprojekt

Tabelle 2: Vergleich des konservierten Futters aller Pilotbetriebe der Jahre 2013-2015 mit dem frischen Wiesenfutter, welches im Jahr 2016 im Stall vorgelegt wurde (Eingrasfutter).

	Dürrfutter	Grassilage	Eingrasfutter	
Anzahl Proben	145	42	140	
Anzahl Betriebe	35	13	7	
Beprobungszeitraum	2013-2015	2013-2015	2016	
TS-Gehalt	%	88	35	k. A.
Rohasche	g/kg TS	93	109	106
Rohprotein	g/kg TS	128	149	167
ADF	g/kg TS	304	295	265
NDF	g/kg TS	497	461	431
Zucker	g/kg TS	114	64	116
NEL	MJ NEL/kg TS	5,3	5,5	5,9
APDE	g/kg TS	85	75	100
APDN	g/kg TS	81	96	111

(Hofstetter et al., 2011) beobachtet werden. Saisonal verlief der Gehalt sowohl im Weide- als auch im Eingrasfutter weitgehend parallel. Da im Gegensatz zu den Eingrasflächen das Nutzungsstadium der Kurzrasenweiden weitgehend konstant blieb, muss der saisonale Gehaltsverlauf hier im Zusammenhang mit der sich verändernden botanischen Zusammensetzung stehen. Die Streuung zwischen einzelnen Messwerten des Eingrasfutters der Pilotbetriebe dürfte hier hauptsächlich auf die botanische Zusammensetzung der jeweiligen Pflanzenbestände zurückzuführen sein.

Frisches Wiesenfutter weist im Vergleich zum konservierten Futter einen um ca. 10% höheren Energiegehalt auf (Tab. 2). Niedrigere Veratmungs-, Vergärungs- und Bröckelverluste dürften dafür verantwortlich sein. Der geringere Gehalt an Zellwandanteilen (ADF, NDF) und die höheren Proteingehalte weisen auf frühere Nutzungszeitpunkte beim Eingrasen hin, als dies beim konservierten Futter der Fall gewesen sein dürfte.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das eingegraste Wiesenfutter starken saisonalen Schwankungen unterworfen war. In den untersuchten Proben lagen die Energie- und Nährstoffgehalte im Mittel zwar jeweils über den Gehalten einer Grassilage, aber deutlich unter den Gehalten einer Kurzrasenweide. Durch ein optimales Eingrasmanagement der entsprechenden Wiesenbestände scheint aber in der Praxis durchaus noch Potential zur Erhöhung der Futterqualität beim Eingrasen zu bestehen.

3.2 Tierhaltung

3.2.1 Zusammensetzung der Ration

Auf den Pilotbetrieben lag der durchschnittliche Anteil an frischem Wiesenfutter in der Sommerration auf Basis MJ NEL bei den EGKF- bzw. den EGKFplus-Betrieben bei 74% und 61% (Tab. 1). Infolge eines geringen Anteils an anderem Raufutter, Saftfutter und wenig Kraftfutter war der Wiesenfutteranteil bei den VW-Betrieben mit 92% in der Sommerration am höchsten.

3.2.2 Milchleistungen der Kühe der Pilotbetriebe

Die durchschnittliche Milchleistung der EGKF-Betriebe war mit 7 218 kg ECM / Kuh und Jahr beachtlich (Tab. 3). Dennoch war die Jahresmilchleistung bei den EGKFplus-Betrieben mit 8 457 kg ECM / Kuh und Jahr höher. Die durchschnittliche Milchleistung der VW-Betriebe betrug

6 268 kg ECM / Kuh und Jahr. Diese Leistung entspricht früheren Untersuchungen, in denen jedoch gut 200 kg mehr Kraftfutter eingesetzt wurde (Hofstetter et al., 2011). Die Streuung der Jahresmilchleistungen war bei den VW- und den EGKFplus-Betrieben grösser als bei den EGKF-Betrieben. Bei den prozentualen Anteilen der Milchinhaltsstoffe Fett und Protein ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen. Nur in der Auswertung nach Jahreszeiten hatten VW-Betriebe im Herbst einen höheren Fettgehalt in der Milch als die beiden anderen untersuchten Systeme. Dies dürfte im Wesentlichen auf die Saisonalität des VW-Produktionssystems zurückzuführen sein.

Die monatliche Tagesmilchmenge in kg ECM der EGKFplus-Betriebe war ganzjährig signifikant höher als diejenige der EGKF- und VW-Betriebe (Abb. 6). Nur im Frühling konnte kein Unterschied zwischen den Milchmengen der EGKFplus- und der VW-Betriebe festgestellt werden. Im Herbst ergaben sich zwischen den EGKF- und den VW-Betrieben tendenzielle Unterschiede.

3.2.3 Fruchtbarkeitskennzahlen der Kühe und Tiergesundheit

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen in Bezug auf die Fruchtbarkeitskennzahlen festgestellt (Tab. 4). In der Tendenz wurde eine kürzere Verzögerungszeit bei den VW-Betrieben (ca. 12 Tage)

Tabelle 3: Standard- und Vollabschlüsse sowie Gehaltmengen der Milch der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter (EGKF, n=33) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus, n=39) sowie der Vollweidebetriebe (VW, n=36) von 2014 - 2016. Mittelwert (\bar{O}) und Standardabweichung (SD).

Produktions-systeme	EGKF		EGKFplus		VW	
	\bar{O}	\pm SD	\bar{O}	\pm SD	\bar{O}	\pm SD
Milchleistung, kg ECM ¹	7 218	691	8 457	882	6 268	1 124
Milchleistung ² , kg	7 115	633	8 384	989	6 025	1 078
Fett, %	4,18	0,23	4,15	0,23	4,11	0,50
Protein, %	3,42	0,16	3,46	0,2	3,31	0,41

¹ECM: energiekorrigierte Milch der Standardlaktation, ²Vollabschluss

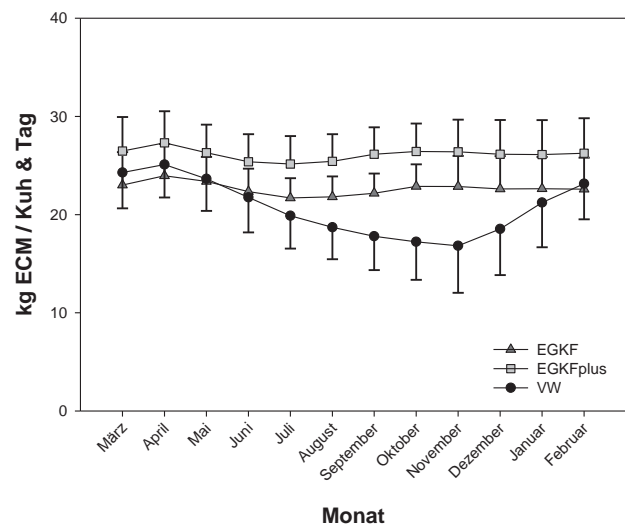


Abbildung 6: Verlauf der Tagesmilchmengen in kg ECM pro Kuh und Tag auf den Pilotbetrieben. Daten der EGKF- (n=33), der EGKFplus- (n=39) sowie der VW-Betriebe (n=34) sind Mittelwerte der Jahre 2014-2016.

Tabelle 4: Fruchtbarkeitskennzahlen der Kühe der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW) von 2014 – 2016. Mittelwert (\bar{O}) und Standardabweichung (SD).

Produktionssysteme	EGKF			EGKFplus			VW			p-Wert
	\bar{O}	\pm SD	n	\bar{O}	\pm SD	n	\bar{O}	\pm SD	n	
Zwischenkalbezeit, Tage	374	77	1 025	367	76	1 907	358	75	1 106	0,125
Serviceperiode, Tage	108	65	867	112	57	1 402	92	55	940	0,059
Verzögerungszeit, Tage	31	58	866	29	48	1 402	16	45	939	0,055
Rastzeit, Tage	77	28	864	83	35	1 401	76	38	929	0,241

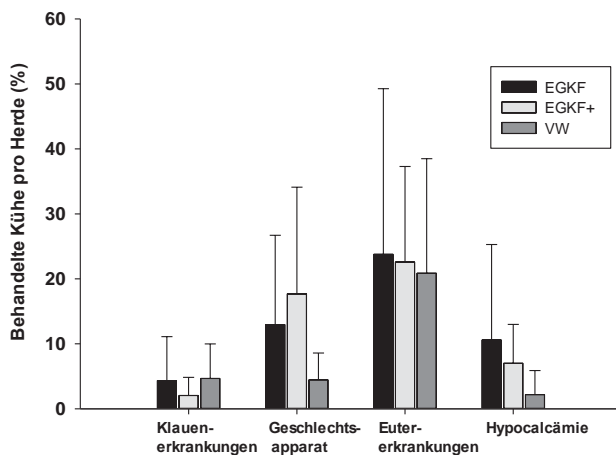


Abbildung 7: Erfasste Behandlungen von Kühen mit Krankheitssymptomen in Prozent aller Kühe der jeweiligen Herden (n= 7 pro System).

realisiert. Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus dem Versuch 2008 bis 2010 auf dem Gutsbetrieb BBZN Hohenrain (Frey et al., 2017).

Die Auswertung der Behandlungsjournale ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen in Bezug auf die Häufigkeit der Behandlungen von Krankheitssymptomen. Hingegen konnten grosse Unterschiede zwischen einzelnen Betrieben innerhalb eines Systems beobachtet werden (Abb. 7). Beinahe alle Betriebe behandelten während der Versuchszeit bei den Kühen Erkrankungen am Geschlechtsapparat und Eutererkrankungen (vor allem Mastitis) sowie Hypocalcämie. Hingegen wurden praktisch keine Behandlungen der Stoffwechselkrankheiten Acidose, Ketose oder Weidetetanie verzeichnet. Daher wurden diese Erkrankungen nicht weiter ausgewertet.

3.2.4 Kraftfutterverbrauch und Produktionseffizienz der Pilotbetriebe

Auf den Pilotbetrieben betrug die Spannweite der verabreichten Kraftfuttermengen pro Kuh und Jahr zwischen

Tabelle 5: Verhältnis von produzierter Milch und Gesamtbedarf an MJ NEL als Durchschnitt pro Jahr (2014-16) sowie das Lebendgewicht (LG) der Kühe in kg für Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF, n=11) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus, n=13) sowie für die Vollweidebetriebe (VW, n=12). Mittelwert (\bar{O}) und Standardabweichung (SD).

Produktionssysteme	EGKF		EGKFplus		VW	
	\bar{O}	\pm SD	\bar{O}	\pm SD	\bar{O}	\pm SD
kg ECM / 10 MJ NEL	2,00 ^a	0,11	2,15 ^b	0,08	1,90 ^a	0,21
LG laktierende Kühe, kg	651 ^a	86	655 ^a	76	577 ^b	100

^{a,b}Mittelwerte einer Zeile mit unterschiedlichem Buchstaben unterscheiden sich signifikant ($p < 0.05$)

0 kg und 2 600 kg. Fünf von 12 Vollweidebetrieben setzten während der gesamten Projektdauer keine Kraftfuttermittel ein. In den Systemen EGKF und EGKFplus wurden im Durchschnitt mindestens 100 kg bzw. 670 kg pro Kuh und Jahr verfüttert.

Bei Betrachtung der Produktionseffizienz, hier definiert als produzierte kg ECM pro 10 MJ NEL Gesamtbedarf, schnitten die EGKFplus-Betriebe signifikant besser ab als die Betriebe der anderen beiden Systeme (Tab. 5). Zwischen den EGKF- und den VW-Betrieben gab es hingegen keinen signifikanten Unterschied, trotz durchschnittlich rund 1 000 kg höherer Milchleistung der EGKF- gegenüber den VW-Betrieben. Grund dafür dürfte sein, dass im VW-System leichtere Kühe vorhanden waren, welche einen tieferen Erhaltungsbedarf aufweisen. Das mittlere Lebendgewicht der VW-Kühe war signifikant tiefer (-76 kg) als dasjenige der EGKF- und der EGKFplus-Kühe (651 bzw. 655 kg).

3.3 Arbeitswirtschaft

Für das Melken wendeten die EGKF-Betriebe die höchste Stundenzahl auf (34,1 AKh/Kuh/Jahr) und die EGKFplus-Betriebe die wenigsten Stunden (27,4 AKh/Kuh/Jahr). Alle Betriebe benötigten für das Melken 34% der gesamten Arbeitszeit (Tab. 6). Der Arbeitsaufwand für die Weide betrug für die VW-Betriebe 16 AKh pro Kuh und Jahr, während die Eingrasbetriebe 7,0 bzw. 4,8 AKh je Kuh und Jahr benötigten. Diese Betriebe wendeten für das Füttern 22,0 bzw. 18,5 AKh pro Kuh und Jahr auf, die VW-Betriebe hingegen nur 7,6 AKh je Kuh und Jahr. Der nach PROOF ermittelte gesamte Arbeitsaufwand pro Kuh und Jahr war für die oben genannten Arbeitsgänge bei den EGKF- 100 AKh, bei den EGKFplus- 80 AKh und bei den VW-Betrieben 84 AKh pro Kuh und Jahr. Mit steigender Bestandesgrösse nahm der Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Jahr ab, wie dies im Rinderreport 2015 von Baden-Württemberg auch festgestellt wurde (Gräter, 2016). In der süddeutschen Arbeitszeitauswertung wurde bei einem ähnlichen Kuhbestand wie in der vorliegenden Analyse ein Arbeitszeitbedarf von 76 AKh je Kuh und Jahr festgestellt. Bei ansteigender Bestandesgrösse, z. B. 86 Kühe, sank dort der Arbeitszeitbedarf je Kuh und Jahr auf 48,3 AKh/Kuh/Jahr. Die Arbeitsproduktivität der Milchproduktion (kg ECM/AKh) ohne Berücksichtigung des Futterbaus war bei den EGKFplus-Betrieben mit beinahe 100 kg ECM/AKh am höchsten. Die Ergebnisse der beiden anderen Betriebstypen lagen auf gleicher Höhe mit einem leichten Vorteil für die VW-Betriebe.

3.4 Betriebswirtschaft

Die Strukturdaten der Pilotbetriebe zeigten, dass die EGKF-Betriebe im Durchschnitt jährlich beinahe 225 000 kg, die

EGKFplus-Betriebe 390 000 kg und die VW-Betriebe etwas über 200 000 kg Milch pro Jahr vermarkteten (Tab. 7). Durchschnittlich die höchste landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) hatten die VW-Betriebe mit 35,9 ha, davon waren 28,0 ha Hauptfutterfläche (HFF). Die EGKF-Betriebe hatten im Durchschnitt die kleinste LN mit 28,8 ha und mit 21,1 ha die kleinste HFF.

Tabelle 6: Anteil der Arbeiten und gesamter Arbeitszeitbedarf je Kuh und Jahr für die Milchproduktion sowie die Arbeitsproduktivität, basierend auf den Erhebungen der Arbeitstagebücher der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW).

Milchproduktionssysteme	EGKF	EGKFplus	VW
Strukturelle Daten			
Anzahl Messungen	36	52	43
Anzahl Kühe pro Betrieb	33	49	41
Milchleistung, kg ECM/Kuh und Jahr	6 757	7 944	6 077
Milchleistung, kg ECM/Kuh und Tag	22	27	21
Anzahl Melkeinheiten	4,8	7,5	6,2
Weideanteil an der LN ¹ , %	25,2	13,3	96,6
Entfernung Weide vom Stall, m	280	102	250
Entfernung Eingrasen vom Stall, m	870	760	-
Anteile Arbeiten & Produktivität			
Melken, AKh/Kuh und Jahr ²	34,1	27,4	28,6
Füttern, AKh/Kuh und Jahr	22,0	18,5	7,6
Weide, AKh/Kuh und Jahr	7,0	4,8	16,0
Kälberbetreuung, AKh/Kuh und Jahr	10,0	7,2	7,6
Misten u. Einstreuen, AKh/Kuh und Jahr	5,0	4,0	5,1
Sonderarbeiten u. Betriebsführung, AKh/Kuh und Jahr	22,1	18,5	19,4
AKh je Kuh und Jahr ²	100,2	80,4	84,3
Arbeitsproduktivität, kg ECM /AKh ²	67,4	98,8	72,1

¹LN: Landwirtschaftliche Nutzfläche, ²AKh: Arbeitskraftstunde;

Berechneter Wert nach PROOF für die Milchproduktion ohne Aufwand für den Futterbau.

Tabelle 7: Strukturdaten, Produktionskosten, Erlöse und Einkommen der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW) von 2014-2016 im Vergleich zu Referenz-Talbetrieben.

Produktionsdaten 2014 - 16	EGKF	EGKFplus	VW	Mittel	Referenz-Betriebe
Strukturdaten					
Betriebe, Anzahl	33	39	36	108	102
LN, ha	28,8	33,8	35,9	32,8	27,3
Kühe, Anzahl	35,6	49,7	40,8	42,1	37,4
Kuhanteil /RGVE ¹ , %	90	93	87	90	87
HFF ² inkl. Zwischenfutteranteil, ha	21,1	24,9	28,0	24,6	21,9
Verkaufte Milchmenge, t	224,9	389,3	203,1	272,4	273,0
Milchleistung pro Kuh und Jahr, kg	6 773	8 141	5 622	6 845	7 615
Arbeit Betrieb (Rindvieh und Futterbau), AKh ³ /Jahr	3 887	4 451	3 536	3 958	4 129
Arbeitsproduktivität (produzierte Milch), kg/AKh	61	93	64	73	70
Kosten					
Direktkosten, ct ⁴ /kg verkaufte Milch	16,4	24,0	16,2	19,0	22,1
Fremde Strukturkosten, ct/kg verkaufte Milch	46,3	36,6	49,1	44,0	44,9
Eigene Strukturkosten, ct/kg verkaufte Milch	36,1	23,3	36,0	31,8	33,1
Erlöse					
Direktzahlung und Beiträge, ct/kg verkaufte Milch	22,7	13,7	33,6	23,4	19,1
Milchproduktion, ct/kg verkaufte Milch	60,4	59,9	60,0	60,1	57,3
Nebenprodukte (Tierversauf), ct/kg verkaufte Milch	7,8	5,5	15,0	9,4	9,7
Kalkulierter Gewinn/Verlust, ct/kg verkaufte Milch	-7,9	-4,9	7,5	-2,0	-14,1
Einkommen					
Arbeitsverwertung, €/h	18,9	19,2	29,0	22,3	14,9
Arbeitseinkommen Betrieb und Jahr, €/Jahr ⁵	73 328	85 321	102 426	87 025	61 811
Landwirtschaftliches Einkommen pro Jahr ⁶ , €	59 866	64 152	91 680	71 899	46 377

¹RGVE: raufutterverzehende Grossvieheinheit (GVE), ²HFF: Hauptfutterfläche, ³AKh: Arbeitskraftstunde, ⁴Durchschnittlicher Jahresmittelkurs von 2014 bis 2016: ein CHF = 0,88946 € ⁵Entgelt für fremde und eigene Arbeit, ⁶Entgelt für eigene Arbeit und eingesetztes Eigenkapital.

Dazwischen lagen die EGKFplus-Betriebe mit 33,8 ha LN und 24,9 ha HFF.

Die Arbeitsproduktivität (Arbeit für Rindvieh und Futterbau) war bei den EGKFplus-Betrieben mit 93 kg produzierte Milch/AKh am grössten. Bei den VW-Betrieben waren die Werte mit 64 kg Milch/AKh ähnlich denjenigen der EGKF-Betriebe (61 kg Milch/AKh). Die durchschnittliche Arbeitsproduktivität aller Betriebe war leicht tiefer (-4 kg produzierte Milch/AKh) als die Produktivität der Talbetriebe der Studie von 2011 bis 2015 von Haas und Hofstetter (2017). Die in Tab. 6 ermittelten höheren Werte der Arbeitsproduktivität (Ø der Jahre: 79 kg ECM/AKh) ergaben sich daraus, dass in dieser PROOF-Methode der Futterbau nicht integriert ist.

Die Direktkosten waren infolge der geringeren Futterkosten sowohl bei den VW- als auch bei den EGKF-Betrieben mit etwas über 16,0 ct/kg verkaufte Milch tiefer als bei den EGKFplus-Betrieben mit 24,0 ct/kg verkaufte Milch. Die fremden Strukturkosten waren bei den EGKF- und auch bei den VW- Betrieben um beinahe 10,0 bzw. 12,5 ct/kg Milch höher als bei den EGKFplus-Betrieben. Auch die eigenen Strukturkosten (v.a. Lohnanspruch Betriebsleiterfamilie) lagen bei den VW- und bei den EGKF-Betrieben um gut 13,0 ct/kg Milch höher als bei den EGKFplus-Betrieben. Ähnlich hohe Vollkosten wurden bei den EGKF- und den VW-Betrieben mit 0,99 € bzw. 1,01 € pro kg verkaufte Milch ermittelt. Infolge des Skaleneffektes waren die Produktionskosten der EGKFplus-Betriebe mit 0,84 € pro kg verkaufter Milch tiefer. Der Mengeneffekt sowie die Ergebnisse der VW-Betriebe decken sich mit den Resultaten von Blättler et al. (2015) und von Haas und Hofstetter (2017).

Die VW-Betriebe erzielten mit 29,1 €/AKh die höchste Arbeitsverwertung. Die Arbeitsverwertung bei den EGKF- und bei den EGKFplus-Betrieben war mit 19,2 € bzw.

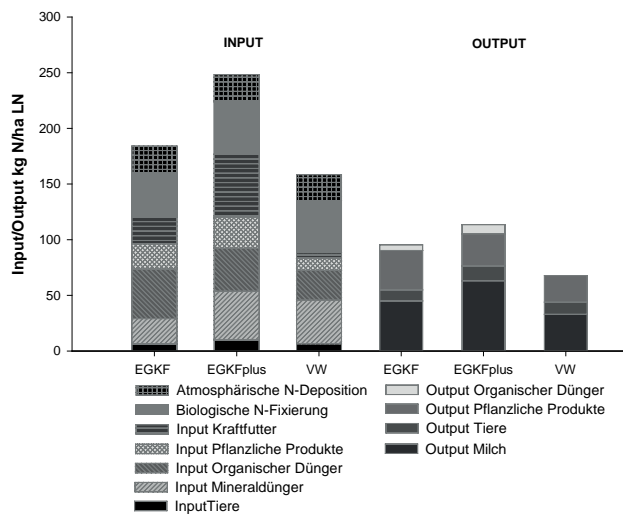


Abbildung 8: Mittelwerte der N-Input- und N-Outputgrößen für die Pilotbetriebe der drei Systeme (EGKF, n=11, EGKFplus, n=9, VW, n=11)

18,9 € pro AKh ähnlich. Das höchste Arbeits- (Entgelt für fremde und eigene Arbeit) und landwirtschaftliche Einkommen (Entgelt für eigene Arbeit und eingesetztes Eigenkapital) erwirtschafteten die VW-Betriebe, gefolgt von den EGKFplus-Betrieben. Zu erwähnen ist, dass die 36 Pilotbetriebe im Durchschnitt in der Arbeitsverwertung pro AKh 7,4 € und im landwirtschaftlichen Einkommen pro ha LN 493,0 € über dem Mittel der Referenzbetriebe von 2014 - 2016 lagen. Neben den ökonomischen Vorteilen erzeugten wiesenfutterbetonte Milchproduktionssysteme im Verhältnis zum Input grössere Mengen an menschenverfügbarem Protein wie Ertel et al. (2015) an österreichischen Milchviehbetrieben und Steinwider et al. (2016) anhand des Systemvergleichs Hohenrain I aufzeigten.

3.3 Nährstoffbilanzen

Die Ergebnisse der Hoftorbilanzen zeigten eine hohe Variabilität zwischen den Betrieben. Dies lässt sich unter anderem auf die verschiedenen Betriebstypen innerhalb eines Systems zurückführen. Abb. 8 zeigt die Mittelwerte der N-Input- und N-Outputgrößen für die drei Systeme. Die durchschnittlichen N-Saldoüberschüsse lagen im System EGKF bei 91,4 kg N/ha (SD=45,2), im System EGKFplus bei 134,8 kg N/ha (SD=24,06) und im System VW bei 90,6 kg N/ha (SD=36,7). Die höchste N-Effizienz wiesen im Mittel die Betriebe des Systems EGKF auf (53,4%, SD=13,4). Für die Systeme EGKFplus und VW lag sie auf einem vergleichbaren Niveau (45,7%, SD=6,9 bzw. 44,2%, SD=11,7). In den Systemen EGKF und EGKFplus bestand zwischen der N-Effizienz und dem Anteil der offenen Ackerfläche eine positive Korrelation ($r = 0,71$, $P < 0,014$ bzw. $r = 0,83$, $P < 0,006$). Ebenfalls positiv korreliert waren der Kraftfutterinput und der N-Saldo auf den Betrieben im System EGKFplus ($r = 0,88$, $P < 0,001$).

3.4 Wissenstransfer und Arbeitskreise

Aus Sicht der Betriebsleiter wurde ein starkes Engagement in den Arbeitskreisen verlangt. Dies resultierte aber in intensiven Diskussionen und einem regen Gedankenaustausch.

Es wurden Prozesse und Reflexionen in Gang gesetzt und Veränderungen ausgelöst. Als wichtige Erfolgsfaktoren wurden in allen drei Produktionssystemen eine angepasste Genetik, ein gutes Weidemanagement, nährstoffreiche Wiesenbestände sowie ein optimales Zusammenspiel zwischen Weide und Eingrasen angesehen. Alle Betriebe streben tiefe Kosten an und wollen das konservierte Futter vor allem im Winter einsetzen. Die VW-Betriebe suchen effiziente Arbeitsprozesse und eine sinnvolle Arbeitsverteilung. Auch die EGKF- und die EGKFplus-Betriebe wollen die Arbeitsbelastung der Betriebsleiterfamilien und der Angestellten optimieren. Diese Erkenntnisse wurden von den Pilotbetrieben an der Fachtagung, an welcher 120 Berater und Wissenschaftler teilnahmen, sowie an den Praxistagen mit über 600 anwesenden Milchproduzenten thematisiert.

4. Schlussfolgerungen

Hohe Leistungen aus eingegrastem Wiesenfutter werden erzielt, wenn die Eingrasflächen im optimalen Stadium (vor dem Ähren-/Rispenbeginn, bzw. Ähren-/Rispenschieben) geerntet werden. Mit moderaten Kraftfuttermengen und einem hohen Anteil an frischem Wiesenfutter in der Ration können mit dem System Eingrasen Milchleistungen zwischen 7 200 bis 8 500 kg erzielt werden. Dadurch kann auch ein stabiler Verlauf der ECM-Tagesmilchmenge erreicht werden. Unabhängig vom System macht der Arbeitsaufwand des Melkens am gesamten Aufwand für die Milchproduktion einen Drittel aus. Eingrasen erhöht den Zeitaufwand für die Fütterung um das 2,5-Fache gegenüber der Vollweide. Unter Schweizerischen Bedingungen ist es möglich, mit wiesenfutterbasierten Produktionssystemen überdurchschnittlich hohe Arbeitsverdienste (-verwertung) und Einkommen zu erwirtschaften. Dies gilt insbesondere für die VW-Betriebe. Um die N-Saldoüberschüsse, speziell bei den EGKFplus-Betrieben, zu reduzieren kann es lohnend sein, den N-Input über die Dünger (organische und mineralische) sowie über das Kraftfutter zu optimieren. Der Arbeitsbelastung der Betriebsleiterfamilien und den Arbeitsprozessen ist besondere Beachtung zu schenken.

5. Dank

Das Projekt wurde unterstützt durch die Kommission für Technologie und Innovation (KTI), das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), die Schweizer Milchproduzenten (SMP), lokale Milchproduzentenverbände, das Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement Luzern (Dienststelle Landwirtschaft und Wald) sowie durch die Fondation Sur-la-Croix (BS). Als Forschungspartner wirkten das Kompetenzzentrum des Bundes Agroscope, das Institut für Agrarwissenschaften der ETH Zürich, das Berufsbildungszentrum Arenenberg (TG) und das INFORAMA Zollikofen (BE) mit.

6. Literatur

- BAFU, 2014. Bundesamt für Umwelt. Karte Stickstoff-Deposition: Zugang: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte/karte-stickstoff-deposition.html> [3.10.2017].
- Blättler, T., B. Durgiai, L. Knapp und Th. Haller, 2015. Projekt Optimilch: Wirtschaftlichkeit der Vollweidestrategie - Ergebnisse 2000 bis 2010. Agrarforschung Schweiz 6 (7-8), 354 - 361.

- BLW, 2017. Bundesamt für Landwirtschaft. Produktionssystembeiträge: Zugang: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen/produktionssystembeitraege.html> [27. 09. 2017].
- Boller, B., A. Lüscher und S. Zanetti, 2003. Schätzung der biologischen Stickstoff-Fixierung in Klee-Gras-Beständen. Schriftenreihe der FAL 45:47-54.
- Corral, A.J. und J.S. Fenlon, 1978. A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *Journal of Agricultural Science* 91, 61-67
- Daget, P. und J. Poissonet, 1969. Analyse phytologique des prairies. CNRS-Cepe, document n.50, Montpellier, France.
- Einhell, Ch., J. Werner und M. Schick, 2017. Vollweide vs. Eingrasen - Ein Vergleich aus arbeitswirtschaftlicher Sicht - Schwachstellenanalyse und Optimierungsmöglichkeiten. Master-Thesis, UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 70599 Stuttgart und Agroscope Tänikon 1, CH-8356 Ettenhausen.
- Ertl P., H. Klocker, S. Hörtenhuber, W. Knaus und W. Zollitsch, 2015. The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems* 137, 119-125.
- Flisch, R., S. Sinaj, R. Charles und W. Richner, 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung* 16(2), p. 2-97.
- Frey, H.-J., J.J. Gross, R. Petermann, S. Probst, R.M. Bruckmaier und P. Hofstetter, 2017. Performance, body fat reserves and plasma metabolites in Brown Swiss dairy cows: Indoor feeding versus pasture-based feeding. *J Anim, Physiol Anim Nutr.* 2017; 00:1-12. Im Druck.
- Gazzarin, C. und M. Schick, 2004. Milchproduktionssysteme für die Talregion – Vergleich von Wirtschaftlichkeit und Arbeitsbelastung. FAT-Bericht Nr. 608. Tänikon, Schweiz.
- Gazzarin, C., H.-J. Frey, R. Petermann und M. Höltschi, 2011. Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 418-423.
- Gazzarin, C., M. Kohler und O. Flaten, 2014. Milchbetriebe: Warum produziert die Schweiz teurer als Norwegen. *Agrarforschung Schweiz* 5 (6), 248-255.
- Gräter F., 2016a. Rinderreport Baden-Württemberg 2014/15. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, D-73525 Schwäbisch Gmünd.
- Haas, Th. und P. Hofstetter, 2017: Milchproduktion: Verkaufte Milchmenge und Weideanteil beeinflussen den Arbeitsverdienst. *Agrarforschung Schweiz* 8 (9), 356-363.
- Heanue, K., Á. Macken-Walsh und P. Mahrer, 2012: Teagasc. Best Practice in Extension Services Conference. Teagasc Oak Park Carlow, ISBN: 1-84170-593-4.
- Hofstetter, P., H.-J. Frey, R. Petermann, W. Gut, L. Herzog und P. Kunz, 2011. Stallhaltung versus Weidehaltung - Futter, Leistungen und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 402-411.
- Hofstetter, P., F. Akert, L. Kneubühler, P. Kunz, H.-J. Frey, J. Estermann, W. Gut, M. Höltschi, H. Menzi, R. Petermann, H. Schmid und B. Reidy, 2014: Optimierung von Milchproduktionssystemen mit Eingrasen. Systemvergleich Hohenrain II. In: Reidy, B., Gregis, B. & Thomet, P. (Hrsg.). *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau Band 16. Internationale Weidetagung 2014, Zollikofen, Schweiz. Jordi AG, Belp, Schweiz, 27-31.*
- Jans, F., A. Kessler, A., Münger und P. Schlegel, 2015. Fütterungsempfehlung für die Milchkühe. In: *Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch), Kapitel 7. Hrsg. Agroscope, Posieux.*
- Kneubühler L., F. Akert, H.-J. Frey, H. Schmid und B. Reidy, 2016. Saisonaler Verlauf des Graswachstums und Vergleich der Futterqualität von Weide- und Eingrasflächen. *Tagungsband Internationale Weidetagung Luxemburg. 60. Jahrestagung der AGGF. 27-32.*
- Lacour, A., 2010. Mémoire de fin d'études. Université F. Rabelais, Tours.
- Losq, G., A. Lacour, G. Trou und B. Portier, 2011. Enquêtes dans 30 exploitations laitières bretonnes pratiquant l'affouragement en vert. *Renc. Rech. Ruminants*, 2011 18.
- R Core Team, 2013. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>.
- Reidy B. und S. Ineichen, 2015. Rationszusammensetzung und Futterautonomie von Schweizer Milchproduktionsbetrieben. 59. Jahrestagung der AGGF, 27-29.08.2015, Aulendorf, 35-39.
- Reidy, B. und S. Ineichen, 2016. Wiesenfutter - die wichtigste Eiweissquelle für Wiederkäuer. Umdenken in der Eiweissversorgung der Nutztiere. Herausgeber: Kreuzer M., Lanzini T., Liesegang A., Bruckmaier R., Ulbrich S. E.. ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung, Band 39. CH-8092 Zürich.
- Schick, M., 2007. Work science in agriculture and forestry: from work procedure-based to system approach. XXXII CIOSTA-CIGR Section V Conference "Advances in labour and machinery management for a profitable agriculture and forestry". Nitra, 17.-19.09.2007, Tagungsband S. 26 - 33.
- Schick, M., 2008. Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung. *Ergonomia Verlag, Stuttgart* 144 S.
- Schick, M. und R. Stark, 2009. ART-AV, Arbeitsvoranschlag & Modellkalkulationssystem, Forschungsanstalt ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen.
- Steinwigger A., P. Hofstetter, H.-J. Frey und Ch. Gazzarin, 2016. Lebensmittel-Konversionseffizienz von stall- und weidebasierten Milchproduktionssystemen. *Agrarforschung Schweiz* 7 (10), 448 - 455.
- Weiss, J., W. Passt und S. Granz, 2011: Tierproduktion, 14. überarbeitete Version, Enke Verlag Stuttgart, ISBN: 9783830411222, Zugang: <https://www.thieme.de/de/suche.htm?q=Tierproduktion> [27. 09. 2017].
- VOKO-MILCH+SCHWEINE, 2014. Vollkostenrechnung Milch und Schweine. BBN Hohenrain und AGRIDEA, Eschikon 28, CH-8315 Lindau.