

AGRAR FORSCHUNG SCHWEIZ

Systemvergleich Hohenrain II



| | |
|------------------------|---|
| Editorial | Erfolgreich mit Milch aus Gras |
| Editorial | Milchproduktion: zwei Wege aus der Sackgasse |
| Nutztiere | Versuchsbeschreibung und Qualität des frischen Wiesenfutters |
| Nutztiere | Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter |
| Nutztiere | Tierische Leistungen aus frischem Wiesenfutter |
| Agrarwirtschaft | Milchproduktion: Frischgras mit wenig Kraftfutter zahlt sich aus |
| Umwelt | Ökobilanzanalyse weide- und graslandbasierter Milchproduktionssysteme |
| Nutztiere | Nährstoff- und Mineralstoffgehalte der konservierten Futtermittel |
| Nutztiere | Forschung mit Wissenstransfer erhöht die Praxiswirkung |
| Porträt | Pius Hofstetter, mit Herzblut für die Land- und Ernährungswirtschaft |

Erfolgreich mit Milch aus Gras



Beat Reidy
Dozent, Hochschule für Agrar-,
Forst- und Lebensmittel-
wissenschaften HAFI

Liebe Leserin, lieber Leser

Saftige Wiesen und Weiden, Landschaften in allen Formen und Farben – das ist Schweiz – genauso wie der Käse und die Schokolade. Die Milchproduktion hat eine grosse wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung. Gras fressende Kühe produzieren nicht nur ein wertvolles Nahrungsmittel, sie prägen auch die vielfältige Kulturlandschaft und tragen so zum Bild der Schweiz, zur Lebensqualität der Bewohner und zur Attraktivität des Tourismus bei.

Doch diese Symbiose steht unter Druck. Die Wertschöpfung ist ungenügend, die Schweizer Milchbranche verliert Marktanteile. Dabei besteht die Gefahr, dass der grösste Trumpf verspielt wird. Wiesenfutter, das grüne Gold der Wiesen und Weiden, bildet seit jeher die Grundlage der Schweizer Milchproduktion und ist im zunehmenden internationalen Umfeld ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal. Getrieben durch Kostendruck, Effizienzsteigerungen und Spezialisierung verliert das Wiesenfutter, und damit ein zentraler Mehrwert der Schweizer Milchproduktion, an Bedeutung



Walter Gut
Direktor, Berufsbildungszentrum
Natur und Ernährung BBZN

Der Systemvergleich Hohenrain II – Optimierung von Milchproduktionssystemen mit frischem Wiesenfutter – konzentrierte sich in seiner Kernfrage auf eine möglichst effiziente und nachhaltige Nutzung dieser wertvollen einheimischen Produktionsgrundlage. Dabei fokussierte das Projekt nicht auf eine reine Vollweidenutzung, sondern versuchte auch für Systeme mit Eingrasen und Teilweide Möglichkeiten aufzuzeigen, wo die Erfolgsfaktoren und Optimierungsmöglichkeiten dieser traditionellen Produktionsformen liegen.

Im Zentrum des Projektes stand ein mehrjähriger Systemvergleich auf dem Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain, wo drei Herden mit unterschiedlichen Weide-, Wiesen- und Kraftfutteranteilen geführt wurden. Um die Möglichkeiten und Grenzen der Systeme auch in der Praxis auszuloten und gegenseitig von den Erfahrungen und dem Wissen profitieren zu können, beteiligten sich 36 Pilotbetriebe aus der ganzen Schweiz am Projekt.

Ermöglicht wurde das Projekt durch eine breite Unterstützung von Milchverbänden, Kantonen, des BLW und der KTI sowie einer einzigartigen Zusammenarbeit verschiedener Forschungs- und Beratungsinstitutionen. Die HAFI, das BBZN, die ETH, Agroscope und regionale Beratungsdienste trugen gemeinsam mit den Pilotbetrieben auf jeweils unterschiedlichen Ebenen zur Schaffung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse für die Praxis bei.

Wir danken allen Beteiligten für diese aussergewöhnliche und erfolgreiche Zusammenarbeit und Unterstützung. Genauso stellen wir uns Forschung für und mit der Praxis entlang der Wertschöpfungskette vor.

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Versuchsbeschrieb und Qualität des frischen Wiesenfutters

Sebastian Ineichen¹, Franziska Akert^{1,4}, Hansjörg Frey³, Ueli Wyss⁵, Pius Hofstetter², Herbert Schmid³, Walter Gut³ und Beat Reidy¹

¹Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

²Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN, 6170 Schüpfheim, Schweiz

³Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN, 6276 Hohenrain, Schweiz

⁴Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 8092 Zürich, Schweiz

⁵Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz

Auskünfte: Beat Reidy, E-Mail: beat.reidy@bfh.ch



Das Eingrasen ermöglicht die Nutzung von hoffernen Flächen für die Verfütterung von frischem Wiesenfutter.

Einleitung

Mit der Liberalisierung des Schweizer Milchmarktes sind die Milchproduzenten 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). Eine Fokussierung auf reine Vollweide- oder Stallfütterungssysteme, wie dies im

Ausland zu beobachten ist, ist in der Schweiz aufgrund topografischer und struktureller Einschränkungen nur bedingt möglich. Eine grosse Anzahl der Schweizer Milchviehbetriebe praktiziert deshalb ein Fütterungssystem mit Teilweide und Zufütterung im Stall. Je nach Futterangebot wird die Ration mit frischem oder konserviertem Raufutter und Kraftfutter im Stall ergänzt. Das System «Eingrasen» hat den Vorteil, dass auch Flä-

chen zur Verfütterung von frischem Wiesenfutter genutzt werden können, die sich nicht zur Beweidung eignen. Im Vergleich zu Stallfütterungssystemen mit konserviertem Futter hat das Eingrasen zudem den Vorteil, dass mit der Konservierung verbundene Verluste weitgehend entfallen. Im Vergleich zur Vollweide fallen die höheren Maschinen- und Arbeitskosten stark ins Gewicht (Gazzarin und Schick 2004), vor allem wegen der täglichen Bereitstellung des Futters.

Abgesehen von punktuellen Untersuchungen in Frankreich (Bretagne) (Losq *et al.* 2011) wurde bisher im europäischen Umfeld über die für die Schweiz typische Produktionsform des Eingrasens kaum systematisch Forschung betrieben. Im Rahmen eines mehrjährigen Systemvergleichs wurden deshalb unter der Leitung der Hochschule für Agrar- Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in Zollikofen und des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain (LU) von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Fütterung von frischem Wiesenfutter untersucht. Das System Eingrasen mit Teilweide - ergänzt mit unterschiedlichen Kraftfuttermengen - wurde der Vollweide mit saisonaler Blockabkalbung, die bereits unter Schweizer Bedingungen geprüft wurde, in einem Systemvergleich gegenübergestellt (Hofstetter *et al.* 2011).

Im vorliegenden Artikel werden Projektaufbau und Datengrundlage beschrieben. Daneben wird auf die Qualität des frischen Wiesenfutters beim Eingrasen im Vergleich zur Weide eingegangen. Weitere Artikel zu den Bereichen futterbauliche und tierische Leistungen, Betriebswirtschaft, Nachhaltigkeit und Wissenstransfer folgen.

Material und Methoden

Projektaufbau

Der Systemvergleich Hohenrain II wurde von 2014–2016 auf dem Gutsbetrieb des BBZN und gleichzeitig auf 38 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland durchgeführt (Abb. 1). Hauptziel des Projektes war die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen, mit deren Hilfe praxisgerechte Lösungen und Optimierungsmöglichkeiten für Betriebe mit Eingrasen und Teilweide entwickelt werden können.

Gutsbetrieb Hohenrain

Der Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain liegt leicht erhöht am Rande des Luzerner Seetals auf 620 m ü. M. Die mittelschweren (schwach humoser sandiger Lehm) und teilweise staunassen Böden mit meist südöstlicher Exposition sind genügend bis vorrätig mit Nährstoffen

Zusammenfassung

Im Systemvergleich Hohenrain II wurden drei Fütterungssysteme auf Basis von frischem Wiesenfutter miteinander verglichen. Dazu wurden von 2014–2016 die zwei Systeme Teilweide mit Eingrasen und reduzierter (EGKF) beziehungsweise erhöhter Kraftfuttermenge (EGKFplus) mit der Vollweide (VW) als Referenzsystem verglichen. Auf dem Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain in Luzern wurden drei Herden in je einem Fütterungssystem gehalten. Allen Herden stand dieselbe Futterfläche zur Verfügung. Auch 36 Pilotbetriebe aus dem Schweizer Mittelland beteiligten sich am Projekt und unterstützten über die Teilnahme an Arbeitskreisen die Praxisverknüpfung und den Wissenstransfer. Die höchsten Energiegehalte im Eingrasfutter wurden im Frühjahr erreicht. Diese sind mit den bekannten Tabellenwerten vergleichbar. Gegenüber den Kurzrasenweiden lagen die Gehalte bedeutend tiefer und waren insbesondere über die Sommermonate starken Schwankungen unterworfen. Dies wird auf das Nutzungsstadium und die sommerlichen Witterungseinflüsse zurückgeführt, welche die Verdaulichkeit des Wiesenfutters wesentlich beeinflussen. Analog zur Weide sollten deshalb Entscheidungshilfen entwickelt werden, welche die Praxis bei der Nutzung der Eingrasbestände im optimalen Stadium unterstützen.

versorgt und erbringen sehr gute Raufuttererträge. Gedüngt wurde nach GRUD-Normen (Richner und Sinaj 2017). Alle Flächen wurden im Frühjahr und nach Möglichkeit im Herbst mit jeweils ca. 30 m³ Rindervollgülle, teilweise gemischt mit Geflügelmist und Schweinegülle, gedüngt. Nach jeder Schnittnutzung folgte eine zusätzliche Gabe. Auf den Kurzrasenweiden wurde dagegen viermal jährlich, jeweils Ende Mai, Juni, Juli und August 27 kg N pro Hektare in Form von Ammonsalpeter ausgebracht. Im Mittel der drei Jahre wurde so auf den Mähwiesen 162 kg N und auf den Weiden 180 kg N pro Hektare und Jahr ausgebracht.

Die Jahresdurchschnittstemperatur lag in allen drei Versuchsjahren (2014: 10,8 °C; 2015: 10,8 °C, 2016: 10,0 °C) leicht über dem Mittel der letzten acht Jahre (10,0 °C). Auch die Niederschlagsmengen bewegten sich im Bereich des Mittels der letzten acht Jahre (1086 mm), wengleich das Jahr 2015 sich durch weniger Nieder-

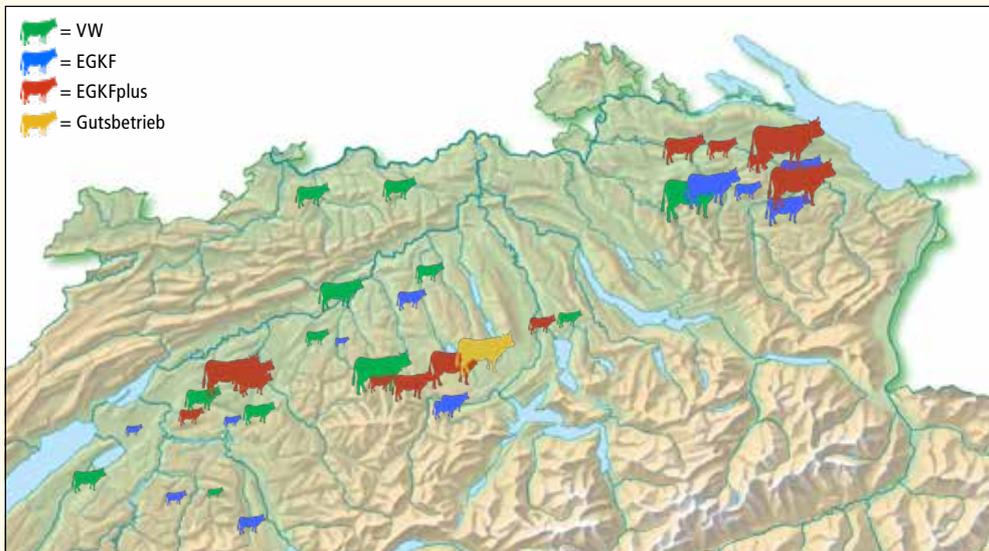


Abb. 1 | Geografische Lage der Pilotbetriebe im Projekt Hohenrain II.

EGKF: Teilweide mit Eingrasen und reduzierter Kraftfuttergabe; EGKFplus: Teilweide mit Eingrasen und erhöhter Kraftfuttergabe; VW: Vollweide

schlag kennzeichnete. Die saisonale Verteilung der Niederschläge unterschied sich zwischen den Jahren deutlich (Abb. 2).

Der gesamte Milchkuhbestand (durchschnittlich 70 Tiere) auf dem Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain wurde in drei Herden unterteilt (Tab. 1). In allen drei Herden wurden Kühe der Rassen Brown Swiss (BS) und Swiss Fleckvieh (SF) gehalten. In den beiden Herden mit Eingrasen, Teilweide und Kraftfutterergänzung (EGKF bzw. EGKFplus) wurden ausserdem Holstein-Friesian (HF) gehalten. In der Vollweideherde (VW) wurden die HF

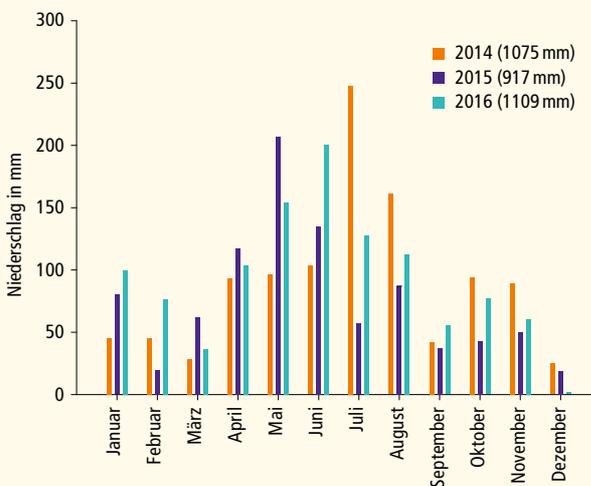


Abb. 2 | Monatliche Niederschlagssumme in Hohenrain in den Projektjahren 2014–2016. (Daten: Agrometeo.ch, Station Hohenrain)

durch Kiwi-Cross Kühe (KC) ersetzt. Dieser Kompromiss in der Versuchsanordnung («incomplete design») wurde zugunsten der Praxisrelevanz getroffen.

Die Futtermittel sollten möglichst auf der jeder Herde zugewiesenen Hauptfutterfläche (HFF) von 12 ha produziert werden. Ausnahme bildete dabei das Kraftfutter, welches von externen Flächen als Einzelkomponenten oder Mischfutter zugekauft wurde. Jeder der drei Herden wurden als Biodiversitätsförderflächen (BFF) 0,84 ha extensive Wiesen zur Erfüllung des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) zugewiesen.

Für die Vollweideherde wurde die gesamte restliche Fläche (11,16 ha) als Kurzrasenweiden genutzt, wobei es sich um Natur- respektive langjährige Kunstwiesen handelte.

Für die beiden Eingrasherden (EG-Herden) wurden je 1,0 ha als Silomais und 10,16 zur Weide- beziehungsweise Schnittnutzung genutzt. 7,03 ha galten als Kunst- und 3,13 ha als Naturwiesen. Während die Weideflächen der beiden Herden getrennt waren, wurden die Flächen unter Schnittnutzung gemeinsam bewirtschaftet. Um den mittleren TS-Verzehr je Herde und Tier des eingegrasteten Wiesenfutters zu schätzen, wurde jeweils viermal jährlich an drei aufeinanderfolgenden Tagen die Futtermenge je EG-Herde im Ladewagen gewogen.

Bei Futterüberschuss auf den Weideflächen wurden Flächen abgetrennt und das Futter konserviert. Für das konservierte Futter der VW-Herde stand ein separates Heulager zur Verfügung. Die EG-Herden nutzten das Heulager gemeinsam.

Tab. 1 | Charakterisierung der Versuchsherden im Mittel der Versuchsjahre 2014–2016 auf dem Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain.

| | Fütterungssystem | | |
|----------------------|---|--|---|
| | EGKF | EGKFplus | VW |
| Kraftfutter (kg/Kuh) | 181 | 856 | – |
| Sommerfütterung | Eingrasen und Tag- oder Nachtweide; Ausgleichsfütterung in der Startphase | Eingrasen und Tag- oder Nachtweide, Ausgleichsfütterung | Vollweide |
| Winterfütterung | Mais-/Grassilage, Dürrfutter und 0,5 kg PAF/Kuh und Tag | Mais-/Grassilage, Dürrfutter und 1,5 kg PAF; LF bis 5 kg/Kuh und Tag | Ökoheu (Galtzeit Dezember–Januar), Grassilage bis Weidebeginn |
| Anzahl Kühe (GVE) | 21,5 | 24,1 | 25,1 |
| Kuhrassen | BS, SF, HF | BS, SF, HF | BS, SF, KC |
| Abkalbung | Ganzjährig | Ganzjährig | Saisonal |

EGKF: Teilweide mit Eingrasen und reduzierter Kraftfuttergabe; EGKFplus: Teilweide mit Eingrasen und erhöhter Kraftfuttergabe; VW: Vollweide
PAF: Proteinausgleichsfutter; LF: Leistungsfutter; BS: Brown Swiss; SF: Swiss Fleckvieh; HF: Holstein-Friesian; KC: Kiwi-Cross Kühe

Pilotbetriebe

Die Betriebe wurden über Inserate rekrutiert oder zur Teilnahme am Projekt angefragt. Anhand eines Kriterienkataloges wurden 38 Pilotbetriebe ausgewählt (Tab. 2). Während der dreijährigen Versuchsdauer stiegen zwei Betriebe aus der Kategorie EGKF aus dem Projekt aus. Die restlichen 36 Pilotbetriebe lagen in den drei Regionen (West, Mitte, Ost) verteilt über das schweizerische Mittelland (Abb. 1).

Die beteiligten Pilotbetriebe entsprachen im Mittel gut den Projektvorgaben. Homogene Gruppen waren eine Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Betriebssysteme. Die Abgrenzung anhand der eingesetzten Menge Kraftfutter pro Kuh und Jahr war allerdings fließend. Die EGKFplus Betriebe produzierten ausschliesslich Käseeremilch, während von den beiden anderen Gruppen nur rund die Hälfte der Betriebe silofreie Milch produzierte (Tab. 2). In den beiden letzteren Gruppen waren je drei Bio-Betriebe vertreten, während die Gruppe EGKFplus ausnahmslos nach ÖLN-Richtlinien produzierte. Im Mittel hielten die EGKFplus Betriebe am meisten (49,7 GVE) und die EGKF Betriebe am wenigsten (35,6 GVE) Kühe.

Wissenstransfer

Die Pilotbetriebe aus den verschiedenen Regionen der Schweiz sollten den Wissensaustausch zwischen Forschung und Praxis ermöglichen. In Arbeitskreisen wurden unter der Leitung dreier kantonaler, landwirtschaftlicher Beratungsdienste (BBZ Arenenberg, INFORAMA BE und BBZN Hohenrain) die Ergebnisse aus dem Projekt und die Folgerungen für die Praxis laufend diskutiert. So konnten Interpretationen aus der Praxis in die Datenauswertung miteinbezogen werden. In mehreren Schlussveranstaltungen und Publikationen für unterschiedliches Zielpublikum wurden bzw. werden die Resultate

veröffentlicht. Sämtliche Publikationen stehen unter www.milchprojekt.ch zum Download bereit.

Qualität des Eingrasfutters im Vergleich zur Weide

Erhebungen zur Qualität des frischen Wiesenfutters wurden grösstenteils auf dem Gutsbetrieb Hohenrain durchgeführt. Die botanische Zusammensetzung der flächenmässig bedeutendsten Parzellen (n=13) wurde im Verlauf der Projektdauer insgesamt sieben Mal in regelmässigen Abständen nach Daget und Poissonet (1969) ermittelt. Zur Bestimmung der Trockensubstanz und der Rohnährstoffe des frischen Wiesenfutters wurden während der Vegetationsperiode alle zwei Wochen mit einer elektrischen Grasschere Proben des Weidegrases genommen. Dazu wurden Einzelproben zufällig über die Weidefläche verteilt entnommen, wobei die Weidehöhe der Tiere (ca. 5 cm) simuliert wurde. Die Proben des eingegrasteten Wiesenfutters wurden mit einem Silostecker nach Abladen des Wiesenfutters auf dem Futtertisch genommen.

Zur Bestimmung der Trockensubstanz wurden alle Proben 24 Stunden bei 105 °C getrocknet. Für die Analyse der Rohnährstoffe der Futterproben, wurden alle Proben bei 55 °C während 24 Stunden getrocknet und anschliessend im Labor von Agroscope in Posieux mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) untersucht. Die NEL-Werte wurden mittels Regressionen für ausgewogene raigrasbetonte Bestände (AR) mit den Parametern Rohproteingehalt (RP) und den in sauren Detergenzien unlöslichen Fasern (ADF) berechnet (Agroscope 2018). Es wurden keine Korrekturen nach erstem beziehungsweise folgenden Aufwüchsen vorgenommen.

Von sieben Pilotbetrieben mit Eingrasen wurden im Jahr 2016 regelmässig Frischgrasproben gesammelt und analysiert, um einen Überblick über die erzielte Qualität

beim Eingrasen in der Praxis zu erhalten. Dazu wurden die Betriebsleiter angehalten, wöchentlich eine repräsentative Frischgrasprobe im Stall zu entnehmen, zu wägen und sofort einzufrieren. Die Proben wurden Ende Saison eingesammelt und ebenfalls in Posieux nach oben beschriebenen Verfahren analysiert.

Resultate

Gutsbetrieb

Alle Parzellen konnten als ausgewogen und raigrasbetont (AR) charakterisiert werden. Die Kurzrasenweiden (mehrheitlich Naturwiesen) wiesen im Mittel 70 % Gräser, 21 % Leguminosen und 8 % Kräuter auf. Dabei dominierten Englisch Raigras (*Lolium perenne*) und Weissklee (*Trifolium repens*).

Bei den Eingrasflächen handelte es sich überwiegend um Kunstwiesen, was den erhöhten Leguminosenanteil erklären dürfte (60 % Gräser, 34 % Leguminosen und 6 % Kräuter). Neben Weissklee waren hier unterschiedlich hohe Anteile Rotklee (*Trifolium pratense*) vorhanden. Unter den Grasarten waren hier je nach Mischung weitere Arten vertreten, so insbesondere auch das Italienische Raigras (*Lolium multiflorum*).

Die Kurzrasenweiden aller drei Herden wiesen im Vergleich zu den Eingrasflächen im Jahresverlauf bedeutend höhere NEL-Gehalte auf (Abb. 4). Die Zielhöhe der Kurzrasenweiden betrug im Frühjahr 6–7 cm bzw. 7–8 cm im Sommer. Dies entspricht einem deutlich jün-

geren Nutzungsstadium im Vergleich zum Eingrasen. Die mittlere Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) lag beim Eingrasfutter deshalb auch niedriger als auf den Weideflächen. Im Mittel aller Schnitte lag das Nutzungsstadium beim Eingrasfutter bei 2,8 (2014 bei 2,9; 2015 bei 2,3; 2016 bei 3,0). Auffällig waren die Energiegehaltsunterschiede im Jahresverlauf. Wurden auf den Kurzrasenweiden konstant hohe Gehalte um 6,5 MJ NEL bei geringer Streuung gemessen, so schwankten die Energiedichten im Eingrasfutter im Jahresverlauf stark (Abb. 4). Im Mittel der drei Versuchsjahre war ein Verlauf festzustellen, welcher von hohen NEL-Gehalten im Frühling und Herbst gekennzeichnet war, während die Energiedichten ab Mai bis September stark sanken. Festzuhalten ist jedoch auch, dass durchaus auch in den Sommermonaten Eingrasproben mit hohen NEL-Gehalten gemessen wurden. Die Streuung war insbesondere in diesen Monaten äusserst ausgeprägt, was die Unterschiede zwischen den Versuchsjahren dokumentiert.

Pilotbetriebe

Die NEL-Gehalte des Eingrasfutters der sieben untersuchten Praxisbetriebe streuten stark (Abb. 5). Da die Betriebsleiter erst Mitte Mai 2016 mit der Probenahme begannen, konnte die im Frühjahr auf dem Gutsbetrieb erzielten hohen Energiedichten nicht dokumentiert werden. Zudem beschränken sich die Vergleiche auf das Jahr 2016. Der mittlere NEL-Gehalt der Pilotbetriebe lag über die Sommermonate leicht höher als auf dem Guts-



Abb. 3 | Neben der Teilweide wurde den beiden Eingrasherden auch Frischgras im Stall vorgelegt. (Bild: Franziska Akert)

betrieb, der Anstieg im Herbst verlief hingegen weitgehend parallel. Über die gesamte Messperiode waren auch hier bedeutende Gehaltsunterschiede sowohl auf, als auch zwischen den Pilotbetrieben zu verzeichnen. Dies äusserte sich in der konstant hohen Standardabweichung, welche sich im Herbst leicht verringerte.

Diskussion

Die Kurzrasenweiden lieferten durch die Nutzung in jungem Stadium konstant sehr hochwertiges Futter. Die NEL-Gehalte und die hohe vOS bestätigen die früheren Untersuchungen von (Hofstetter *et al.* 2011) am gleichen Standort. Dies kann auf den hohen Anteil an jungem Blattmaterial zurückgeführt werden.

Da die untersuchten Pflanzenbestände (ausgewogen und raigrasbetont, AR) durch einen hohen Grasanteil (50–70 %) gekennzeichnet sind, ist das Nutzungsstadium zum Erreichen eines hohen NEL-Gehaltes von entscheidender Bedeutung. Schubiger *et al.* (2001) stellten einen engen Zusammenhang zwischen Nutzungsstadium, Pflanzenalter und der Verdaulichkeit fest. Die Autoren fanden je nach Pflanzenart unterschiedliche Nutzungselastizitäten. Insbesondere die Verdaulichkeit der Gräser nimmt im ersten Aufwuchs mit zunehmendem Entwicklungsstadium rasch ab. Bedingt durch die spätere Nutzung und den damit verbundenen höheren Faseranteil weist Frischgras, das zur Verfütterung im Stall (Eingrasen) im Stadium 2 bis 3 geerntet wird, gegenüber einem

Tab. 2 | Charakterisierung der 36 Pilotbetriebe im Mittel der Versuchsjahre 2014–2016.

| | Fütterungssystem | | |
|--|------------------|----------|------|
| | EGKF | EGKFplus | VW |
| Kraftfuttereinsatz (kg/Kuh) | 420 | 1160 | 90 |
| Wiesenfutteranteil der Sommerfütterung (%) | 74 | 61 | 96 |
| Silo/Silofrei (n) | 6/5 | 0/13 | 7/5 |
| Laufstall/Anbindestall (n) | 9/2 | 13/0 | 10/2 |
| Produktionsform Bio (n) | 3 | – | 3 |
| ∅ Herdengrösse (Kühe) | 35,6 | 49,7 | 40,8 |
| ∅ Landw. Nutzfläche (ha) | 28,6 | 34,7 | 35,6 |
| ∅ RGVE pro ha | 1,41 | 1,55 | 1,41 |
| ∅ GVE pro ha | 1,82 | 2,20 | 1,52 |

RGVE: Raufuttermittelverzehrende Grossvieheinheiten, GVE: Grossvieheinheiten
 EGKF: Teilweide mit Eingrasen und reduzierter Kraftfuttermittelgabe
 EGKFplus: Teilweide mit Eingrasen und erhöhter Kraftfuttermittelgabe
 VW: Vollweide

jüngeren Bestand entsprechend tiefere NEL-Gehalte auf. Wird die Schnittnummer nicht berücksichtigt, sind gemäss Tabellenwerten (Agroscope 2016) im Grünfutter eines AR-Bestandes 6,2–6,4 MJ NEL/kg TS möglich (Stadium 2 bzw. 3).

Vergleichbare NEL-Gehalte konnten im vorliegenden Versuch für den ersten und den letzten Schnitt festgestellt werden. Im Verlaufe des Sommers sanken die mitt-

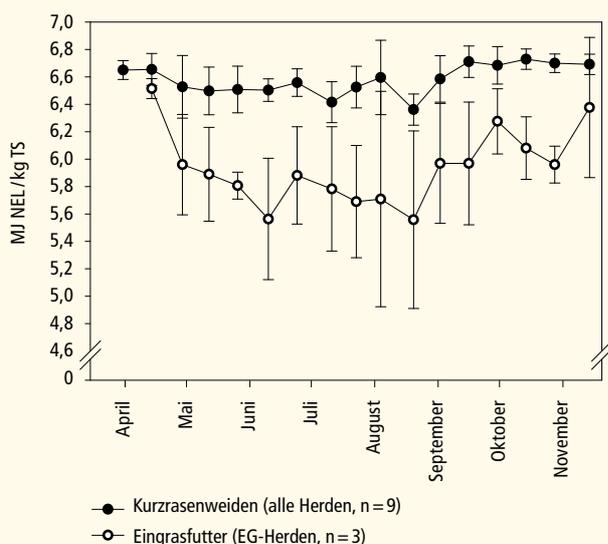


Abb. 4 | Vergleich des Energiedichten von Weidegras und Eingrasfutter der Jahre 2014–2016 auf dem Gutsbetrieb Hohenrain (Mittel und Standardabweichung; n=Anzahl Proben pro Messzeitpunkt).

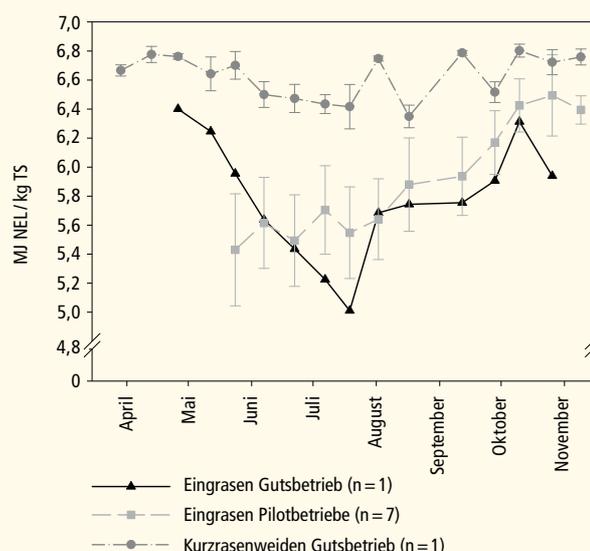


Abb. 5 | Verlauf des NEL-Gehaltes im frischen Wiesenfutter auf dem Gutsbetrieb Hohenrain sowie den sieben Pilotbetrieben im Jahr 2016 (Mittelwerte und Standardabweichung; n=Anzahl Proben pro Messzeitpunkt).

leren NEL-Gehalte, stiegen gegen Herbst jedoch wieder an. Der Einbruch während den Sommermonaten dürfte mindestens teilweise witterungsbedingt sein. Hohe Wachstumstemperaturen führen zu tieferer Verdaulichkeit (Thorvaldsson *et al.* 2007). Arrigo *et al.* (2017) schlagen entsprechend Korrekturen zur Nährwertschätzung für den ersten beziehungsweise die folgenden Aufwüchse vor. Diese Korrektur trägt den tieferen Gehalten über die Sommermonate Rechnung. Praxisrelevant für die Milchviehfütterung dürfte allerdings auch der Anstieg des NEL-Gehaltes im Spätsommer/Herbst sein. Ein Anstieg der Verdaulichkeit im vierten Schnitt wurde bereits von Schubiger *et al.* (2001) beschrieben. Die ausgeprägten Schwankungen in den NEL-Gehalten zwischen den Erhebungsjahren veranschaulichen die Herausforderung, Futter von gleichmässiger Qualität zu ernten. Der Vergleich zwischen dem Gutsbetrieb und den Pilotbetrieben zeigt, dass auch in der Praxis schwankende Gehalte Realität sind. Auch die Betriebe mit den höchsten Energiedichten lieferten einzelne Proben, die stark abfielen.

Der angestrebte Wissenstransfer zwischen Praxis und Forschung durch Einbezug von Pilotbetrieben hat zu praxisrelevanten Resultaten und vertiefter Diskussion derselben geführt. An den Schlussveranstaltungen

wurde die direkt geäusserte Betriebsleiterperspektive vom Publikum geschätzt. Insbesondere die Datenerfassung hat sich allerdings als anspruchsvoll und arbeitsintensiv erwiesen. Detaillierte Auswertungen, speziell über den Nutzen für die beteiligten Betriebe, sind noch im Gange.

Schlussfolgerungen

- Das System «Eingrasen» erlaubt die Verfütterung von frischem Wiesenfutter auch von hoffernen und für die Beweidung weniger geeigneter Parzellen.
- Eingegrastes Wiesenfutter weist im Vergleich zur Nutzung als Kurzrasenweide im Jahresmittel deutlich geringere und stärker schwankende Nährstoffgehalte auf.
- Insbesondere während den Sommermonaten sind die Qualitätsunterschiede deutlich ausgeprägt. Nebst der Nutzung der Eingrasbestände im optimalen Stadium ist den Qualitätsschwankungen besondere Beachtung zu schenken.
- Analog zur Weide sollten deshalb für die Praxis Entscheidungshilfen entwickelt werden, mit dem Ziel die Eingrasbestände im optimalen Stadium zu nutzen. ■

Literatur

- Agroscope, 2016. Schweizerische Futtermitteldatenbank. Zugang: <https://www.feedbase.ch> [06.02.2018].
- Agroscope, 2018. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch). Zugang: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html> [02.02.2017].
- Arrigo Y., Wyss U. & Schleger P., 2017. 13. Nährwerte des Raufutters. Excel-Dokument, 592 kB. Agroscope.
- Daget P. & Poissonet J., 1969. Analyse phytologique des prairies. Applications agronomiques, document n. 50. CNRC – cepes, Montpellier.
- Gazzarin C., Kohler M. & Flaten O., 2014. Milchbetriebe: Warum produziert die Schweiz teurer als Norwegen. *Agrarforschung Schweiz* 5 (6).
- Gazzarin C. & Schick M., 2004. Milchproduktionssysteme für die Talregion. Vergleich von Wirtschaftlichkeit und Arbeitsbelastung. FAT-Bericht Nr. 608. Tänikon.
- Haas T. & Hofstetter P., 2017. Milchproduktion: Verkaufte Milchmenge und Weideanteil beeinflussen den Arbeitsverdienst. *Agrarforschung Schweiz* 8 (9), 356–363.
- Hofstetter P., Frey H., Petermann R., Gut W., Herzog L. & Kunz P., 2011. Stallhaltung versus Weidehaltung - Futter, Leistungen und Effizienz. Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 402–411.
- Losq G., Lacour A., Trou G. & Portier B., 2011. Enquêtes dans 30 exploitations laitières bretonnes pratiquant l'affouragement en vert. *Rencontres Recherches Ruminants* 18, 140.
- Richner W. & Sinaj S. (Hrsg.), 2017. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017). Agroscope, 276 S.
- Schubiger F., Lehmann J., Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B. & Scehovic J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Verdaulichkeit. *Agrarforschung* 8 (9), 354–359.
- Thorvaldsson G., Tremblay G.F. & Tapani Kunelius H., 2007. The effects of growth temperature on digestibility and fibre concentration of seven temperate grass species. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* 57 (4), 322–328.

Riassunto**Sistemi a confronto Hohenrain II: Metodo sperimentale e qualità del foraggio verde**

In Svizzera molte aziende produttrici di latte fanno uso di sostanziali percentuali di foraggio verde nella razione alimentare. Obiettivo di questo progetto è stata la comparazione tra tre sistemi che si basano sull'alimentazione del bestiame con mangime verde fresco. A tale scopo, tra il 2014 e il 2016, i due sistemi a pascolo parziale con afforaggiamento di erba fresca e apporto di concentrati ridotto (EGKF) o maggiorato (EGKFplus) sono stati messi a confronto, assumendo il pascolo integrale (VW) come sistema di riferimento. Il presente articolo informa sul dispositivo dell'esperimento e sui primi risultati riguardanti il contenuto di energia del foraggio verde fresco. Nell'azienda agricola del centro di formazione professionale BBZN di Hohenrain (LU) il bestiame da latte (70 capi) è stato suddiviso in tre mandrie e inserito nei rispettivi sistemi di foraggiamento. Ad ogni mandria è stata messa a disposizione la stessa superficie di terreno per il pascolo o le colture foraggere (12 ha), mentre la media del numero di mucche e la quantità di mangime concentrato impiegato erano differenziate in base ai diversi sistemi. Anche 36 aziende agricole dell'altopiano svizzero hanno preso parte al progetto, sostenendo la messa in pratica e il trasferimento del sapere tramite la partecipazione a gruppi di lavoro. I tenori più alti di energia netta di lattazione (NEL) nel foraggio verde (MJ/kg SS) sono stati raggiunti in primavera, ed erano paragonabili ai valori delle tabelle di riferimento. I tenori sono risultati essere significativamente inferiori rispetto a quelli del pascolo ad erba corta e sono stati soggetti a forti oscillazioni soprattutto nei mesi estivi. Ciò è da ricondurre all'irregolare stadio di maturazione dell'erba al momento della raccolta e alle condizioni meteorologiche, che influenzano di molto la digeribilità del foraggio verde. Supporti decisionali alla pratica dell'afforaggiamento di erba fresca potrebbero contribuire a migliorare la situazione.

Summary**System comparison Hohenrain II: Project description and quality of fresh grass**

Partial grazing with indoor feeding of fresh grass is an important feeding system for Swiss dairy farms. From 2014 to 2016, three production systems – 'partial grazing with indoor feeding of fresh grass with reduced (EGKF, 418 kg) and increased concentrate supplementation (EGKFplus; 1161 kg) was compared with full-time grazing (FG) with reduced concentrate supplementation on 36 pilot farms in Switzerland. This article describes the set-up and initial results regarding the energy content of the fresh grass. The seventy-head dairy herd on the BBZN Hohenrain school farm in Lucerne was divided into three sub-herds, each of which was kept in one of the three feeding systems. While all three herds had the same amount of land at their disposal as pasture or fodder-growing land (12 ha), the average number of cows and the quantity of concentrate used differed according to the system. Thirty-six pilot farms in the Swiss Plateau were also involved in the project and gave support by participating in study groups focussing on linking practice and transferring knowledge. The highest NEL contents in grass fodder (MJ/kg DM) were measured in spring. These were comparable with reference values. However, compared to continuous grazing, the contents were significantly lower and, particularly during summer, were subject to strong fluctuations. This is a result of the irregular utilisation stage and the influence of summer weather conditions, both of which significantly impact the digestibility of grass fodder. Decision-making aids to support practitioners with forage harvesting could lead to improvements here.

Key words: herbage, grazing, indoor grass feeding, feeding fresh grass, dairy farming.

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter

Ueli Wyss¹, Patrick Schlegel¹, Hansjörg Frey² und Beat Reidy³

¹Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz

²Berufsbildungszentrum für Natur und Ernährung BBZN, 6276 Hohenrain, Schweiz

³Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

Auskünfte: Ueli Wyss, E-Mail: ueli.wyss@agroscope.admin.ch



Die meisten Mineralstoffe im Wiesenfutter deckten den Bedarf der Milchkuh ab. (Foto Franziska Akert, HAFL)

Einleitung

Weiden und/oder die Fütterung von frischem Gras im Stall (Eingrasen) sind in der Schweiz weit verbreitete Fütterungssysteme während der Vegetationsperiode. Dabei werden die hofnahen Flächen geweidet. Je nach Futterangebot wird die Ration im Stall mit eingegrastem Wiesenfutter von hoffernen Wiesen ergänzt. Gras enthält für das Tier essentielle Mineralstoffe, welche deren Bedarf, je nach Element unterschiedlich deckt. Doch eine ungenügende Versorgung mit Mineralstoffen kann zu Mangelerscheinungen führen (Suttle 2010). Der Mineralstoffgehalt im Gras kann durch zahlreiche

Faktoren beeinflusst werden (Klima- und Bodenverhältnisse sowie Bewirtschaftungsweise) unter anderem durch die botanische Zusammensetzung (Kessler und Jolidon 1998; Daccord *et al.* 2001; Schlegel *et al.* 2016), dem Erntetermin oder Nutzungsstadium (Daccord *et al.* 2001; Wyss und Kessler 2002; Schlegel *et al.* 2016), dem Aufwuchs (Daccord *et al.* 2001; Schlegel *et al.* 2016), der Region (Schlegel *et al.* 2017) wie auch der Weidesaison (Schlegel und Bracher 2012).

Für eine effiziente Versorgung mit Mineralstoffen sicherzustellen, sind somit zuverlässige Angaben über

die Mineralstoffgehalte des verfütterten Wiesenfutters eine wichtige Voraussetzung.

Im Projekt Hohenrain II wurden von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter verglichen: Vollweide ohne Kraftfutterergänzung und saisonaler Blockabkalbung (VW); Eingrasen mit Teilweide und Zufütterung von reduzierten (EGKF) und erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) (Ineichen *et al.* 2018).

In der vorliegenden Publikation werden speziell die Mineralstoffgehalte im Weidegras und im eingegrasteten Futter, der Vegetationsperioden 2014 und 2015, dargestellt.

Material und Methoden

Der Versuch wurde auf dem Gutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain (620 m ü. M.), Kanton Luzern, durchgeführt. Die detaillierten Angaben zu den drei Milchproduktionssystemen sind bei Ineichen *et al.* (2018) beschrieben. 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 (Weide Ø 121 dt Trockensubstanz (TS)/Jahr, Eingrasflächen Ø 136 dt TS/Jahr).

In den Jahren 2014 und 2015 wurden alle 14 Tage Futterproben auf den Weiden der drei Herden und vom eingegrasteten Futter im Stall entnommen. Während die Weideflächen der beiden Eingrasherden getrennt waren, wurden die Flächen unter Schnittnutzung gemeinsam bewirtschaftet. Die Proben wurden getrocknet und auf 1 mm (Brabender, Duisburg, Deutschland) gemahlen.

Nach der Veraschung wurden die Mengen- und Spurenelemente Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn) und Zink (Zn) mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES, Optima 7300 DV Perkin-Elmer, Schwerzenbach, Schweiz) analysiert.

Für die Auswertung wurden die Daten der Vollweide, der beiden Teilweiden und dem Eingrasfutter verglichen. Um den Einfluss des Vegetationsverlaufs zu untersuchen, wurden die Daten nach Monat gruppiert. Die statistische Auswertung erfolgte mit einer Varianzanalyse (SYSTAT 13, Systat Software GmbH, Erkrath, Deutschland), wobei die Faktoren Verfahren (Eingrasen, Vollweide und Teilweide) und Monat untersucht wurden. Bei signifikanten Effekten ($P < 0,05$) wurden die Werte mittels Bonferroni-Test verglichen.

Zusammenfassung

Vollweide oder Eingrasen mit Teilweide sind in der Schweiz weit verbreitete Fütterungssysteme. Im Projekt Systemvergleich Hohenrain II wurden während drei Jahren ein Vollweidesystem (VW) und zwei Teilweideverfahren – ergänzt mit der Verfütterung von frischem Gras im Stall und zwei unterschiedlichen Kraftfutterergänzungen (EGKF und EGKFplus) – verglichen. In den Jahren 2014 und 2015 wurden vom Weidegras und vom eingegrasteten Futter während der ganzen Vegetationsperiode regelmäßig Proben genommen und die Mineralstoffgehalte Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn) und Zink (Zn) untersucht. Das Weidegras wies tiefere Ca und höhere P, K, Cu und Zn-Gehalte als das eingegraste Futter auf. Dies ist vor allem auf das tiefere Entwicklungsstadium des Weidefutters zurückzuführen. Abgesehen vom Na-Gehalt variierten die Mineralstoffgehalte im Laufe der Vegetationsperiode beim Weidegras sowie beim eingegrasteten Gras. Die Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter würden den Bedarf einer Milchkuh bis zu einer Milchleistung von 30 kg pro Tag an Ca, P, K, Cu, Fe und Mn decken. Hingegen ist dies für Mg, Na und Zn nicht der Fall sein.

Resultate und Diskussion

Mineralstoffe nach Systemen und Monat

Im Vergleich mit eingegrastem Futter, welches einen tieferen Anteil an Gräsern (60 %), hauptsächlich Raigras, und Kräutern (6 %), jedoch einen höheren Anteil an Leguminosen (34 %) aufwies, beinhaltete Weidegras 70 % Gräser, 9 % Kräuter und 21 % Leguminosen (Ineichen *et al.* 2018). Alle Futter wurden als ausgewogen raigrasbetont (Typ Ar) eingestuft. Das eingegraste Futter wies zudem ein höheres Nutzungsstadium ($\bar{O} 2,7 \pm 0,5$) als das Weidegras ($\bar{O} 1,8 \pm 0,4$) auf. Die Rohproteingehalte waren mit 247 g/kg TS (Vollweide) beziehungsweise 233 g/kg TS (Teilweide) entsprechend höher und die Rohfasergehalte mit 178 g/kg TS (Vollweide) beziehungsweise 183 g/kg TS (Teilweide) tiefer im Vergleich zum eingegrasteten Futter mit 179 g Rohprotein pro kg TS und 222 g Rohfaser pro kg TS.

Tab. 1 | Nutzungsstadium, Rohaschegehalte und Mengenelemente in Abhängigkeit der Verfahren und dem monatlichen Verlauf

| | Nutzungsstadium | Rohasche | Ca | P | Mg | K | Na |
|----------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------|
| | | g/kg TS | g/kg TS | g/kg TS | g/kg TS | g/kg TS | g/kg TS |
| N | 132 | 132 | 132 | 132 | 125 | 132 | 125 |
| Eingrasen | 2,7 ^y | 113 | 9,6 ^z | 4,0 ^x | 2,2 | 33,4 ^x | 0,4 |
| Vollweide | 1,8 ^x | 112 | 6,2 ^x | 4,8 ^z | 2,1 | 38,1 ^z | 0,3 |
| Teilweide | 1,8 ^x | 108 | 7,1 ^y | 4,5 ^y | 2,2 | 35,7 ^y | 0,4 |
| April | 1,7 ^a | 97 ^a | 5,5 ^a | 4,1 ^a | 1,6 ^a | 34,4 ^{ab} | 0,3 |
| Mai | 2,3 ^b | 100 ^{ab} | 5,8 ^{ab} | 4,0 ^a | 1,7 ^{ab} | 33,9 ^{ab} | 0,4 |
| Juni | 2,3 ^b | 103 ^{abc} | 7,8 ^{bc} | 4,0 ^a | 2,0 ^b | 34,6 ^{ab} | 0,3 |
| Juli | 2,2 ^{ab} | 102 ^{abc} | 9,8 ^c | 4,2 ^{ab} | 2,4 ^{bc} | 32,3 ^a | 0,3 |
| August | 2,2 ^{ab} | 116 ^{cd} | 9,8 ^c | 4,5 ^{bc} | 2,4 ^c | 35,0 ^{abc} | 0,3 |
| September | 2,2 ^b | 114 ^{bcd} | 8,8 ^c | 4,6 ^c | 2,4 ^c | 38,5 ^c | 0,4 |
| Oktober | 1,9 ^{ab} | 133 ^e | 7,1 ^b | 4,9 ^c | 2,3 ^{bc} | 38,5 ^c | 0,4 |
| November | 2,0 ^{ab} | 127 ^{de} | 5,7 ^{ab} | 5,1 ^c | 2,1 ^{bc} | 38,7 ^{bc} | 0,5 |
| RMSE | 0,4 | 13 | 1,4 | 0,4 | 0,3 | 3,3 | 0,2 |
| P-Werte | | | | | | | |
| Verfahren (V) | <0,001 | n.s. | <0,001 | <0,001 | n.s. | <0,001 | n.s. |
| Monat (M) | 0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | n.s. |
| V × M | n.s. | <0,01 | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

TS: Trockensubstanz; RMSE: Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers
n.s.: nicht signifikant (P > 0,05)

Tab. 2 | Gehalte an Spurenelementen in Abhängigkeit der Verfahren und dem monatlichen Verlauf

| | Cu | Fe | Mn | Zn |
|----------------|----------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | mg/kg TS | mg/kg TS | mg/kg TS | mg/kg TS |
| N | 125 | 132 | 125 | 125 |
| Eingrasen | 10,5 ^x | 428 | 54 | 27 ^x |
| Vollweide | 11,8 ^y | 336 | 57 | 35 ^y |
| Teilweide | 11,3 ^{xy} | 347 | 52 | 34 ^y |
| April | 11,1 ^{abcd} | 280 ^a | 44 ^a | 30 ^{ab} |
| Mai | 10,1 ^{abc} | 357 ^a | 67 ^d | 29 ^{ab} |
| Juni | 10,0 ^{ab} | 177 ^a | 49 ^{ab} | 28 ^a |
| Juli | 11,8 ^{bcd} | 190 ^a | 48 ^{ab} | 32 ^{ab} |
| August | 13,2 ^e | 375 ^a | 63 ^{cd} | 37 ^b |
| September | 12,7 ^{de} | 229 ^a | 50 ^{abc} | 34 ^{ab} |
| Oktober | 11,8 ^{cde} | 783 ^b | 60 ^{bcd} | 34 ^{ab} |
| November | 9,0 ^a | 575 ^{ab} | 54 ^{bcd} | 30 ^{ab} |
| RMSE | 1,5 | 283 | 12 | 7 |
| P-Werte | | | | |
| Verfahren (V) | 0,01 | n.s. | n.s. | <0,001 |
| Monat (M) | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,02 |
| V × M | n.s. | <0,01 | n.s. | n.s. |

TS: Trockensubstanz; RMSE: Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers
n.s.: nicht signifikant (P > 0,05)

Der Rohaschegehalt war zwischen den verschiedenen Verfahren vergleichbar ($P=0,21$) (Tab. 1). Doch vom Frühling zum Herbst nahmen die Werte zu ($P < 0,001$). Das Weidegras wies während der gesamten Vegetationsperiode tiefere Ca und höhere P, K, Cu und Zn-Gehalte auf als das eingegraste Futter ($P < 0,001$); (Tab. 1 und Tab. 2). Dies kann teilweise durch das unterschiedliche Nutzungsstadium des Futters erklärt werden. Nach Schlegel *et al.* (2016) nehmen mit zunehmendem Nutzungsstadium P, K, Cu, und Zn ab. Calcium bleibt hingegen konstant. Gemäss Daccord *et al.* (2001) weisen die Leguminosen und die Kräuter im Vergleich zu den Gräsern deutlich höhere Ca-Gehalte auf. Der höhere Ca-Gehalt im Eingrasfutter im vorliegenden Versuch kann deshalb wohl durch den höheren Leguminosenanteil erklärt werden.

Abgesehen vom Na-Gehalt ($P=0,31$) veränderten sich die Mineralstoffgehalte im Laufe der Vegetationsperiode. Die Ca-, Mg- und Cu-Gehalte stiegen vom Frühling bis zum Sommer an und nahmen dann im Herbst wieder leicht ab. Beim Mn gab es im Mai erhöhte Werte. Die K- und Fe-Gehalte stiegen im Herbst stark an. Für die untersuchten Mineralstoffe konnten im Vergleich zu Weidegras aus Posieux und Sorens, Kanton Freiburg

(Schlegel und Bracher 2012) ähnliche monatliche Verläufe festgestellt werden.

Eisen ist im Erdboden meist reichlich vorhanden. Die Variation und vor allem die Erhöhung des Fe-Gehaltes ist sehr wahrscheinlich mit Erdverunreinigungen verbunden, die vor allem im Herbst bei nasser Witterung auftreten. Die erdigen Verunreinigungen werden bei der Analyse mit dem Rohaschegehalt erfasst. Zwischen dem Rohaschegehalt und dem Fe-Gehalt gibt es eine hohe Korrelation ($R^2=0,72$, Abb. 1). Betrachtet man nur das eingegraste Futter, dann ist die Korrelation noch höher ($R^2=0,83$). Dass zwischen dem Rohaschegehalt und dem Fe-Gehalt eine hohe Korrelation besteht, zeigen auch Ergebnisse von Resch *et al.* (2014).

Mineralstoff-Versorgung mit Wiesenfutter

Vergleicht man die Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter mit den aktuellen Empfehlungen für die Mineralstoffversorgung (Agroscope 2018) einer Milchkuh mit einer täglichen Leistung von 20 bis 30 kg Milch (Tab. 3), so wird mit dem Wiesenfutter (Weide oder Eingrasen) der Bedarf an Ca, P, K, Cu, Fe und Mn gedeckt. Hingegen sollten die Mineralstoffe Mg, Na und Zn ergänzt werden. In den meisten Mineralstoffmischungen zur Ergänzung

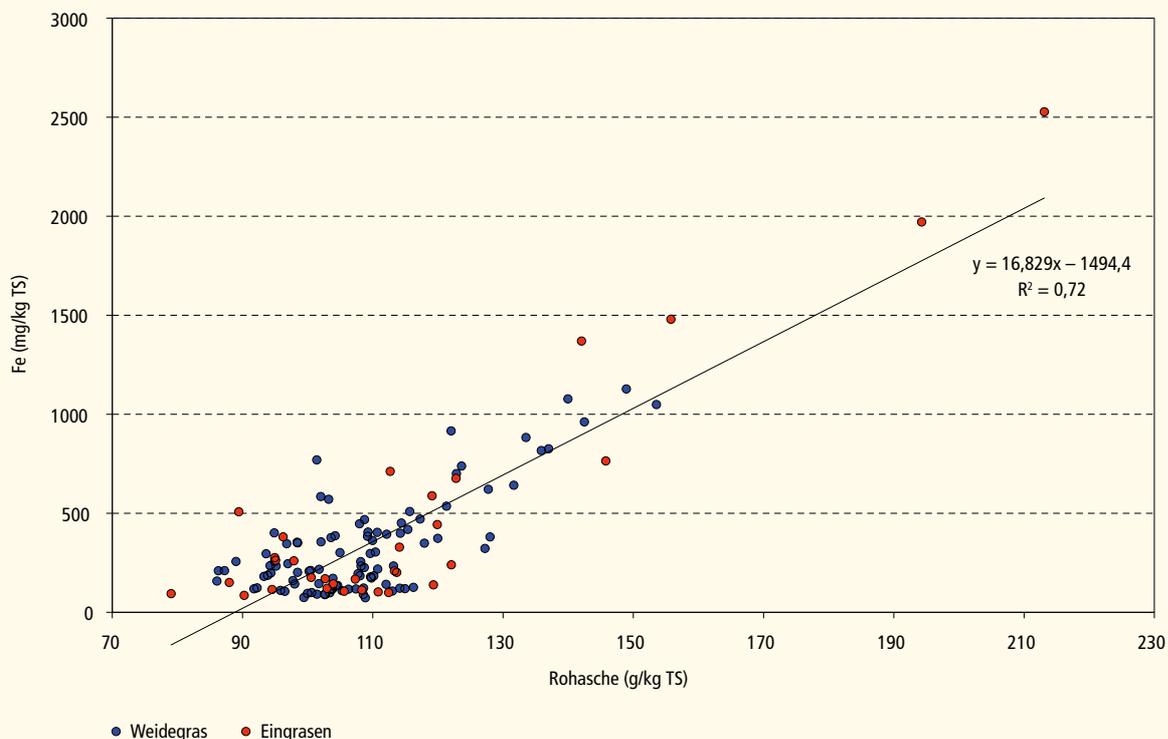


Abb. 1 | Zusammenhang zwischen Rohasche- und Eisengehalt.

der Weide ist P enthalten. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse könnte jedoch auf eine P-Ergänzung bei Vollweide oder Teilweide mit Eingrasen verzichtet werden, um einen nachhaltigeren Umgang mit diesem Element zu fördern. Nach einer Untersuchung in der Romandie und im Tessin wurde der P-Gehalt eines definierten Wiesentyps weder durch die Region noch durch die Höhenlage beeinflusst (Schlegel *et al.* 2017).

Schlussfolgerungen

Die analysierten Mineralstoffe im Wiesenfutter decken sich mit den Angaben, die in der Schweiz als Normwerte (Agroscope 2017) verwendet werden.

Die gefundenen Unterschiede zwischen den Weiden und dem eingegrasteten Futter, sind vor allem auf das unterschiedliche Nutzungsstadium des Futters zurückzuführen.

Mit der Verfütterung von diesem Wiesenfutter wurde die Fütterungsempfehlung der Milchkuh (Agroscope 2018) an Ca, P, K, Cu, Fe und Mn gedeckt. Hingegen müsste Mg, Na und Zn zugefüttert werden. ■

Tab. 3 | Empfohlenes Angebot an Mineralstoffen¹

| Verfahren | | Vollweide ohne Kraftfutter (VW) | Eingrasen und Teilweide mit 180 kg Kraftfutter pro Jahr (EGKF) | Eingrasen und Teilweide mit 850 kg Kraftfutter pro Jahr (EGKFplus) |
|----------------|-----------|---------------------------------|--|--|
| Milch | kg/Tag | 18 | 22 | 25 |
| Lebendgewicht | kg | 560 | 650 | 650 |
| Verzehr Ration | kg TS/Tag | 16,0 | 18,3 | 18,5 |
| Ca | g/kg TS | 6,1 | 6,4 | 6,5 |
| P | g/kg TS | 2,9 | 3,0 | 3,2 |
| Mg | g/kg TS | 3,2 | 3,2 | 2,7 |
| K | g/kg TS | 7,8 | 8,0 | 8,2 |
| Na | g/kg TS | 1,4 | 1,4 | 1,5 |
| Cu | mg/kg TS | 10 | 10 | 10 |
| Fe | mg/kg TS | 40 | 40 | 40 |
| Mn | mg/kg TS | 40 | 40 | 40 |
| Zn | mg/kg TS | 50 | 50 | 50 |

¹Annahmen: in Verfahren Vollweide, Eingrasen und Teilweide, Eingrasen und Teilweide mit hohem Kraftfutтереinsatz: 35, 35 und 30 g K/kg TS der Ration; Anteil Kraftfutter in der Ration: <10%, <10%, 10–25%

Riassunto**Systemi a confronto Hohenrain II: tenore di minerali nel foraggio da pascolo**

Il pascolo integrale o il pascolo parziale con afforaggiamento di erba fresca in stalla sono sistemi di foraggiamento molto diffusi in Svizzera. Il progetto «Systemi a confronto Hohenrain II» è stato condotto durante tre anni per confrontare un sistema di pascolo integrale con due sistemi di pascolo parziale con afforaggiamento di erba fresca in stalla e apporti di concentrati ridotto e maggiorato. Nel 2014 e nel 2015 sono stati regolarmente prelevati campioni di erba da pascolo e di erba fresca durante tutto il periodo vegetativo e sono stati analizzati i minerali calcio (Ca), fosforo (P), magnesio (Mg), potassio (K), sodio (Na), rame (Cu), ferro (Fe), manganese (Mn) e zinco (Zn). L'erba da pascolo attestò valori decisamente più bassi di Ca e più alti di P, K, Cu e Zn rispetto all'erba fresca afforaggiata in stalla. Ciò è da ricondurre soprattutto ai diversi stadi di sviluppo del foraggio. Per il tenore di Mg non sono state osservate differenze significative. A parte il tenore di Na, vi è stata una variazione significativa dei minerali nel corso del periodo di vegetazione, sia per l'erba da pascolo che per l'erba fresca afforaggiata. Con l'alimentazione tramite erba da pascolo, possono essere coperte le necessità in minerali Ca, P, K, Cu, Fe e Mn di una vacca da latte con una prestazione in termini di latte di 30 kg al giorno. Per quanto concerne i minerali Mg, Na e Zn invece non è il caso.

Literatur

- Agroscope, 2017. Nährwert des Raufutters. Zugang: www.agroscope.admin.ch [13.09.2017].
- Agroscope, 2018. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer. Zugang: www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html, [06.02.2018].
- Daccord R., Arrigo Y., Kessler J., Jeangros B., Sehovic J., Schubiger F.-X. & Lehmann J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Ca, P, Mg und K. *Agrarforschung* 8 (7), 264–269.
- Ineichen S., Akert F., Frey H., Wyss U., Hofstetter P., Schmid H. & Reidy B., 2018. Systemvergleich Hohenrain II: Versuchsbeschreibung und Qualität des frischen Wiesenfutters. *Agrarforschung Schweiz* 9 (4) 112–119.
- Kessler, J. & Jolidon, V., 1998. N-Düngung und Mineralstoffgehalt von Wiesenfutter. *Agrarforschung* 5 (3), 117–120.
- Resch R., Wiedner G., Buchgraber K., Kaufmann J. & Pötsch E., 2013. Bedeutung des Eisengehaltes als Indikator für die Futterverschmutzung von Grünlandfuttermitteln. ALVA-Jahresbericht 2013, 86–88.

Summary**System comparison Hohenrain II: Mineral content of herbage**

Full grazing or indoor feeding of fresh herbage and partial grazing are common feeding systems for dairy cows in Switzerland. Project Hohenrain II investigated a comparison of three different grassland-based milk production systems, a partial grazing with indoor feeding of fresh grass with reduced and increased concentrate supplementation was compared with the full grazing system with seasonal calving and no concentrate supplementation during three years. In the years 2014 and 2015, herbage from pastures and for fresh indoor feeding were regularly taken during the growing periods and the minerals calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K), sodium (Na), copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn) and zinc (Zn) were analysed. Herbage from pastures had significantly lower Ca and higher P, K, Cu and Zn contents than herbage for fresh indoor feeding. This is mainly due to the different stages of development of the herbage. No significant differences were determined in the Mg content. Apart from the sodium content, the mineral contents varied significantly in the herbage during the growing periods. With the feeding of herbage, the needs of a dairy cow up to a milk yield of 30 kg per day could be covered by Ca, P, K, Cu, Fe and Mn. On the other hand, this was not the case for Mg, Na and Zn.

Key words: Herbage, grazing, indoor feeding, mineral content.

- Schlegel P. & Bracher A., 2012. Evolution de la teneur en minéraux de pâturages intensifs. *ETH Schriftenreihe zur Tierernährung* 35, 194–197.
- Schlegel P., Wyss U., Arrigo Y. & Hess H.D., 2016. Mineral concentrations of fresh herbage from mixed grassland as influenced by botanical composition, harvest time and growth stage. *Animal Feed Science and Technology* 219, 226–233.
- Schlegel P., Amaudruz M. & Python P., 2017. Mineralstoffgehalt im Wiesenfutter in Abhängigkeit der Region und der Höhenlage. *Agrarforschung Schweiz* 8 (2), 56–61.
- Suttle N.F., 2010. Mineral Nutrition of Livestock. CABI, Oxfordshire, United Kingdom.
- Wyss, U. & Kessler, J., 2002. Bewirtschaftung beeinflusst Mineralstoffe im Gras. *Agrarforschung* 9 (7), 292–297.

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Tierische Leistungen aus frischem Wiesenfutter

Esther Mulser¹, Sebastian Ineichen¹, Michael Sutter¹, Pius Hofstetter² und Stefan Probst¹

¹Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

²Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN Schüpfheim/Hohenrain, 6170 Schüpfheim, Schweiz

Auskünfte: Stefan Probst, E-Mail: stefan.probst@bfh.ch



Mit viel frischem Wiesenfutter in der Ration ist eine erfolgreiche Milchproduktion möglich. (Foto: Franziska Akert)

Einleitung

Der Graslandanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist in der Schweiz im Vergleich zu anderen europäischen Ländern sehr hoch (Reidy und Ineichen 2015). Das 2014 in Kraft getretene staatliche Anreizsystem für eine graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion (GMF) (Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft 2013; SR 910.13) fördert einen hohen Wiesenfutteranteil in der Ration von Schweizer Milchkühen. Um Futtermittelverluste zu vermeiden und Konservierungskosten einsparen zu können, hat neben Heu und Grassilage auch das frische Wiesenfutter eine hohe Bedeutung in der Milchviehfütterung. Zudem zeichnet sich das Wiesenfutter vor allem im jungen Stadium durch leicht verdauliche Nährstoffe und einen hohen Rohproteingehalt aus (Jans *et al.* 2015; Kirchgessner *et al.* 2014). Aufgrund topografischer und struktureller Einschränkungen erscheint ein Fütterungssystem mit Teilweide und Zufütterung von Wiesenfutter im Stall (Eingrasen)

sinnvoll. Dies hat den Vorteil, dass auch nicht arrondierte Flächen im Sommer zur Produktion von frischem Wiesenfutter genutzt werden können.

Der Vergleich von drei wiesenfutterbetonten Milchproduktionssystemen in der Schweiz wurde von 2014 bis 2016 durchgeführt. Unterschieden wurden die Systeme EGKF (Eingrasen mit Teilweide und wenig Kraftfuttergabe), EGKFplus (Eingrasen mit Teilweide und erhöhter Kraftfuttergabe) und VW (Vollweide mit saisonaler Blockabkalbung und geringer Kraftfuttergabe). Während der dreijährigen Versuchsdauer wurden Daten auf 36 Pilotbetrieben aus dem Schweizer Mittelland erhoben. Durch die Mitarbeit der Pilotbetriebe in drei überregionalen Arbeitskreisen wurde der Wissensaustausch zwischen Forschung und Praxis sichergestellt.

Hauptziel des Projektes war die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen, mit deren Hilfe praxisgerechte Lösungen und Optimierungsmöglichkeiten für Eingrasbetriebe mit Teilweide entwickelt werden konnten (siehe auch Erfolgreich mit Milch aus Gras – Systemvergleich Hohenrain II, Qualität des frischen Wiesenfutters, Ineichen *et al.* 2018 in dieser Ausgabe).

Im Projekt wurden Daten aus den verschiedenen Fachgebieten erhoben. Im Bereich Tierhaltung standen folgende Versuchsfragen im Zentrum:

- Welche Leistungen an Milch und deren Inhaltsstoffen können mit einem hohen Anteil an frischem Wiesenfutter erbracht werden?
- Wie effizient sind Tiere mit einem hohen Anteil an frischem Wiesenfutter bezogen auf den Energiebedarf und den Kraftfutterverbrauch?
- Hat das Fütterungssystem Einfluss auf die Fruchtbarkeit?

Material und Methoden

Pilotbetriebe

Die Pilotbetriebe wurden über Ausschreibungen in der landwirtschaftlichen Presse und über die lokalen Bera-

tungsdienste rekrutiert. Zur Einteilung in die jeweiligen Systeme (EGKF, EGKFplus bzw. VW) wurden die Fütterungsmethode, der Anteil der Energiedeckung durch frisches Wiesenfutter (Eingrasen oder Weide) in der Ration und die Höhe der Kraftfuttermenge pro Kuh und Jahr berücksichtigt. Bei den Eingrasbetrieben wurden im Sommerhalbjahr zwei Drittel und bei den VW-Betrieben 100 % an frischem Wiesenfutter in der Ration angestrebt. Die Richtwerte der Kraftfuttermengen betrugen bei EGKF maximal 500 kg, bei EGKFplus zwischen 800–1200 kg und bei VW maximal 300 kg pro Kuh und Jahr. Zudem waren Frontmäherwerk, Melkstand oder automatisches Melksystem erwünscht und die Buchhaltung musste vorhanden und einsehbar sein. Insgesamt waren in der Gruppe EGKF 11 (Region: 3 × West, 4 × Mitte, 4 × Ost), in der Gruppe EGKFplus 13 (Region: 4 × West, 4 × Mitte, 5 × Ost) und in der Gruppe VW 12 Pilotbetriebe (Region: 5 × West, 6 × Mitte, 1 × Ost) vertreten.

Milchleistungsdaten

Als Datengrundlage für die Auswertung der Milchleistungen und Milchinhaltsstoffe dienten die Milchleistungsprüfungsdaten der Verbände Braunvieh Schweiz, Holstein Switzerland und Swissherdbook. Diese wurden elfmal pro Jahr von den Zuchtverbänden auf den Betrieben durchgeführt. Als Grundlage für die Berechnungen wurde aus den Einzeltierdaten der Zuchtverbände pro Monat und Betrieb eine mittlere, für den Betrieb repräsentative, Herdenkuh berechnet. Basierend auf dieser mittleren Herdenkuh und der Anzahl laktierender Milchkühe pro Monat wurden die Milchmenge pro Jahr und Kuh, sowie die mittleren Gehalts-, Zellzahl- und Harnstoffwerte berechnet. Es wurden somit alle Milchkühe, welche bei der jeweiligen Milchleistungsprüfung auf dem Betrieb waren, in die Auswertung integriert. Fehlende Einzeltierwerte von Fett- und Proteingehalten sowie Werte <2 oder >8 % beziehungsweise <2 oder >6 %, wurden mit den Standardwerten 4,0 beziehungsweise 3,2 % ersetzt. Die Umrechnung der erhobenen Milchmengen in ECM (energiekorrigierte Milch) erfolgte gemäss Jans *et al.* (2015).

Fruchtbarkeit

Für die Berechnung der Fruchtbarkeitskennzahlen wurden alle bei den Zuchtverbänden vorhandenen Daten bis zum Januar 2017 berücksichtigt. Die Auswertung und das Modell basieren auf Einzeltierwerten. Ausgewertet wurde die Anzahl Tage der Rastzeit und der Serviceperiode. Daten unter 21 Tage wurden nicht berücksichtigt. Für die Analyse der Serviceperiode wurden nur die Daten der Jahre 2014 und 2015 verwendet, da zurzeit

Zusammenfassung

Eingrasen (Zufütterung von frischem Wiesenfutter im Stall) hat in der Schweizer Milchproduktion einen hohen Stellenwert. Von 2014 bis 2016 wurden drei Produktionssysteme «Eingrasen mit durchschnittlich 418 kg Kraftfutter» (EGKF), «Eingrasen mit durchschnittlich 1161 kg Kraftfutter» (EGKFplus) und das System «Vollweide mit durchschnittlich 93 kg Kraftfutter» (VW) auf 36 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland untersucht und verglichen. Die EGKF-Betriebe erreichten durchschnittlich 7218 kg energiekorrigierte Milch (ECM), diejenigen der EGKFplus 8457 kg ECM und die VW-Betriebe 6268 kg ECM pro Kuh und Jahr. Bei vergleichbaren Tagesmilchleistungen war die Höhe des Kraftfuttereinsatzes zwischen den drei Produktionssystemen sehr unterschiedlich. Die EGKF- und EGKFplus-Betriebe produzierten pro kg eingesetztem Kraftfutter 1,0 kg mehr ECM. EGKFplus-Betriebe waren hinsichtlich der Energieverwertung mit 2,15 kg ECM pro 10 MJ Nettoenergie Laktation (NEL) effizienter als die anderen Systeme (EGKF: 2,00; VW: 1,90). Bei den Milchinhaltsstoffen und den Fruchtbarkeitskennzahlen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Systemen. Mit hohen Rationsanteilen an frischem Wiesenfutter sind hohe Milchleistungen mit einem im schweizerischen Vergleich moderaten Kraftfuttereinsatz möglich.

der Auswertungen der Datensatz 2016, aufgrund der nicht zu berücksichtigenden Besamungen von 2017, unvollständig war.

Fütterung

Auf den Pilotbetrieben wurden jährlich sowohl die Sommer- als auch die Winterrationen und die Mengen an zugekauften Futtermitteln erhoben. Zur Sommerration wurden die Tage, an denen frisches Wiesenfutter verabreicht wurde, gezählt. Die Dauer der Sommer- und Winterfütterung wurde pro Betrieb und Jahr berechnet. Die Sommer- und Winterrationen wurden für Kühe in der Startphase (40. Laktationstag) und in der Produktionsphase (150. Laktationstag) aufgenommen. Da sich die Kühe des VW-Systems während der Winterration vorwiegend in der frühen Startphase befanden, wurde für diese Gruppe der 20. Laktationstag als Standard

für die Startphasenration verwendet. Zur Errechnung einer betriebstypischen Sommer- bzw. Winterration der laktierenden Kühe wurde die Startphasenration zu einem Drittel und die Produktionsphasenration zu zwei Dritteln gewichtet. Der Gesamtenergiebedarf addierte sich aus dem Erhaltungs- und dem Leistungsbedarf nach den Formeln von Jans *et al.* (2015). Die Basis für den Erhaltungsbedarf war das durchschnittliche Tiergewicht des jeweiligen Betriebs. Zur Ermittlung der Tiergewichte wurden im Herbst 2014 alle laktierenden Kühe (n=1428) einmalig mit einer Tierwaage der Firma Grüter gewogen (Modell EC2000, 0,5kg Auflösung). Der energetische Leistungsbedarf wurde mit der durchschnittlichen Milchleistung pro Kuh und Monat der Wägung berechnet.

Alle verwendeten Futtermittel wurden in die Kategorien «frisches Wiesenfutter», «anderes Raufutter», «Saffutter» oder «Krafftutter» eingeteilt. Treber und getrocknete Zuckerrübenschnitzel galten als Saffutter. Als Krafftutter wurden in dieser Untersuchung alle Handelsfutter sowie Maiskolbenschrot und -silage (ohne Maisganzpflanzenprodukte), nicht jedoch Mineralstoffe, berücksichtigt. Im Herbst vor Beginn des jeweiligen Projektjahres wurden die betriebseigenen konservierten Wiesenfutter und Maissilagen analysiert. Für die

Gehalte der restlichen Futtermittel wurden Angaben der Hersteller und Standardwerte der Schweizerischen Futtermitteldatenbank (Agroscope 2017) verwendet.

Statistische Auswertung

Die statistischen Auswertungen wurden mit dem Package «Lme4» (Bates *et al.* 2015) im Statistik-Programm R durchgeführt (R Core Team, 2017, Version 3.3.3). Für alle hier beschriebenen Zielvariablen wurden normale gemischte lineare Modelle mit dem Betrieb als zufälligem Effekt erstellt.

Für die Milchleistung (ECM in kg) sowie den Proteingehalt (%) wurden die fixen Faktoren «Fütterungs-System», «Jahreszeit» sowie deren Interaktion ins Modell integriert. Für die Zielvariablen Fettgehalt (%) und Milchharnstoff (mg/dl) wurde ausserdem der fixe Faktor «Jahr» berücksichtigt, der für die Parameter Milchleistung und Proteingehalt nicht signifikant war.

$$y = \text{Fütterungs-System} + \text{Jahreszeit} + \text{Jahr} + \text{Fütterungs-System} : \text{Jahreszeit} + \text{Betrieb} + \mathcal{E}$$

Aufgrund der Verteilung der Daten wurde die Zielvariable Zellzahl logarithmiert. Als fixe Effekte wurden das Fütterungs-System sowie der Median aller Lak-

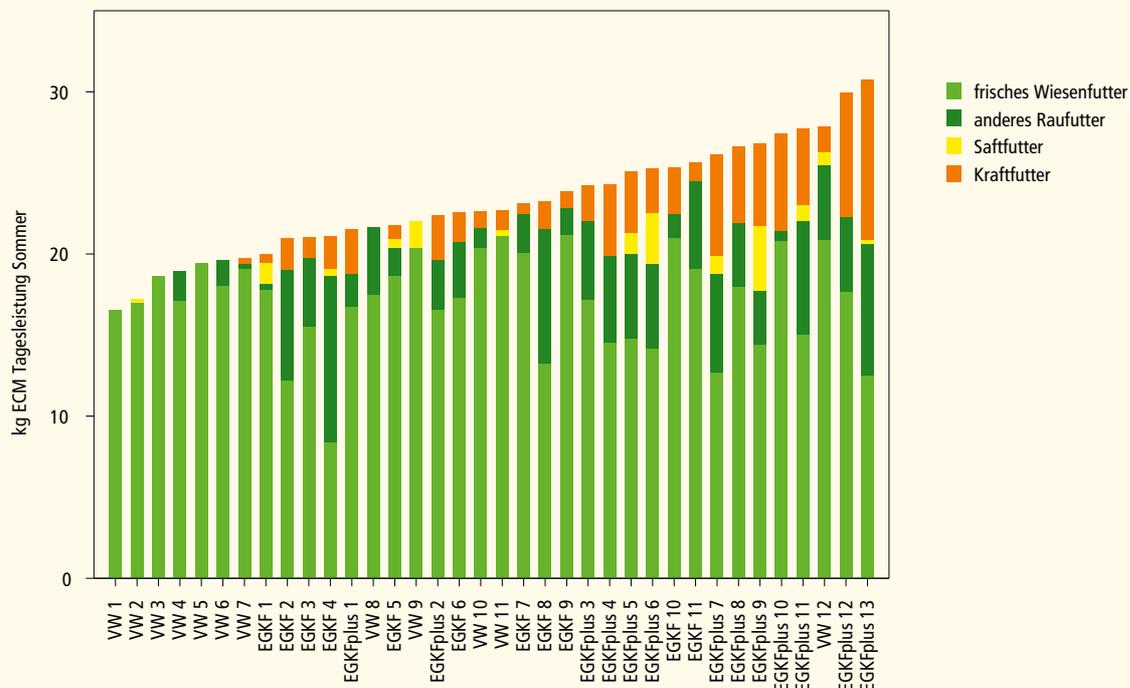


Abb. 1 | Anteil MJ NEL der Futtermittelkategorien bezogen auf die Tagesleistung kg ECM der Pilotbetriebe mit reduzierten Krafftutter- (EGKF) und mit erhöhten Krafftuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW) im Durchschnitt der Sommerfütterungsperiode von 2014 bis 2016.

tationen in der Herde zum Untersuchungszeitpunkt («MedianLaktation») berücksichtigt.

$$\log(y) = \text{Fütterungs-System} + \text{MedianLaktation} + \text{Betrieb} + \varepsilon$$

Auch die Zielvariablen Serviceperiode und Rastzeit wurden logarithmiert, um normalverteilte Daten zu generieren. Fütterungs-System, Laktationsnummer des Tieres («Laktation») sowie deren Interaktion wurden im Modell als fixe Faktoren berücksichtigt. In diesem Modell wurde das Einzeltier mit dem zufälligen Effekt Betrieb genestet.

$$\log(y) = \text{Fütterungs-System} + \text{Laktation} + \text{Fütterungs-System} : \text{Laktation} + \text{Betrieb} + \varepsilon$$

Die Kraftfutterwirkung wurde nur unter den Eingrasbetrieben untersucht, da die Kraftfuttermengen der Vollweidebetriebe nicht normalverteilt waren. Die eingesetzte Kraftfuttermenge pro Kuh und Jahr wurde als zufälliger Effekt berücksichtigt.

$$y = \text{kg Kraftfutter pro Kuh \& Jahr} + \text{Betrieb} + \varepsilon$$

Die post-hoc Tests wurden unter Verwendung des «multcomp» Packages (Hothorn *et al.* 2008) durchgeführt.

Resultate und Diskussion

Milchleistung mit viel frischem Wiesenfutter

Im Durchschnitt der drei Versuchsjahre dauerte die Fütterungsperiode mit frischem Wiesenfutter (Sommerfütterung) für die EGKF- 218 ± 13 Tage, für die EGKFplus- 222 ± 15 Tage und für die VW-Betriebe 223 ± 12 Tage. Die durchschnittlichen Anteile an MJ NEL (Nettoenergie Laktation) aus frischem Wiesenfutter am Gesamt-

energiegehalt der Sommerration der Systeme betragen bei EGKF 74 % ± 16, bei EGKFplus 61 % ± 11 und bei VW 92 % ± 8. Insgesamt erreichten fünf Pilotbetriebe (EGKF 10 und 11; EGKFplus 8 und 10 und VW 12) Tagesmilchleistungen von mehr als 25 kg ECM mit über zwei Drittel Energieanteil der Ration aus frischem Wiesenfutter (Abb. 1). Wie bei Reidy und Ineichen (2015) wurden auch in dieser Untersuchung bei gleichen Tagesmilchleistungen unterschiedlich hohe Anteile an frischem Wiesenfutter in der Ration festgestellt. Untersuchte Stichproben von eingegrastem Wiesenfutter in diesem Projekt (Ineichen *et al.* 2018, in dieser Ausgabe) ergaben, dass die Gehalte während des Jahres stark schwankten und mehrheitlich unter den verwendeten Schweizerischen Standardwerten (Agroscope 2017) lagen. Dies bedeutet, dass die Energieanteile des Kraftfutters in dieser Berechnung unterschätzt wurden. Die Variabilität bei den Energieanteilen der Ration, wie auch die Analysen des Wiesenfutters, weisen auf die Komplexität und die Wichtigkeit des Managements beim Eingrasen hin.

Beim Vergleich der durchschnittlichen monatlichen Tagesmilchmengen von 2014 bis 2016 in kg ECM zeigte das System EGKFplus ganzjährig signifikant höhere Leistungen als EGKF und VW. Nur im Frühling konnte kein Unterschied zwischen den Milchmengen der EGKFplus- und der VW-Betriebe festgestellt werden. Grund dafür dürfte das mittlere Laktationsstadium der Vollweideherden gepaart mit der im Frühling überdurchschnittlich hohen Nährstoffversorgung durch junges Weidegras sein, wodurch in dieser Zeit auf VW-Betrieben am meisten Milch anfällt (Hofstetter *et al.* 2014). Zwischen den EGKF- und den VW-Betrieben ergaben sich hingegen nur im Herbst signifikante Mengenunterschiede zugunsten von EGKF, weil sich die meisten VW-Tiere im letzten Laktationsdrittel befanden.

Die EGKF-Betriebe erreichten eine Milchleistung von 7218 kg ECM/Kuh und Jahr mit einem im schweizeri-

Tab. 1 | Milch- und Gehaltmengen in 365 Tagen der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF, n=33) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus, n=39) sowie der Vollweidebetriebe (VW, n=36) von 2014 bis 2016. Mittelwert (Ø) und Standardabweichung (SD).

| Produktionssystem | EGKF | | EGKFplus | | VW | |
|------------------------|------|------|----------|------|------|------|
| | Ø | ±SD | Ø | ±SD | Ø | ±SD |
| Milchleistung (kg ECM) | 7218 | 691 | 8457 | 882 | 6268 | 1124 |
| Milchleistung (kg) | 7115 | 633 | 8384 | 989 | 6025 | 1078 |
| Fett (%) | 4,18 | 0,23 | 4,15 | 0,23 | 4,11 | 0,50 |
| Fett (kg) | 297 | 32 | 346 | 34 | 257 | 46 |
| Protein (%) | 3,42 | 0,16 | 3,46 | 0,20 | 3,31 | 0,41 |
| Protein (kg) | 243 | 23 | 289 | 32 | 208 | 41 |

schem Vergleich mässigen Kraftfuttereinsatz (Erldin und Giuliani 2011) (Tab. 1). Die durchschnittliche Jahresmilchleistung bei EGKFplus war 1239 kg ECM höher beziehungsweise bei VW 950 kg ECM tiefer als bei den EGKF-Betrieben. Die Leistung der Gruppe VW entspricht früheren Untersuchungen, in denen jedoch gut 200 kg mehr Kraftfutter eingesetzt wurde (Frey *et al.* 2018). Wie bei den Tagesmilchleistungen ergaben sich auch bei den Jahresmilchleistungen die höchsten Streuungen zwischen den Betrieben der VW-Gruppe.

Milchinhaltsstoffe und Zellzahlen

Die prozentualen Anteile der Milchinhaltsstoffe von Fett und Protein im Jahresdurchschnitt ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen. Nur im Herbst hatte VW signifikant höhere Gehalte als die anderen beiden Systeme. Dies könnte auf einen Konzentrationseffekt zurückzuführen sein, da die Milchmengen bei VW im Herbst generell rückläufig waren. Trotz ansteigender Leistung blieben die durchschnittlichen Inhaltsstoffe vergleichbar, was bei EGKFplus-Betrieben eine mittlere Mehrproduktion an Fett (+49 kg resp. +89 kg) und Protein (+46 kg resp. +81 kg) im Vergleich zu den EGKF- und VW-Betrieben zur Folge hatte (Tab. 1). Die durchschnittlichen Fettgehalte aller Gruppen waren leicht über den Werten von Standardmilch, was auf eine strukturreiche Grundfuttersversorgung durch viel frisches Wiesenfutter und energetisch ausgeglichene Rationen hindeutet (Kirchgessner *et al.* 2014).

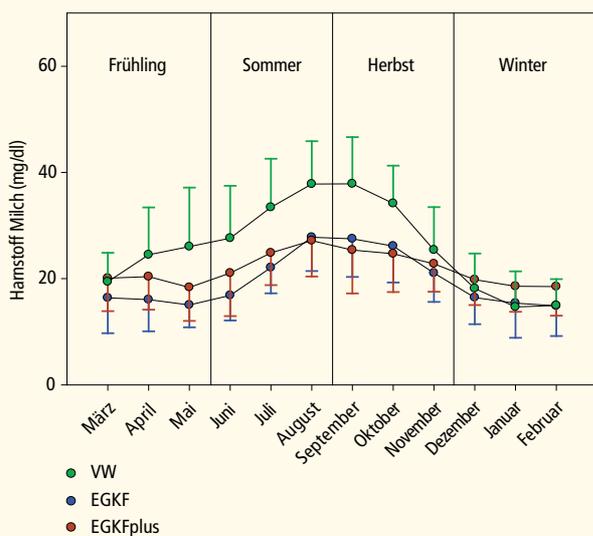


Abb. 2 | Verlauf des Milchharnstoffgehaltes (Mittelwerte und Standardabweichungen) der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF, n = 33) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus, n = 39) sowie der Vollweidebetriebe (VW, n = 36) von 2014 bis 2016.

Die Zellzahlen unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Systemen. Jedoch wurden beim durchschnittlichen Harnstoffgehalt (mg/dl) signifikante Differenzen im Sommer und Herbst zwischen VW und den Eingrassystemen festgestellt (Abb. 2). Dies widerspiegelt den typischen Verlauf des Milchharnstoffs für diese Jahreszeiten bei einer vorwiegend aus Weidegras bestehenden Ration mit dem entsprechenden Proteinüberschuss (Kirchgessner *et al.* 2014).

Kraftfuttermittelverbrauch und Energieeffizienz

Auf den Pilotbetrieben betrug die Spannweite der verabreichten Kraftfuttermengen pro Kuh und Jahr 0 kg bis 2600 kg Frischsubstanz (FS) (Abb. 3). Fünf von zwölf Vollweidebetrieben setzten während der gesamten Projektdauer keine Kraftfuttermittel ein. Der durchschnittliche Kraftfuttereinsatz von VW lag während der drei Jahre bei 93 kg FS (0–332 kg) pro Kuh und Jahr. Beim System EGKF waren es 418 kg FS (108–722 kg) und bei EGKFplus 1161 kg FS (676–2413 kg). Der durchschnittliche Energiegehalt der Kraftfutter war über alle Systeme vergleichbar (EGKF: 7,9 ± 0,5 MJ NEL; EGKFplus: 8,1 ± 0,4 MJ NEL; VW: 7,9 ± 0,4 MJ NEL). Hingegen variierten die Rohproteingehalte der eingesetzten Kraftfutter relativ stark (EGKF: 234 ± 104 g; EGKFplus: 240 ± 60 g; VW: 223 ± 98 g). Im Durchschnitt der Betriebe wurde mit der steigenden Gabe von Kraftfutter auch eine höhere Milchleistung festgestellt. Dennoch zeigt Abbildung 3, dass bei gleicher Menge an Kraftfutter die Jahresmilchleistungen

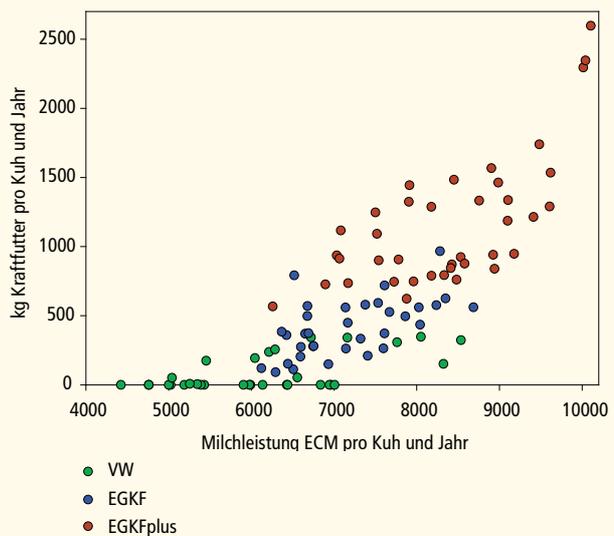


Abb. 3 | Jährliche Betriebsmittelwerte für Milchleistung und Kraftfuttereinsatz in kg FS pro Kuh und Jahr von 2014 bis 2016 der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF, n = 33) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus, n = 39) sowie der Vollweidebetriebe (VW, n = 36).

Tab. 2 | Verhältnis produzierter Milch und Gesamtbedarf an MJ NEL (2014 bis 2016), Produktionsintensität sowie das Lebendgewicht (LG) der Kühe und der Anteil an Energie aus Kraftfutter (KF), Saftfutter (SF) und Raufutter (RF) inkl. frischem Wiesenfutter und Ganzpflanzenmaisprodukte von Pilotbetrieben mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW). Mittelwert (\bar{x}) und Standardabweichung (SD).

| Produktionssystem | EGKF (n = 11) | | EGKFplus (n = 13) | | VW (n = 12) | |
|--|---------------|----------|-------------------|----------|-------------|----------|
| | \bar{x} | \pm SD | \bar{x} | \pm SD | \bar{x} | \pm SD |
| Energieeffizienz (kg ECM/10 MJ NEL) | 2,00 | 0,11 | 2,15 | 0,08 | 1,90 | 0,21 |
| Produktionsintensität ¹ | 2,78 | 0,24 | 3,18 | 0,22 | 2,60 | 0,40 |
| LG laktierende Kühe (kg) | 651 | 86 | 655 | 76 | 577 | 100 |
| MJ NEL aus KF in Jahresration (%) | 8 | 3,6 | 20 | 6,4 | 3 | 4,7 |
| MJ NEL aus SF in Jahresration (%) | 3 | 4,3 | 8 | 5,9 | 3 | 4,8 |
| MJ NEL aus RF in Jahresration (%) | 89 | 5,7 | 72 | 7,5 | 94 | 6,2 |
| NEL/kg Futter TS (MJ/kg; Jahresration) | 6,1 | 0,1 | 6,3 | 0,2 | 6,1 | 0,2 |

¹ Nettoenergie Laktation (NEL_{total} ; kg ECM \times 3,14 MJ) plus Erhaltungsbedarf (NEL_E ; kg. $LG^{0,75} \times 0,293 \text{ MJ} \times 365$) / NEL_E .

sehr weit auseinanderlagen. Der Effekt der Kraftfuttermenge auf die Milchleistung war für die Systeme EGKF und EGKFplus signifikant ($P < 0,001$). Bei einem 95 %-Konfidenzintervall von 0,57–1,44 kg ECM pro Kilogramm Kraftfutter, produzierten die Kühe im Durchschnitt 1,00 kg ECM mehr pro eingesetztem Kilogramm Kraftfutter. Die grossen Leistungsunterschiede ohne oder mit vergleichbarem Kraftfuttereinsatz zeigen, dass weitere Faktoren wie Grundfutterqualität, genetisches Potenzial der Milchkühe, Betriebsmanagement oder Standort die Milchleistung zusätzlich beeinflussen haben. EGKFplus-Betriebe erreichten auch wegen dem überdurchschnittlich hohen Energiegehalt der Gesamtration die höchste Produktionsintensität und schnitten bei der Energieeffizienz (produzierte kg ECM pro 10 MJ NEL Gesamtbedarf) besser ab als die Betriebe der anderen beiden Systeme (Tab. 2). Gruber und Ledinek (2017) kamen in ihren Untersuchungen auf vergleichbare Energieeffizienzen. Obwohl die EGKF-Betriebe gegenüber den VW-Betrieben durchschnittlich rund 1000 kg mehr Milch produzierten, gab es zwischen den beiden Systemen keinen relevanten Unterschied in der Energieeffizienz. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im VW-System das mittlere Lebendgewicht deutlich tiefer war als das der Kühe in den Systemen EGKF und EGKFplus (Tab. 2). Daraus resultierte ein tieferer Erhaltungsbedarf für VW. Bemerkenswert ist, dass die Lebendgewichte von Kühen mit gleicher Milchleistung um bis zu 300 kg auseinanderlagen. In dieser Situation ergeben sich grosse Unterschiede in der Produktionseffizienz zugunsten der leichteren Tiere, wie Steinwidder (2009) in seinen Berechnungen zeigte. Danach muss bei zunehmendem Lebendgewicht der Milchkuh zur Erzielung derselben Effizienz pro Laktation (Jahr) die Milchleistung um 12 bis

13 % ansteigen pro 100 kg Lebendgewicht. Bezüglich der Herkunft der Energie fiel auf, dass EGKFplus-Betriebe im Vergleich zu den anderen Systemen den jährlichen Gesamtenergiebedarf der laktierenden Kühe mit 12 beziehungsweise 17 Prozentpunkte höheren Rationsanteilen über Kraftfutter deckten (Tab. 2). Der höchste durchschnittliche Energiewert der Ration war die Folge. Die Kühe aus EGKF- und VW-Betrieben wurden in Bezug auf die Energie zu höheren Anteilen durch frisches oder konserviertes Raufutter versorgt, entsprechend war der durchschnittliche Energiegehalt der Rationen tiefer.

Fruchtbarkeitskennzahlen der drei Systeme

Mehrere Studien konnten antagonistische Beziehungen zwischen der Milchleistung und Fruchtbarkeitskennzahlen nachweisen (Evans *et al.* 2002; Pryce und Veerkamp 2001). Signifikant kürzere Rastzeiten von VW-Kühen im Vergleich zu im Stall gefütterten Kühen wie sie Frey *et al.* (2018) feststellten, konnten mit der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Hinsichtlich der Serviceperiode wurden innerhalb der gleichen Laktation in der vorliegenden Untersuchung nur in der 3. sowie in der 4. Laktation signifikante Unterschiede zwischen den Systemen EGKFplus und VW festgestellt (Tab. 3). Während die Serviceperiode bei VW-Kühen immer unter 90 Tagen blieb und keine signifikanten Unterschiede zwischen den Laktationen festgestellt wurden, verlängerte sich die Serviceperiode bei den anderen beiden Systemen mit zunehmender Laktationsnummer in der Tendenz, teilweise sogar signifikant. Verschiedene Studien ziehen den grösseren Verlust an Körpergewicht bei hoher Milchleistung als Grund für eine längere Serviceperiode in Betracht (Butler 2005; Walsh *et al.* 2011). Es ist zudem davon auszugehen, dass VW-Betriebe aufgrund der Sai-

Tab. 3 | Serviceperioden von Kühen der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW) von 2014/15. Modellierter Mittelwert (\bar{x}) in Tagen, Konfidenzintervall (CI) und Stichprobengröße (n).

| Produktionssystem | EGKF | | | EGKFplus | | | VW | | |
|-----------------------------|--------------------|--------|-----|--------------------|---------|-----|------------------|-------|-----|
| | \bar{x} | CI | n | \bar{x} | CI | n | \bar{x} | CI | n |
| 1. Laktation | 86 ^{ac} | 77–96 | 133 | 90 ^{ae} | 84–99 | 278 | 89 ^{ad} | 80–98 | 183 |
| 2. Laktation | 88 ^{ad} | 79–99 | 128 | 106 ^{bcd} | 93–113 | 227 | 86 ^{ab} | 77–96 | 135 |
| 3. Laktation | 99 ^{ad} | 88–111 | 103 | 109 ^d | 99–120 | 178 | 80 ^a | 71–90 | 97 |
| 4. und folgende Laktationen | 103 ^{bde} | 93–113 | 255 | 108 ^d | 100–118 | 328 | 87 ^{ab} | 79–96 | 235 |

^{a,b,c,d,e} modellierte Mittelwerte mit unterschiedlichem Buchstaben unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

sonalität des Systems auf Kühe mit kurzen Serviceperioden angewiesen sind und deswegen stärker selektiert wird als in Systemen mit ganzjähriger Abkalbung. Die Fruchtbarkeitskennzahlen dieser Studie sind vergleichbar mit anderen Systemvergleichen mit grasbasierter Fütterung (Coleman 2009; Frey *et al.* 2018).

Schlussfolgerungen

- Mit mässigem Kraftfuttereinsatz und viel frischem Wiesenfutter können relativ hohe Milchleistungen realisiert werden.
- Die Variabilität in der Verwertung des Futters innerhalb der untersuchten Systeme weist auf ein beacht-

liches Verbesserungspotenzial hin z. B. bezüglich des Managements und hinsichtlich angepasster Genetik bei den Milchkühen.

- Milchkühe mit einem hohen Anteil an frischem Wiesenfutter in der Ration, weisen eine gute Fruchtbarkeit auf und erzeugen Milch mit hohen Mengen an Fett und Protein. ■

Dank

Wir danken Braunvieh Schweiz, Holstein Switzerland und Swissherdbook für den Zugang zu ihren Milchleistungs- und Fruchtbarkeitsdaten, sowie Agroscope, Christoph Kopp, Alexander Burren und Pius Korner für ihre fachliche Unterstützung.

Literatur

- Agroscope, 2017. Zugang: <https://www.feedbase.ch/> [12.01.2017].
- Bates D., Maechler M., Bolker B. & Walker S., 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* **67** (1), 1–48.
- Butler W., 2005. Relationship of negative energy balance with fertility. *Advances in Dairy Technology* **17**, 35–46.
- Coleman J., Pierce K., Berry D., Brennan A. & Horan B., 2009. The influence of genetic selection and feed system on the reproductive performance of spring-calving dairy cows within future pasture-based production systems. *Journal of Dairy Science* **92**, 5258–5269.
- Erdin D. & Giuliani S., 2011. Kraftfutterverbrauch der gemolkene Kühe. *Aktuell*, LMZ **5**, 4–8.
- Evans R., Buckley F., Dillon P. & Veerkamp R., 2002. Genetic parameters for production and fertility in spring-calving Irish dairy cattle. *Irish J. Agric. Res.* **41**, 43–54.
- Frey H., Gross J., Petermann R., Probst S., Bruckmaier R. & Hofstetter P., 2018. Performance, body fat reserves and plasma metabolites in Brown Swiss dairy cows: Indoor feeding versus pasture-based feeding. *J Anim, Physiol Anim Nutr.* **102** (2), e746–e757.
- Gruber L. & Ledinek M., 2017. Effizienz der Milcherzeugung in Abhängigkeit von Genotyp und Lebendmasse. 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 05.-06.04.2017, HBLFA Raumberg Gumpenstein, 23–39.
- Hofstetter P., Frey H., Gazzarin C., Wyss U. & Kunz P., 2014. Dairy farming: Indoor v. pasture based feeding. *Journal of Agricultural Science* **152**, 994–1011.
- Hothorn T., Bretz F. & Westfall P., 2008. Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* **50** (3), 346–363.
- Jans F., Kessler J., Mürger A. & Schlegel P., 2015. Fütterungsempfehlung für die Milchkühe. In: Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch), Kapitel 7. Hrsg. Agroscope, Posieux.
- Kirchgessner M., Stangl G., Schwarz F., Roth F., Südekum K. & Eder K., 2014. Tierernährung – Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 14. aktualisierte Auflage.
- Pryce J. & Veerkamp R., 2001. The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes. BSAS Occasional Meeting – Fertility in the High Producing Dairy Cow, Galway, Ireland. *Br. Soc. Anim. Sci. Publ.* **26**, 237–249.
- R Core Team, 2017. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Zugang: <https://www.r-project.org/>.
- Reidy B. & Ineichen S., 2015. Rationszusammensetzung und Futterautonomie von Schweizer Milchproduktionsbetrieben. 59. Jahrestagung der AGGF, 27.–29.08.2015, Aulendorf, 35–39.
- Steinwider A., 2009. Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf die Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 11.–13.2.2009, Zürich, 30–33.
- Walsh S., Williams E. & Evans A., 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science* **123**, 127–138.

Riassunto**Sistemi a confronto Hohenrain II:
Rendimento animale con foraggio verde fresco**

L'afforaggiamento in stalla con foraggio verde fresco ricopre un ruolo importante nella produzione lattiera svizzera. Dal 2014 al 2016, in 36 aziende agricole dell'altopiano svizzero, sono stati analizzati e confrontati tre sistemi per la produzione del latte: l'afforaggiamento in stalla con una media di 418 kg di concentrati (EGKF), l'afforaggiamento in stalla con una media di 1161 kg di concentrati (EGKFplus) e il pascolo integrale con una media di 93 kg di concentrati (VW). Le aziende che hanno adottato il sistema EGKF hanno raggiunto una media di 7218 kg di latte corretto per l'energia (ECM), le aziende EGKFplus una media di 8457 kg di ECM e le aziende a pascolo integrale 6268 kg di ECM per mucca all'anno. Per una produzione di latte giornaliera comparabile, la quantità di concentrati utilizzata variava notevolmente tra i tre sistemi di produzione. Per ogni chilo di concentrati impiegato, gli impianti EGKF e EGKFplus hanno prodotto 1,0 kg di ECM in più. Per quanto riguarda la conversione di energia, il sistema EGKFplus è risultato più efficiente rispetto agli altri, con 2,15 kg di ECM per 10 MJ di energia netta di lattazione (NEL) (contro 2,00 kg per EGKF e 1,90 kg per VW). In merito alla composizione del latte e agli indici di fertilità non sono state riscontrate differenze significative tra i sistemi analizzati. Questo studio dimostra che si possono ottenere elevati rendimenti nella produzione lattiera con un'alta percentuale di erba fresca nella razione e un utilizzo di concentrati moderato nell'contesto svizzero.

Summary**System comparison Hohenrain II:
Animal performance with fresh grass feeding**

Partial grazing with indoor feeding of fresh grass is an important feeding system for Swiss dairy farms. From 2014 to 2016, three production systems – partial grazing with indoor feeding of fresh grass with reduced (EGKF; 418 kg), and increased concentrate supplementation (EGKFplus; 1161 kg) was compared with full-time grazing with reduced concentrate supplementation (FG; 93 kg) on 36 pilot farms in Switzerland. The EGKF farms had average annual yields of 7218 kg energy-corrected milk (ECM), the EGKFplus farms 8457 kg ECM and the FG farms 6268 kg ECM per cow. Animals with comparable daily milk yields received very different amounts of concentrate in the three production systems. The EGKF and EGKFplus farms produced 1.0 kg more ECM per kg of concentrate used. With 2.15 kg ECM per 10 MJ net energy lactation (NEL), the EGKFplus farms were more efficient in terms of energy utilisation than the other two systems (EGKF: 2.00; FG: 1.90). There were no significant differences among the three systems regarding milk compounds and fertility indicators. With high ration ratios of fresh grass fodder, high milk yields are possible with comparatively (for Switzerland) moderate concentrate use.

Key words: system comparison, dairy farming, feeding fresh grass, milk yield, production efficiency.

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Milchproduktion: Frischgras mit wenig Kraftfutter zahlt sich aus

Christian Gazzarin¹, Thomas Haas², Pius Hofstetter² und Markus Höltschi²

¹Agroscope, 8356 Ettenhausen, Schweiz

²Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN, 6276 Hohenrain, Schweiz

Auskünfte: Christian Gazzarin, E-Mail: christian.gazzarin@agroscope.admin.ch



Betriebe, die vor allem Frischgras einsetzen, haben geringere Kosten und verdienen mehr pro eingesetzte Arbeitszeit. (Foto: Gabriela Brändle, Agroscope)

Einleitung

Der fortlaufende Druck auf den Milchpreis und die Unsicherheiten bei der Marktöffnung veranlassen Milchproduktionsbetriebe, auf der Kostenseite Optimierungen vorzunehmen. Neben den verbreiteten Produktionsmengenausdehnungen werden auch Produktionssysteme hinterfragt und neu gestaltet. Klimatisch und geologisch bedingt, besteht 70 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz aus Grasland und es gibt einen

breiten Konsens, diese natürlichen Ressourcen weitgehend auszuschöpfen. Entsprechend gibt es auch agrarpolitische Instrumente wie die GMF-Beiträge (Beiträge für graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass saisonale Vollweidesysteme trotz Winterstallhaltung mindestens gleich wirtschaftlich betrieben werden können wie kraftfutterbetonte Stallfütterungssysteme (Blättler *et al.* 2015;

Gazzarin *et al.* 2004, 2005 & 2011; Hofstetter *et al.* 2014). Eine Spezialisierung auf reine Vollweide- und Stallfütterungssysteme ist in der Schweiz allerdings nur beschränkt möglich. Eine mangelnde Arrondierung sowie ungünstige topografische Verhältnisse mit schweren Böden lassen oft nur eine Teilweide zu. Die für Stallfütterungssysteme nötige Produktionsmengenausdehnung wird erschwert durch hohe Wachstumskosten und Umweltauflagen, insbesondere dann, wenn die Fläche nicht erweitert werden kann. Deshalb produzieren viele Milchviehhalter in einem Mischsystem, das sowohl im Weideanteil als auch im Einsatz von Ergänzungsfutter variabel ausgestaltet ist. Typisch für diese Systeme ist insbesondere die Verfütterung von Frischgras, das maschinell geerntet und im Stall vorgelegt wird («Eingrasen»). Welche Ausprägungen in diesem Mischsystem wirtschaftlich erfolgreich sind, war im Projekt Hohenrain II eine zentrale Fragestellung. Zur Beantwortung dieser Frage dienten primär Erhebungen auf 36 Praxisbetrieben (Pilotbetriebe) und der Versuchsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung Hohenrain.

Daten und Methodik

Daten: Ausgewählte Pilotbetriebe

36 Pilotbetriebe aus dem Schweizer Mittelland (Regionen West, Mitte, Ost) wurden gezielt über Ausschreibungen in der landwirtschaftlichen Presse und über lokale Beratungsdienste rekrutiert. Die Auswahl erfolgte dahingehend, dass die Regionen und die vordefinierten Produktionssysteme sowie unterschiedlich grosse Kuhherden gleichmässig vertreten waren. Unterschieden wurden zwei Produktionssysteme mit Frischgrasfütterung, jedoch mit unterschiedlichem Kraftfuttereinsatz. Im Mittel hatte die sogenannte EGKF-Gruppe (EinGrasen, KraftFutter) eine Jahresmenge von 430 kg Kraftfutter je Kuh verfüttert, während die sogenannte EGKFplus-Gruppe mit 1160 kg deutlich mehr Kraftfutter einsetzte. Diesen beiden Produktionssystemen wurde mit dem Vollweidesystem (VW) eine dritte Gruppe gegenübergestellt mit einem durchschnittlicher Kraftfuttereinsatz von niedrigen 90 kg je Kuh und Jahr. Der Kraftfuttereinsatz für die EGKF- und VW-Betriebe lag unter dem Durchschnitt eines in der Schweiz üblichen Einsatzes (Reidy und Ineichen 2015), während die EGKFplus-Gruppe über dem schweizerischen Durchschnitt lag. Während drei Jahren (2014–2016) wurde für jeden Betrieb basierend auf seinen Buchhaltungsdaten mit dem Analyse-Instrument «VOKO-Milch+Schweine» (LBBZ Hohenrain und Agridea 2014) eine Vollkostenrechnung erstellt.

Zusammenfassung ■ Viele Schweizer Milchviehhalter setzen bei der Produktion variable Anteile Frischgras (Eingrasen oder Weide) und Ergänzungsfutter ein. Welche Ausprägungen sind in diesen Frischgras-Systemen wirtschaftlich erfolgreich? Diese Fragestellung wurde im Projekt «Optimierung von graslandbasierten Milchproduktionssystemen auf Basis von Eingrasen (Hohenrain II)» mit 36 Pilotbetrieben während dreier Jahre (2014–2016) untersucht. Die Betriebe wurden in drei Systemgruppen eingeteilt: zwei Mischsysteme mit durchschnittlich 430 kg beziehungsweise 1160 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr sowie ein Vollweidesystem (90 kg Kraftfutter/Kuh/Jahr). Die drei Betriebsgruppen wurden durch eine methodische Aufarbeitung der Daten zu drei Einzelbetrieben typisiert und einer strukturell ähnlichen und repräsentativeren Referenzgruppe gegenübergestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass mit einem weitgehenden Einsatz von Frischgras eine sehr gute Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann. Die grössten Einsparungen sind beim Kraftfutter, weitere beim Gebäude und bei der Arbeit zu verzeichnen. Mit einem konsequent umgesetzten Vollweidesystem können höhere Arbeitsverwertungen realisiert und zu tieferen Milchpreisen produziert werden als mit Mischsystemen. Höhere Milchleistungen und höhere Produktionsmengen führen nicht zu besseren Ergebnissen. Alle untersuchten Betriebstypen produzieren die Milch jedoch um 24 % bis 32 % günstiger als die Referenzgruppe und weisen eine um Fr. 8.– bis Fr. 13.– höhere Arbeitsverwertung je Arbeitsstunde aus. Die Verbesserung ist grösstenteils auf ein besseres Management respektive ein ausgeprägtes Kostenbewusstsein zurückzuführen.

Die Betriebe sind nach ihren Produktionssystemen geordnet. Tabelle 1 gibt eine grobe Übersicht, wie die drei Stichproben charakterisiert sind. Innerhalb der Gruppen sind die Betriebe hinsichtlich des Frischgras- und Weideanteils sowie hinsichtlich der Kraftfuttermengen weitgehend homogen. In der Gruppe EGKFplus ist die Konservierungsform bei allen identisch (100 % Dürrfutter). Unterschiede gibt es in der Region (mehrheitlich Talregion), der Produktionsform (mehrheitlich ÖLN) und

der Konservierungsform (bei EGKF und VW rund 50 % der Betriebe mit Silage). Mehr Relevanz für die Ergebnisse hat das Produktionsvolumen, das zwar innerhalb und zwischen den Gruppen stark heterogen ist, jedoch für das jeweilige System nicht untypisch war. Dieses schwankt bei den EGKF-Betrieben zwischen 112 Tonnen und 487 Tonnen Milch, bei den EGKFplus-Betrieben zwischen 200 Tonnen und 839 Tonnen und bei den Vollweidebetrieben zwischen 139 Tonnen und 337 Tonnen.

Methodik: Standardisierung und Typisierung

Ein Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen verschiedenen Milchproduktionsbetrieben verfolgte das Ziel, die wesentlichen Erfolgsfaktoren zu identifizieren, um daraus Empfehlungen für die Praxis abzuleiten. Die Erreichung dieses Zieles ist umso schwieriger, je kleiner die Stichprobe ist und je verschiedenartiger die untersuchten Betriebe sind. Betriebsspezifische Gegebenheiten, sei es finanzieller oder infrastruktureller Art, spielen ebenso eine Rolle wie der Betriebsleiter mit seinen Managementfähigkeiten. Eine weitere Datenbearbeitung der Einzelbetriebsergebnisse soll demnach zu einer besseren Übertragbarkeit der wesentlichen Ergebnisse beitragen. Hierfür sollen betriebsspezifische Besonderheiten möglichst ausgeglichen und diverse Kostenpositionen standardisiert werden, so dass die Ergebnisse einer umfangreicheren Referenzgruppe gegenübergestellt werden können.

Tab. 1 | Eigenschaften der drei Pilot-Betriebsgruppen (EGKF = Eingrasen mit wenig Kraftfutter; EGKFplus = Eingrasen und viel Kraftfutter).

| | EGKF | EGKFplus | Vollweide |
|--------------------------------------|--------|----------|-----------|
| Anzahl Betriebe | 11 | 13 | 12 |
| ... davon Hügelbetriebe | 2 | 1 | 4 |
| ... davon Biobetriebe | 3 | 0 | 3 |
| ... davon reine Heubetriebe | 6 | 13 | 7 |
| ... davon reine Pachtbetriebe | 2 | 4 | 4 |
| Milchproduktion Mittelwert (kg/Jahr) | 245441 | 411415 | 222371 |
| ... Standardabweichung | 121261 | 179746 | 62324 |

Tab. 2 | Vergleich Ist-Kosten mit den standardisierten Kosten (Infrastruktur und Personal; Abkürzungen siehe Tab. 1).

| | EGKF | EGKFplus | Vollweide |
|-----------------------------------|-------|----------|-----------|
| GESMP* Ist | 43450 | 55792 | 40488 |
| GESMP* Standard | 44092 | 65322 | 52529 |
| ... Differenz | 642 | 9530 | 12041 |
| Personal Ist | 16526 | 26989 | 15741 |
| Personal Stand | 19387 | 29391 | 15715 |
| ... Differenz | 2861 | 2403 | -26 |
| Total Kostensteigerung in Prozent | 6 % | 14 % | 21 % |

*GESMP =Infrastrukturkosten wie Gebäude, Einrichtungen, Schuldzinsen, Meliorationen, Pachtkosten

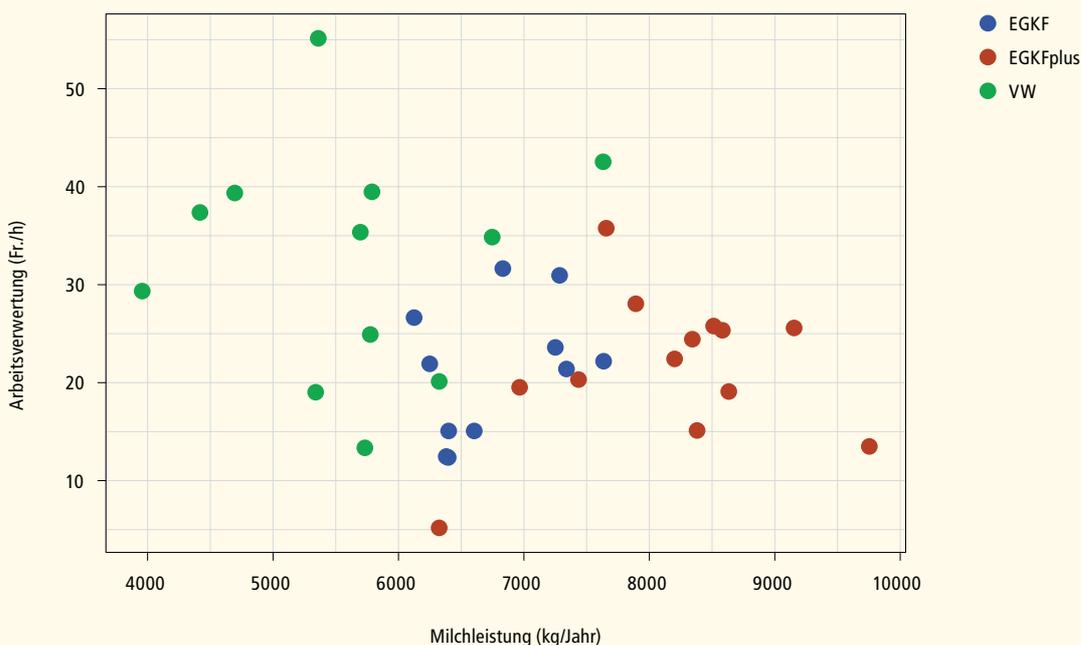


Abb. 1 | Zusammenhang zwischen Jahresmilchleistung und Arbeitsverwertung (Abkürzungen siehe Tab. 1).

Sogenannt betriebspezifische Besonderheiten stehen nicht oder nur sehr beschränkt in Verbindung zum Produktionssystem oder zum Management. Dazu gehören die Infrastruktur (Gebäude, Einrichtungen), die Kapitalausstattung (Anteil und Kosten Fremdkapital bzw. Schuldzinsen), Meliorationen, Angestelltenkosten (Lohnpolitik) und die Pachtkosten (Pachtlandanteil bzw. Pachtzinsen). In einem ersten methodischen Schritt wurden diese Kosten standardisiert. Bei den Angestelltenlöhnen je Stunde und den Pachtzinsen je Hektare wurde über alle Betriebe ein Mittelwert errechnet und mit diesen Werten die Kosten aller Betriebe neu berechnet. Bei den Meliorationen wurde ein Mittelwert je Produktionssystem errechnet und auf die Einzelbetriebe übertragen. Etwas aufwändiger gestaltete sich die Standardisierung

bei den Gebäude-, Einrichtungs- und Fremdkapitalkosten. Auch hier wurde für alle Betriebe ein einheitliches Verfahren angewandt, das aber die betriebspezifischen Aufwandsmengen und Charakteristika wie Kuhzahl, Stallsystem (Laufstall, Anbindestall), Konservierungssystem, Weideanteil, Melksystem und Jungviehanteil berücksichtigte. Es sind dies alles Elemente, die einen Einfluss auf die Arbeitszeit haben, denn diese wurde von den Originaldaten übernommen. Die Berechnung der Standardkosten erfolgte über das Kalkulationsmodell Stallpro (Gazzarin und Hilty 2002), das die oben erwähnten Differenzierungen vornehmen kann. Für die Kapitalkosten wurden 1,13 % als mittlerer Zinssatz unterstellt. Dieser Wert basiert auf einem Ausgangszinssatz von 2 % bei einer Abschreibungsdauer von 15 bis 30 Jahren. In einem zweiten Schritt erfolgt eine Typisierung, die sich weitgehend auf das Produktionssystem bezieht (Hemme 2000). Grundlagen bilden die Mittelwerte der Betriebsergebnisse innerhalb der jeweiligen Systemgruppe, wobei die vorgängig berechneten Standardwerte übernommen wurden. Die Mittelwerte der effektiven Milchpreise lagen zwischen den Gruppen nur minim mit einer Differenz von maximal 0,7 Rappen auseinander, sodass für alle Betriebsgruppen ein einheitlicher Milchpreis von 67,6 Rappen verwendet wurde. Die ganze Datenmenge wurde damit zu drei Betriebstypen kondensiert, welche die drei Produktionssysteme repräsentieren. Die aufbereiteten Daten dieser Betriebstypen flossen sodann in das einzelbetriebliche Analyse-Instrument AgriPerform ein (Gazzarin und Hoop 2017). Diese Betriebe konnten schliesslich in diesem Analyseinstrument einer umfangreicheren Gruppe von strukturell weitgehend ähnlichen

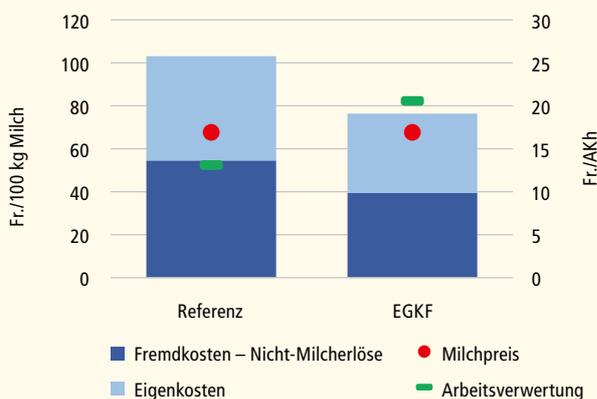


Abb. 2 | Gewinnschwelle und Arbeitsverwertung der Referenzgruppe im Vergleich zum EGKF-Betriebstyp (Eingrasen mit wenig Kraftfutter).

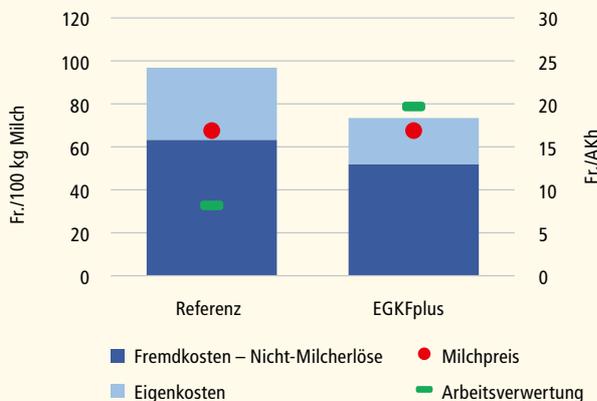


Abb. 3 | Gewinnschwelle und Arbeitsverwertung der Referenzgruppe im Vergleich zum EGKFplus-Betriebstyp (Eingrasen mit viel Kraftfutter).

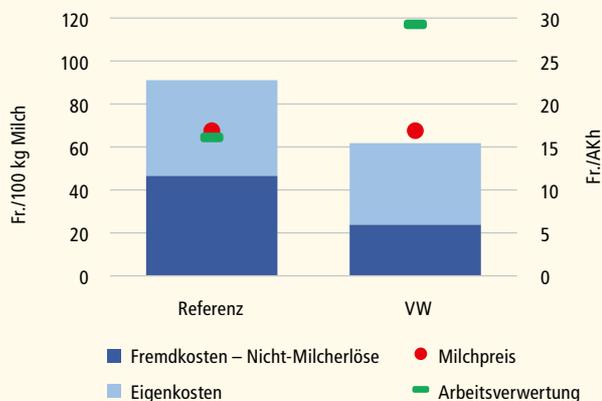


Abb. 4 | Gewinnschwelle und Arbeitsverwertung der Referenzgruppe im Vergleich zum Vollweide(VW)-Betriebstyp.

Referenzbetrieben gegenübergestellt werden. Diese Referenzbetriebsgruppe wird aus einem Datenpool der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (www.grundlagenbericht.ch) so zusammengestellt, dass sie dem Betriebstyp bezüglich Region, Anzahl Rindergrossvieheinheiten und Produktionsausrichtung (spezialisiert auf Verkehrsmilch) weitgehend ähnlich sind. Im Vergleich zu den Daten der Pilotbetriebe weisen die Referenzbetriebsgruppen eine deutlich höhere Repräsentativität für die Schweizer Milchproduktion auf.

Als Erfolgsgrößen werden der *Break Even* (Gewinnschwelle) und die Arbeitsverwertung vorgestellt. Die Gewinnschwelle ist ein langfristiger Indikator für die Wettbewerbsfähigkeit und kann auch mit ausländischen Betrieben verglichen werden. Basierend auf einem kalkulierten Lohnansatz von Fr. 28.– je Arbeitskraftstunde (Akh) entspricht die Gewinnschwelle einer vollen Kostendeckung. Je tiefer diese Gewinnschwelle liegt, desto wettbewerbsfähig ist der Betrieb.

Die Berechnung der Gewinnschwelle erfolgt über die Restwertmethode (Haberstock 2005). Dabei werden die Fremdkosten um die Erlöse der Kuppelprodukte wie Fleisch, Zuchttiere oder gesellschaftliche Dienstleistungen (Direktzahlungen) reduziert und so zusammen mit den Opportunitätskosten dem Haupterlös (Milch) gegenübergestellt. Die Arbeitsverwertung ist ein Mass für die Arbeitseffizienz innerhalb des Produktionssystems. Hierbei werden von den Gesamterlösen alle Kosten mit Ausnahme der Arbeitskosten abgezogen und dann mit der eingesetzten Arbeitszeit ins Verhältnis gesetzt, woraus der eigentliche Stundenlohn resultiert.

Resultate

Tabelle 2 zeigt die Abweichungen der Ist-Kosten zu den berechneten Standardkosten. Da die Kosten der reinen Pachtbetriebe im Vergleich zu den Eigentumsbetrieben an unterschiedlichen Kostenpositionen anfallen, werden die Kosten für Gebäude, Einrichtungen, Fremdkapital, Meliorationen und Pacht summiert als Infrastrukturkosten (GESMP) bezeichnet. Die Angestelltenkosten sind gesondert aufgeführt. Bei den Infrastrukturkosten liegen die IST-Kosten bei den EGKFplus Betrieben und insbesondere bei den Vollweidebetrieben deutlich tiefer als die Standardkosten. Bei den EGKF-Betrieben liegen die IST-Kosten mit den Standardkosten etwa gleichauf. Durch diese Standardisierung wurden für die weiteren Berechnungen die Infrastruktur- und Angestelltenkosten in der Summe um 6 % (EGKF) bis 21 % (VW) im Vergleich zu den IST-Kosten erhöht.

In Tabelle 3 sind die Strukturdaten der aus der Typisierung hervorgegangenen drei Betriebe mit den zugeordneten Referenzgruppen ersichtlich. Die Gegenüberstellung zeigt eine weitgehende Übereinstimmung mit der Betriebsgrösse mit Ausnahme des Vollweidebetriebes. Dieser liegt in der verkauften Milchmenge tiefer als die Referenzgruppe. Diese dürfte kaum reine Vollweidesysteme umfassen, da deren Milchleistungen deutlich höher liegen als es insbesondere für saisonale Vollweidebetriebe typisch ist.

Abbildung 1 zeigt in einem Scatter-Plot die Ergebnisse aller Einzelbetriebe, dargestellt als Arbeitsverwertung (basierend auf den IST-Kosten) im Verhältnis zur durch-

Tab. 3 | Strukturdaten und Kostenunterschiede der standardisierten Betriebstypen im Vergleich zu den Referenzgruppen (Abkürzungen siehe Tab. 1).

| | Referenz | EGKF | Referenz | EGKFplus | Referenz | Vollweide |
|--------------------------------|----------|------|----------|----------|----------|-----------|
| Anzahl Betriebe | 88 | | 87 | | 86 | |
| Anzahl Kühe | 34 | 36 | 47 | 50 | 41 | 41 |
| Milchleistung je Kuh (kg/Jahr) | 7253 | 6818 | 7596 | 8228 | 6998 | 5518 |
| Verkaufsmilchmenge (t) | 225 | 225 | 339 | 389 | 264 | 207 |

| | Rp./kg Milch | | Δ | Rp./kg Milch | | Δ | Rp./kg Milch | | Δ |
|-----------------------|--------------|------|----------|--------------|------|----------|--------------|------|----------|
| Direktkosten | 27,6 | 25,4 | -8 % | 33,7 | 33,5 | -1 % | 21,2 | 22,2 | 5 % |
| ... davon Kraftfutter | 12,1 | 6,8 | -44 % | 14,6 | 12,9 | -12 % | 10,4 | 3,0 | -71 % |
| Maschinen | 17,6 | 16,5 | -6 % | 16,3 | 14,3 | -12 % | 20,7 | 17,0 | -18 % |
| Gebäude | 18,5 | 13,6 | -26 % | 19,1 | 12,3 | -36 % | 21,5 | 17,3 | -20 % |
| Personal | 11,9 | 8,6 | -28 % | 8,3 | 7,6 | -9 % | 10,9 | 7,6 | -31 % |
| Eigene Arbeit | 47,3 | 35,7 | -25 % | 32,9 | 20,8 | -37 % | 43,4 | 36,6 | -16 % |

t = Tonnen; Δ = Differenz zu Referenz

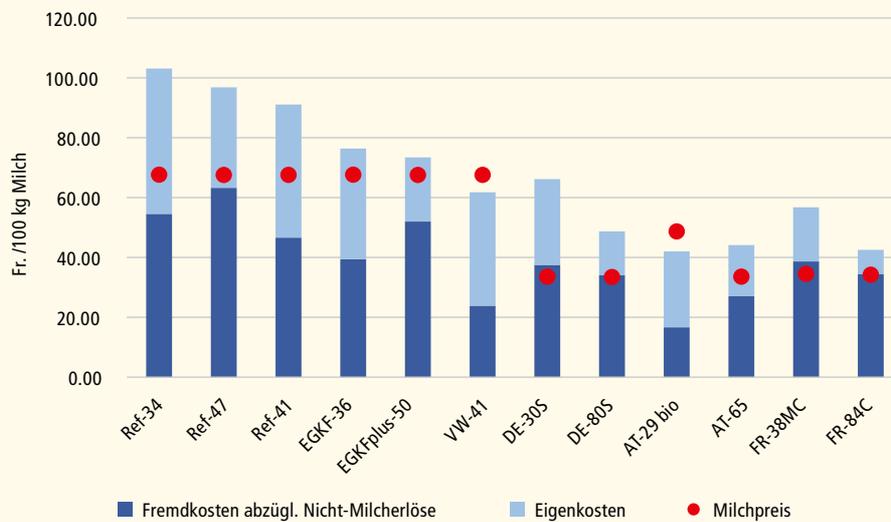


Abb. 5 | Kosten der Milchproduktion im internationalen Vergleich (Ref = Referenzgruppe, EGKF = Eingrasen mit wenig Kraftfutter; EGKFplus = Eingrasen mit viel Kraftfutter, VW = Vollweide, DE = Deutschland, AT = Österreich, FR = Frankreich, die Zahl nach der Abkürzung entspricht der Kuhzahl).

schnittlichen Jahresmilchleistung je Kuh. Eine höhere Milchleistung scheint keinen Einfluss auf die Arbeitsverwertung zu haben. Vielmehr weisen Betriebe mit einer Arbeitsverwertung höher als Fr. 28.– recht bescheidene Jahresmilchleistungen aus. Die Ergebnisse der Betriebstypen sind in Abbildungen 2 bis 4 dargestellt, jeweils im Vergleich zur passenden Referenzgruppe. Dabei wird der Milchpreis direkt den Kosten für die reine Milchproduktion gegenübergestellt. Das Ende der blauen Säule entspricht der Gewinnschwelle oder dem *Break Even*. Betrieb EGKF erreicht einen *Break Even* von 76 Rappen und produziert damit die Milch 26% günstiger als die Referenzgruppe (103 Rappen; Abb. 2). Die Arbeitsverwertung liegt mit rund 21.– Fr./AKh höher als bei der Referenzgruppe mit 13.– Fr./AKh. Die Detailanalyse der Kostenblöcke in Tabelle 3 zeigt grössere Kostenunterschiede beim Kraftfutter sowie bei den Gebäude- und Personalkosten zugunsten des EGKF-Betriebes. Betrieb EGKFplus erreicht einen *Break Even* von 73 Rappen und produziert die Milch damit 24% günstiger als die Referenzgruppe (97 Rappen; Abb. 3). Die Arbeitsverwertung liegt bei rund 20.– Fr./AKh im Vergleich zu 8.– Fr./AKh bei der Referenzgruppe. Die Ergebnisse dieses Betriebstyps sind damit recht ähnlich mit dem EGKF-Betrieb. Die Detailanalyse der Kostenblöcke zeigt grössere Kostenunterschiede bei den Gebäudekosten sowie bei den eigenen Arbeitskosten zugunsten des EGKFplus-Betriebes (Tab. 3). Der Vollweidebetrieb erreicht einen *Break Even* von 62 Rappen, liegt damit deutlich tiefer als die beiden vorgängigen Betriebstypen und produziert die Milch

um rund einen Drittel günstiger als die Referenzgruppe (91 Rappen; Abb. 4). Die Arbeitsverwertung liegt mit rund 29.– Fr./AKh deutlich höher als bei der Referenzgruppe mit 16.– Fr./AKh und damit auch klar höher als beim EGKF- oder EGKFplus-Betrieb. Die absolut grössten Kostenunterschiede sind beim Kraftfutter und bei der Arbeit zu verzeichnen (Tab. 3).

Im Durchschnitt produzieren die drei Betriebstypen die Milch um 26 Rappen günstiger als der Durchschnitt der drei Referenzgruppen. Die Kosten je Kilogramm verkaufte Milch zeigen auf den drei Betrieben ein unterschiedliches Bild. Der EGKFplus-Betrieb hat infolge des hohen Milchproduktionsvolumens durchgehend tiefere Strukturkosten als die übrigen beiden Betriebstypen. Dieser Kostenvorteil wird allerdings wieder aufgezehrt durch klar höhere Direktkosten, wobei insbesondere die hohen Kraftfutterkosten zu Buche schlagen. Besonders auffällig sind die geringen Kraftfutterkosten des Vollweidebetriebes.

Abbildung 5 zeigt die drei Betriebstypen zusammen mit den drei Referenzgruppen im internationalen Vergleich. Hierbei wurden aus dem *International Farm Comparison Network (IFCN)* je zwei typisierte Betriebe aus den Ländern Österreich (AT-), Frankreich (FR-) und Deutschland (DE-) gegenübergestellt. Die Referenzbetriebsgruppen produzieren die Milch im Durchschnitt fast doppelt so teuer wie die benachbarten EU-Betriebe (*Break Even* 97 Rappen zu 50 Rappen), während die ausgewählten Betriebstypen nur noch 40% darüber liegen (*Break Even* 71 Rappen). Der günstigste Betriebstyp (VW) liegt mit 61 Rappen schon recht nah am EU-Kostenniveau.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Milchproduktionssysteme mit Eingrasen oder Vollweide und verschiedenen Kraftfutterintensitäten wurden über drei Jahre die Buchhaltungsergebnisse von 36 Pilotbetrieben analysiert. Mit Hilfe einer Typisierung und Standardisierung liessen sich die Daten um betriebspezifische Besonderheiten korrigieren, womit die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse verbessert werden konnte. Die Systemgruppen «Vollweide» und «EGKFplus» (Eingrasen mit viel Kraftfutter) wiesen insbesondere in der Infrastruktur im Vergleich zum Standard tiefere IST-Kosten auf. Das lässt darauf schliessen, dass die Betriebe kostengünstigere Bedingungen haben, zum Beispiel ebenes Gelände, günstigeres Fremdkapital, geringerer Pachtlandanteil oder weniger Meliorationen. Bei den Angestelltenkosten bezahlen die Systemgruppen «EGKF» und «EGKFplus» eher unterdurchschnittliche Löhne, was zum Beispiel auch durch einen höheren Lehrlingsanteil bedingt sein kann.

Die Ergebnisse der korrigierten Betriebstypen sind durchwegs besser als vergleichbare Referenzbetriebe, die für die Schweizer Milchproduktion eine höhere Repräsentativität aufweisen. Dies dürfte zu einem Teil auf einen Selektionseffekt zurückzuführen sein, da sich mehrheitlich an Betriebsführung interessierte Teilnehmer meldeten. Die Betriebsleiter brachten sich aktiv in Arbeitskreisen ein, um bestehende Systeme zu diskutieren und Optimierungen vorzuschlagen. Insofern

kann von kostenbewussten Betriebsleitern mit überdurchschnittlichen Managementfähigkeiten ausgegangen werden. Zum anderen Teil zeigen die im Vergleich zur Referenzgruppe besseren Ergebnisse auch, dass mit einem weitgehenden Einsatz von Frischgras eine sehr gute Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann. Diese ist teilweise auch bedingt durch höhere Milchpreise infolge des höheren Anteils an Betrieben mit Käseemilch oder an Bio-Betrieben.

Basierend auf dem *Break Even*-Ergebnis liegt die produktionstechnische Verbesserung gepaart mit dem Managementeffekt bei 24 % bis 32 % im Vergleich zu den Referenzgruppen. Das heisst, die Milch kann unter Einsatz von Frischgras bei optimalem Kostenmanagement im Extremfall bis zu einem Drittel günstiger produziert werden als in strukturell vergleichbaren Betrieben. Die grössten Einsparungen sind beim Kraftfutter, dann aber auch beim Gebäude und bei der Arbeit zu verzeichnen. Wie bereits Haas und Hofstetter (2017) feststellten, können mit einem konsequenten Vollweidesystem höhere Arbeitsverwertungen realisiert und zu tieferen Milchpreisen produziert werden als mit den Mischsystemen (EGKF und EGKFplus). EGKFplus-Betriebe mit hohem Kraftfuttereinsatz sind gegenüber den EGKF-Betrieben trotz höherem Milchproduktionsvolumen nicht im Vorteil. Die hohen Direktkosten und die tieferen Nebenerlöse je kg Milch werden durch die tieferen Strukturkosten nicht ausgeglichen. Das zeigt, dass auch Betriebe mit geringeren Milchmengen sehr gute Ergebnisse erzielen können, sofern sie die Kosten bewusst tief halten. ■

Literatur

- Blättler T., Durgjai B., Knapp L. & Haller Th., 2015. Projekt Optimilch: Wirtschaftlichkeit der Vollweidestrategie – Ergebnisse 2000 bis 2010. *Agrarforschung Schweiz* 6 (7–8), 354–361.
- Gazzarin Ch. & Hilty R., 2002. Stallsystem für Milchvieh: Vergleich der Bauinvestitionen. FAT-Bericht Nr. 586, Forschungsanstalt Agroscope, Tänikon, Ettenhausen.
- Gazzarin Ch. & Schick M., 2004. Milchproduktionssysteme für die Talregion – Vergleich von Wirtschaftlichkeit und Arbeitsbelastung. FAT-Bericht Nr. 608, Forschungsanstalt Agroscope, Tänikon, Ettenhausen.
- Gazzarin Ch., Ammann H., Schick M., Van Caenegem L. & Lips M., 2005. Milchproduktionssysteme in der Tal- und Hügelregion – was ist optimal für die Zukunft? FAT-Bericht Nr. 645, Forschungsanstalt Agroscope, Tänikon, Ettenhausen.
- Gazzarin C., Frey H.-J., Petermann R. & Höltschi M., 2011. Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 418–423.
- Gazzarin C. & Hoop D., 2017. Kostenanalyse mit AgriPerform – neue Möglichkeiten der Betriebszweiganalyse. Agroscope Transfer Nr. 184, Agroscope, Ettenhausen.
- Haas Th. & Hofstetter P., 2017. Milchproduktion: Verkaufte Milchmenge und Weideanteil beeinflussen den Arbeitsverdienst. *Agrarforschung Schweiz* 8 (9), 356–363.
- Haberstock L., bearb. durch Breithecker V., 2005. Kostenrechnung I – Einführung. 12. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- Hemme T., 2000. Ein Konzept zur international vergleichenden Analyse von Politik- und Technikfolgen in der Landwirtschaft. Landbauforschung Völkensrode, Sonderheft 215. Braunschweig.
- Hofstetter P., Frey H.-J., Gazzarin C., Wyss U. & Kunz P., 2014a. Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. *The Journal of Agricultural Science* 152, 994–1011.
- Reidy B. & Ineichen S., 2015. Rationszusammensetzung und Futterautonomie von Schweizer Milchproduktionsbetrieben. 59. Jahrestagung der AGGF, 27.–29.08.2015, Aulendorf, Tagungsband, 35–39.
- LBBZ Hohenrain und Agridea, 2014. VOKO-Milch+Schweine (Vollkostenrechnung Milch und Schweine). LBZN Hohenrain und Agridea, Lindau.

Riassunto**Produzione di latte: risultati migliori con erba fresca e poco foraggio concentrato**

Per la produzione di latte molti detentori svizzeri di bestiame impiegano quote variabili di erba fresca (raccolta di foraggio verde o pascolo) e alimenti complementari. In quali configurazioni questi sistemi basati sull'erba fresca sono redditizi dal punto di vista economico? Per rispondere a questa domanda, nell'ambito del progetto «Ottimizzazione dei sistemi di produzione di latte basati sulla superficie inerbita con raccolta di foraggio verde (Hohenrain II)» sono state analizzate 36 aziende pilota per tre anni, dal 2014 al 2016. Le aziende sono state divise in tre gruppi, in base al sistema di produzione adottato: un sistema misto in cui venivano utilizzati in media 430 kg di foraggio concentrato per vacca per anno, un sistema misto in cui la quantità di foraggio concentrato per vacca per anno era in media di 1160 kg e un sistema di pascolo integrale (90 kg di foraggio concentrato per vacca per anno). I dati provenienti dai tre gruppi di aziende sono stati tipizzati in modo da considerare ogni gruppo come una singola azienda. Le tre «aziende» sono quindi state confrontate con un gruppo di controllo più rappresentativo, avente caratteristiche strutturali analoghe. I risultati mostrano che è possibile raggiungere un'elevata redditività impiegando prevalentemente erba fresca. Con questo sistema si risparmia in primo luogo sul foraggio concentrato e, secondariamente, su edifici e lavoro. Se attuato in modo coerente, il sistema di pascolo integrale consente di conseguire stipendi orari più elevati e prezzi del latte inferiori rispetto ai sistemi misti. Rese in latte superiori e produzione di quantitativi maggiori non portano a risultati migliori. Tuttavia, rispetto al gruppo di controllo, tutti i tipi di azienda oggetto dello studio producono latte a costi dal 24 % al 32 % inferiori e pagano da 8 a 13 CHF all'ora in più, grazie a una gestione migliore e a una maggiore consapevolezza dei costi.

Summary**Milk production: fresh grass with low concentrates pays off**

Many Swiss dairy farmers use variable proportions of fresh grass (forage or grazing) and supplementary feed in their production. Which characteristics are economically successful in these fresh grass systems? This question was addressed in the project «Optimisation of grassland-based milk production systems based on forage (Hohenrain II)» conducted on 36 pilot farms over three years (2014–2016). The farms were divided into three groups according to the system used: two mixed systems feeding on average 430 kg or 1160 kg of concentrates per cow per year, and a full-grazing system (90 kg of concentrates/cow/year). Using methodological data analysis, the three farm groups were typified as three individual farms and compared with a structurally similar and more representative reference group. The results show that very good economic efficiency can be achieved with extensive use of fresh grass. The greatest savings are in concentrates, with other savings being made in buildings and labour. With a consistently implemented full-grazing system, farmers can achieve higher productivity and produce at lower milk prices than with mixed systems. Higher milk yields and higher production volumes do not lead to better results. However, all farm types studied produce milk 24 % to 32 % more cheaply than the reference group and show higher productivity per hour worked, with the difference ranging from CHF 8 to CHF 13. The improvement is largely due to better management and strong cost awareness.

Key words: (Farm)Management, milkproduction, production costs, grass feeding, grazing, return to labour, break even.

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Ökobilanzanalyse weide- und graslandbasierter Milchproduktionssysteme

Joséphine Zumwald¹, Martin Braunschweig¹, Pius Hofstetter², Beat Reidy³ und Thomas Nemecek¹

¹Agroscope, 8046 Zürich, Schweiz

²Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN, 6170 Schüpfheim, Schweiz

³Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

Auskünfte: Thomas Nemecek, E-Mail: thomas.nemecek@agroscope.admin.ch



Für alle untersuchten Systeme besteht Optimierungspotenzial bei den Umweltauswirkungen.

(Foto: Franziska Akert, HAFL und ETHZ)

Einleitung

Die Umweltwirkungen der Milchproduktion sind von zahlreichen Einflussfaktoren abhängig. Neben den Standortbedingungen (Klima, Boden, Topographie) spielt die Ausgestaltung des Produktionssystems eine entscheidende Rolle: Die Zusammensetzung der Futterration, die Haltung (Stall/Weide), die Milchleistung pro

Kuh und das Hofdüngermanagement beeinflussen die Umweltwirkungen. Um diese senken zu können, sind detaillierte Analysen notwendig.

Verschiedene Ökobilanzstudien haben sich bereits mit diesem Thema auseinandergesetzt. Für graslandbasierte Milchproduktionssysteme mit Weidehaltung und

mit geringen Kraftfuttermengen wurde beispielsweise oft ein höherer Flächenbedarf und höhere Treibhausgasemissionen pro Kilogramm energiekorrigierte Milch (ECM) ermittelt, als für Systeme mit weniger Weidehaltung und höherem Kraftfuttereinsatz (Arsenault *et al.* 2009; Sutter *et al.* 2013; Thi Tuyet Hanh *et al.* 2013; Bystricky *et al.* 2015). Allerdings gibt es auch Studien, die bezüglich Flächenbedarf und Treibhausgasemissionen zu gegenteiligen Schlussfolgerungen kommen, wie beispielsweise O'Brien *et al.* (2012). Auch bezüglich Versauerung weisen die bisherigen Publikationen sowohl auf Vorteile wie auch auf Nachteile für graslandbasierte Systeme mit Weidehaltung hin (Arsenault *et al.* 2009; Sutter *et al.* 2013; Bystricky *et al.* 2015). Weiter weisen Untersuchungen darauf hin, dass Systeme mit einem höheren Anteil an Kraftfutter und Stallhaltung tendenziell bei Ökotoxizität, Phosphor(P)- und Kalium(K)-Ressourcenbedarf sowie Abholzung (für den Anbau von Soja) ungünstiger abschneiden (Sutter *et al.* 2013; Bystricky *et al.* 2015).

Betreffend die Umweltwirkungen der Milchproduktion gibt es also kein durchwegs bestes System. Je nach betrachteter Umweltwirkung und konkreter Ausgestaltung schneiden Produktionssysteme unterschiedlich ab, wie auch die Studie von Haupt *et al.* (2018) zusammenfasst. Welchen Einfluss die verschiedenen Charakteristiken der Produktionssysteme genau auf die Umweltwirkungen haben, und welche Schlüsse daraus für die Schweizer Milchproduktion gezogen werden können, ist deshalb abzuklären. Zudem wurden Systeme mit Eingrasen (hohe Frischgrasnutzung mit Teilweide und Grasfütterung im Stall), wie sie für die Schweiz typisch sind, bisher wenig untersucht. Als Teil des Projekts «Optimierung von graslandbasierten Milchproduktionssystemen auf Basis von Eingrasen (Hohenrain II)» (Reidy *et al.* 2017) hatte die vorliegende Studie deshalb zum Ziel, die Vor- und Nachteile folgender drei Fütterungssysteme bezüglich ihrer Umweltwirkungen zu analysieren: Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EGKF) und mit hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus).

Methode

Der Systemvergleich erfolgte auf Basis von Pilotbetrieben sowie des Systemvergleichs auf dem Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain (LU). Untersucht wurden die Vollweide mit saisonaler Abkalbung (VW) und minimalem Kraftfutter(KF)-Einsatz (0–300 kg KF/Kuh/Jahr), sowie Eingrasen mit Teilweide mit zwei unterschiedlichen Mengen an Kraftfutter (EGKF max. 500 kg KF/Kuh/Jahr; EGKFplus 800–1200 kg KF/Kuh/Jahr). Details zu den einzelnen Pro-

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts «Optimierung von graslandbasierten Milchproduktionssystemen auf Basis von Eingrasen (Hohenrain II)» haben wir die Umweltwirkungen von drei Systemen anhand der Ökobilanzmethode SALCA miteinander verglichen: Vollweide mit saisonaler Abkalbung, sowie zwei Varianten von Eingrasen mit unterschiedlichem Kraftfuttereinsatz (< 500 kg/Kuh/Jahr und 800–1200 kg/Kuh/Jahr). Systeme mit höherem Kraftfuttereinsatz weisen im Vergleich zu Systemen mit niedrigerem Kraftfuttereinsatz höhere und somit ungünstigere Werte in den Kategorien Kalium-Ressourcenbedarf und Ökotoxizität und teilweise in den Kategorien Phosphor-Ressourcenbedarf sowie Abholzung auf. Beim Treibhauspotenzial, bei der Ozonbildung und bei der Landschaftsästhetik weist das System mit höherem Kraftfuttereinsatz hingegen teilweise günstigere Werte auf als das Vollweide-System. In einigen weiteren Wirkungskategorien sind aufgrund der hohen Variabilität zwischen den untersuchten Betrieben und Jahren keine deutlichen Unterschiede zwischen den Systemen ersichtlich. Die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Umweltwirkungen der Milch sind die Futtermittelverwertung (kg Futter/kg energiekorrigierte Milch [ECM]), die Zusammensetzung der Futterration, die Zufuhr von Kraftfutter, die Remontierung von Kühen sowie die Düngung.

duktionssystemen und zur Versuchsanordnung können Ineichen *et al.* (2018) entnommen werden. Pro System wurden vier Pilotbetriebe für das Jahr 2014 analysiert. Gleichzeitig wurden die drei Systeme auf dem Gutsbetrieb während drei Jahren (2014–2016) untersucht. Die Datenerhebung wurde im Rahmen der Projektarbeiten durchgeführt (Reidy *et al.* 2017). Fehlende Daten wurden anhand von Daten aus Modellbetrieben abgeschätzt, die an den untersuchten Betrieb angepasst wurden. Die Modellbetriebe wurden aus verschiedenen Quellen zusammengestellt und repräsentieren jeweils den Durchschnitt einer Betriebsgruppe (z. B. Verkehrsmilchbetrieb, Tal, ökologischer Leistungsnachweis ÖLN). Als funktionelle Einheit diente ein Kilogramm ECM ab Hoftor. Die Systemgrenze umfasste die Viehhaltung (Milchkühe und Aufzucht), zugekaufte Tiere, Fütte-

rungs- und Düngermanagement, Produktion und Bereitstellung von Futtermitteln, mineralischen Düngern, Energieträgern, Gebäuden und sonstiger Infrastruktur. Die Umweltwirkungen des Gesamtsystems wurden anhand einer physischen Allokation basierend auf der Energie, die das Tier zur Produktion von 1 kg ECM und 1 kg Körpergewicht benötigt, auf die Produkte «Milch» und «lebende Tiere» aufgeteilt. Weitere Produktionszweige, wie Ackerbau oder andere Viehbestände als Rinder, wurden – falls vorhanden – von den gesamten Inputs abgezogen.

Die direkten Emissionen wurden mit der SALCAfarm-Methode berechnet. Diese ist speziell für diese Studie angepasst worden, um spezifische Merkmale der graslandbasierten Milchproduktion zu berücksichtigen (Nemecek und Ledgard 2016). So wurde zwischen den Stickstoff(N)-Ausscheidungen in Urin und Kot (Ammoniak, Lachgas und Nitrat) auf der Weide unterschieden, um den effektiven Emissionsprozessen gerecht zu werden. Die benötigten Inventare für Inputs und Prozesse auf dem Landwirtschaftsbetrieb (z. B. Futter, Mineral-

dünger, Diesel oder Gebäude) wurden aus der SALCA- und der ecoinvent-V3-Datenbank übernommen (ecoinvent Centre 2016). Die Wirkungsabschätzung basierte auf der SALCA-Wirkungsabschätzungsmethode und schloss 15 verschiedene Wirkungskategorien ein. Weitere Details zur Methode lassen sich dem umfassenden Bericht entnehmen (Zumwald *et al.* 2018).

Resultate und Diskussion

Die Kraftfutterzufuhr (Teil der Kategorie Ergänzungsfutter in Abb. 1) ist der einzige Einflussfaktor, der sich in klar unterschiedlichen Umweltwirkungen pro kg ECM zwischen den drei untersuchten Systemen auswirkt. Dessen Einsatz hat einen ungünstigen Einfluss auf den K-Ressourcenbedarf sowie auf die aquatische und terrestrische Ökotoxizität pro kg ECM (Abb. 1, Tab. 1, Tab. 2). Bezüglich dem P-Ressourcenbedarf und der Abholzung (potenziell abgeholzte Waldflächen durch Sojaanbau) sind die Unterschiede zwischen den Systemen nur für die Pilotbetriebe klar ersichtlich: VW schneidet jeweils

Tab. 1 | Ergebnisse für alle Wirkungskategorien (ausser Landschaft und Biodiversität) und für die verschiedenen Systeme über die drei Jahre (2014–2016) auf dem Gutsbetrieb (VW = Vollweide, EGKF = Eingrasen mit wenig Kraftfutter, EGKFplus = Eingrasen mit viel Kraftfutter),

| | | VW | | | EGKF | | | EGKFplus | | |
|--|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2014 | 2015 | 2016 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Ressourcenbezogene Wirkungskategorien | | | | | | | | | | |
| K-Ressourcenbedarf | kg | 3,07E-04 | 2,37E-04 | 2,01E-04 | 5,19E-04 | 4,81E-04 | 4,31E-04 | 7,31E-04 | 6,19E-04 | 6,25E-04 |
| P-Ressourcenbedarf | kg | 3,90E-04 | 3,13E-04 | 3,74E-04 | 2,66E-04 | 4,13E-04 | 1,54E-04 | 4,52E-04 | 6,22E-04 | 3,66E-04 |
| Flächenbedarf | m ² a | 1,95E+00 | 1,90E+00 | 1,60E+00 | 1,83E+00 | 1,92E+00 | 1,52E+00 | 1,81E+00 | 1,66E+00 | 1,26E+00 |
| Abholzung | m ² | 5,78E-04 | 5,12E-04 | 3,12E-04 | 6,01E-04 | 5,39E-04 | 3,27E-04 | 7,50E-04 | 6,09E-04 | 4,32E-04 |
| Nicht-erneuerbarer Energiebedarf | MJ eq | 4,37E+00 | 4,79E+00 | 4,14E+00 | 4,54E+00 | 5,22E+00 | 4,23E+00 | 4,60E+00 | 4,61E+00 | 3,62E+00 |
| Wasserbedarf | m ³ | 1,51E-02 | 1,74E-02 | 1,37E-02 | 1,51E-02 | 1,73E-02 | 1,42E-02 | 1,61E-02 | 1,52E-02 | 1,27E-02 |
| Emissionsbezogene Wirkungskategorien | | | | | | | | | | |
| Treibhausgaspotenzial | kg CO ₂ eq | 1,64E+00 | 1,69E+00 | 1,45E+00 | 1,54E+00 | 1,60E+00 | 1,33E+00 | 1,54E+00 | 1,27E+00 | 1,13E+00 |
| Versauerungspotenzial | molc H+ eq | 8,77E-03 | 9,26E-03 | 7,62E-03 | 7,95E-03 | 8,46E-03 | 6,18E-03 | 8,10E-03 | 6,84E-03 | 5,55E-03 |
| Terrestrisches Eutrophierungspotenzial | m ² | 2,69E+00 | 2,84E+00 | 2,32E+00 | 2,42E+00 | 2,58E+00 | 1,85E+00 | 2,46E+00 | 2,07E+00 | 1,67E+00 |
| Aquatisches Eutrophierungspotenzial N | kg N | 5,53E-03 | 7,14E-03 | 6,67E-03 | 7,41E-03 | 8,75E-03 | 7,32E-03 | 7,44E-03 | 7,40E-03 | 6,11E-03 |
| Aquatisches Eutrophierungspotenzial P | kg P | 1,44E-04 | 1,34E-04 | 1,18E-04 | 1,36E-04 | 1,42E-04 | 1,13E-04 | 1,35E-04 | 1,25E-04 | 9,33E-05 |
| Ozonbildungspotenzial | kg NMVOC eq | 2,97E-03 | 3,14E-03 | 2,79E-03 | 2,94E-03 | 3,00E-03 | 2,82E-03 | 2,95E-03 | 2,50E-03 | 2,35E-03 |
| Toxizität | | | | | | | | | | |
| Ökotoxizität aquatisch | kg 1,4-DB eq | 1,05E-02 | 8,58E-03 | 8,62E-03 | 1,28E-02 | 1,37E-02 | 1,08E-02 | 1,88E-02 | 2,10E-02 | 1,62E-02 |
| Ökotoxizität terrestrisch | kg 1,4-DB eq | 2,87E-04 | 2,43E-04 | 1,96E-04 | 4,63E-04 | 4,49E-04 | 4,43E-04 | 7,16E-04 | 7,28E-04 | 5,88E-04 |
| Humantoxizität | kg 1,4-DB eq | 2,80E-01 | 2,80E-01 | 2,37E-01 | 2,74E-01 | 2,90E-01 | 2,20E-01 | 2,95E-01 | 2,77E-01 | 2,15E-01 |

am günstigsten ab, und die Bio-Betriebe stechen mit den tiefsten Werten als besonders günstig heraus. Auf dem Gutsbetrieb sind für diese Kategorien hingegen keine klaren Unterschiede ersichtlich: Bei der Abholzung gleicht dort der Zukauf der Tiere, der bei allen Systemen jeweils ähnlich viel beiträgt, die durch das Kraftfutter vorhandenen Unterschiede zwischen den Systemen aus. Beim P-Ressourcenbedarf wirkt sich die Zufuhr beziehungsweise die Wegfuhr von Dürrfutter stark aus und gleicht somit die aufgrund des Kraftfutters vorhandenen Unterschiede zwischen den Systemen aus.

Die Unterschiede, die neben der Kraftfutterzufuhr zwischen den drei Systemen bestehen, sind nicht genügend ausgeprägt, um sich gleichzeitig auf dem Gutsbetrieb und den Pilotbetrieben deutlich zu zeigen. Die Resultate geben jedoch anhand der Ergebnisse auf dem Gutsbetrieb auch Hinweise auf Vorteile des Systems Eingrasen gegenüber VW. So schneidet beim Treibhauspotenzial, der Versauerung und der terrestrischen Eutrophierung sowie bei der Ozonbildung und der Landschaftsästhetik (nicht abgebildet, Zumwald *et al.* 2018) das EGKF-

plus-System tendenziell günstiger ab als VW. Widersprüchliche Resultate gibt es zwischen dem Gutsbetrieb und den Pilotbetrieben für die Versauerung und die terrestrische Eutrophierung: Auf den Pilotbetrieben hat VW im Vergleich zu EGKFplus geringere Auswirkungen, während es sich auf dem Gutsbetrieb genau umgekehrt verhält. Dieser Unterschied hat mit dem höheren durchschnittlichen Rohprotein-Gehalt des Gesamtfutters auf dem Gutsbetrieb zu tun, der vor allem bei VW für einen N-Überschuss sorgt. Um die ungünstigen Auswirkungen auf die Versauerung und auf die terrestrische Eutrophierung von VW-Systemen zu reduzieren, gilt es die vor allem in den Sommer- und Herbstmonaten erhöhten Rohprotein-Gehalte des Futters gezielt auszugleichen. (Reidy *et al.* 2017).

In den weiteren untersuchten Wirkungskategorien Energiebedarf, Flächenbedarf, aquatische P-Eutrophierung und Biodiversität (nicht abgebildet, Zumwald *et al.* 2018) überlappen sich die Werte der einzelnen Systeme sowohl für den Gutsbetrieb wie auch für die Pilotbetriebe. Es gibt für viele Wirkungskategorien eine hohe Varia-

Tab. 2 | Minimale, maximale und Mittelwerte (MW) für alle Wirkungskategorien (ausser Landschaft und Biodiversität) und für die verschiedenen Systeme der Pilotbetriebe für das Jahr 2014 (Abkürzungen s. Tab. 1).

| | | VW | | | EGKF | | | EGKFplus | | |
|--|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | Min. | MW | Max. | Min. | MW | Max. | Min. | MW | Max. |
| Ressourcenbezogene Wirkungskategorien | | | | | | | | | | |
| K-Ressourcenbedarf | kg | 3,15E-05 | 2,13E-04 | 4,45E-04 | 1,84E-05 | 2,57E-04 | 5,83E-04 | 7,56E-04 | 9,19E-04 | 1,14E-03 |
| P-Ressourcenbedarf | kg | 6,72E-05 | 1,50E-04 | 2,27E-04 | 4,51E-05 | 2,72E-04 | 5,02E-04 | 5,77E-04 | 6,90E-04 | 8,41E-04 |
| Flächenbedarf | m ² a | 1,59E+00 | 2,35E+00 | 3,02E+00 | 1,60E+00 | 1,84E+00 | 2,13E+00 | 1,54E+00 | 1,85E+00 | 2,32E+00 |
| Abholzung | m ² | 5,64E-05 | 2,69E-04 | 4,70E-04 | 4,22E-05 | 6,45E-04 | 1,50E-03 | 1,14E-03 | 1,75E-03 | 2,63E-03 |
| Nicht-erneuerbarer Energiebedarf | MJ eq | 4,10E+00 | 4,72E+00 | 5,37E+00 | 3,88E+00 | 4,15E+00 | 4,49E+00 | 3,96E+00 | 5,16E+00 | 7,16E+00 |
| Wasserbedarf | m ³ | 1,36E-02 | 1,64E-02 | 2,02E-02 | 1,27E-02 | 1,53E-02 | 1,88E-02 | 1,22E-02 | 1,53E-02 | 1,95E-02 |
| Emissionsbezogene Wirkungskategorien | | | | | | | | | | |
| Treibhausgaspotenzial | kg CO ₂ eq | 1,40E+00 | 1,64E+00 | 2,04E+00 | 1,31E+00 | 1,40E+00 | 1,54E+00 | 1,30E+00 | 1,51E+00 | 1,89E+00 |
| Versauerungspotenzial | molc H+ eq | 6,27E-03 | 7,54E-03 | 9,13E-03 | 8,43E-03 | 9,43E-03 | 1,07E-02 | 9,34E-03 | 1,03E-02 | 1,19E-02 |
| Terrestrisches Eutrophierungspotenzial | m ² | 1,87E+00 | 2,27E+00 | 2,78E+00 | 2,61E+00 | 2,92E+00 | 3,34E+00 | 2,87E+00 | 3,17E+00 | 3,64E+00 |
| Aquatisches Eutrophierungspotenzial N | kg N | 2,03E-03 | 4,09E-03 | 5,65E-03 | 2,35E-03 | 6,65E-03 | 1,55E-02 | 5,26E-03 | 8,16E-03 | 1,38E-02 |
| Aquatisches Eutrophierungspotenzial P | kg P | 1,06E-04 | 1,47E-04 | 1,85E-04 | 1,21E-04 | 1,34E-04 | 1,45E-04 | 1,29E-04 | 1,47E-04 | 1,80E-04 |
| Ozonbildungspotenzial | kg NMVOC eq | 2,46E-03 | 3,09E-03 | 4,03E-03 | 2,49E-03 | 2,68E-03 | 2,92E-03 | 2,76E-03 | 3,01E-03 | 3,59E-03 |
| Toxizität | | | | | | | | | | |
| Ökotoxizität aquatisch | kg 1,4-DB eq | 4,49E-03 | 6,05E-03 | 8,29E-03 | 2,70E-03 | 6,26E-03 | 9,88E-03 | 1,69E-02 | 2,08E-02 | 2,56E-02 |
| Ökotoxizität terrestrisch | kg 1,4-DB eq | 1,88E-04 | 2,75E-04 | 3,55E-04 | 2,20E-04 | 3,10E-04 | 3,76E-04 | 7,97E-04 | 1,76E-03 | 3,08E-03 |
| Humantoxizität | kg 1,4-DB eq | 2,66E-01 | 3,22E-01 | 3,63E-01 | 2,53E-01 | 2,67E-01 | 2,98E-01 | 2,88E-01 | 3,23E-01 | 3,94E-01 |

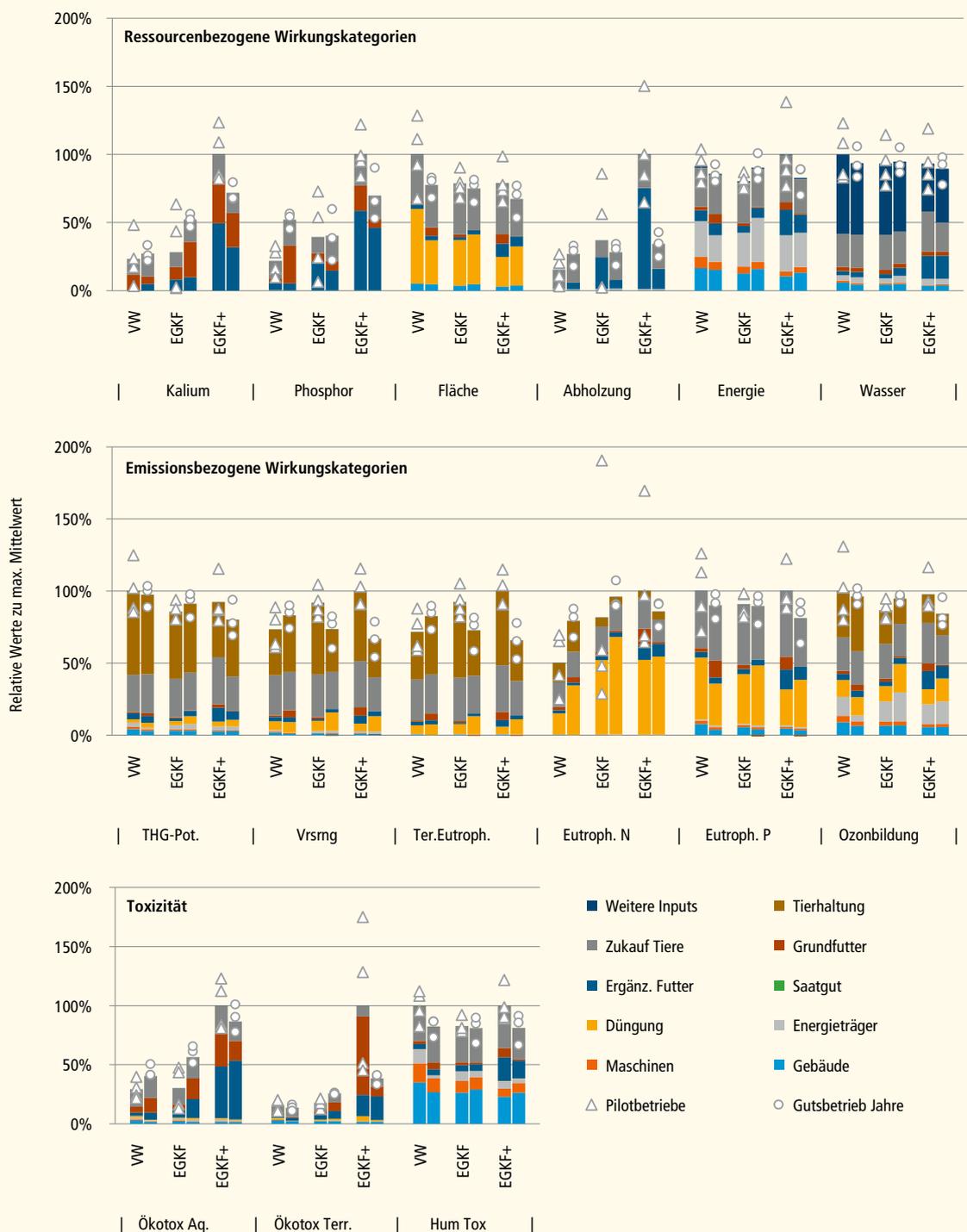


Abb. 1 | Vergleich der Ergebnisse aller Wirkungskategorien für die verschiedenen Systeme. Säulen stellen die Mittelwerte dar (linke Säule: Mittelwert der vier Pilotbetriebe, rechte Säule: Mittelwert der drei Jahre des Gutsbetriebs). Dreiecke zeigen Werte der einzelnen Pilotbetriebe, Kreise stellen Werte der einzelnen Jahre des Gutsbetriebs dar. Kalium = Kalium-Ressourcenbedarf, Phosphor = Phosphor-Ressourcenbedarf, Fläche = Flächenbedarf, Abholzung = potenziell abgeholzte Fläche, Energie = nicht-erneuerbarer Energiebedarf, Wasser = Wasserbedarf, THG-Pot. = Treibhauspotenzial, Vrsrng = Versauerungspotenzial, ter. Eutroph. = terrestrisches Eutrophierungspotenzial, Eutroph. N = aquatisches Eutrophierungspotenzial N, Eutroph. P = aquatisches Eutrophierungspotenzial P, Ozonbildung = photochemisches Ozonbildungspotenzial, Ökotox Aq. = aquatisches Ökotoxizitätspotenzial, Ökotox Terr. = terrestrisches Ökotoxizitätspotenzial, Hum Tox = Human-toxizität. VW = Vollweide, EGKF = Eingrasen mit wenig Kraftfutter, EGKF+ = Eingrasen mit viel Kraftfutter.

bilität in den Ergebnissen. Für die Variabilität zwischen den einzelnen Jahren auf dem Gutsbetrieb ist häufig die Remontierung von Tieren von Bedeutung, sowie der Futterzukauf, der aufgrund der Ertragsschwankungen von Jahr zu Jahr unterschiedlich hoch ausfällt. Auch zwischen den verschiedenen Pilotbetrieben spielt die unterschiedliche Remontierungsrate eine Rolle. Zudem gibt es Betriebe, bei denen der Futterzukauf stärker ins Gewicht fällt. Bei der aquatischen N-Eutrophierung gibt es Ausreisser nach oben, wenn pro Fläche besonders viel gedüngt wird. Innerhalb der Systeme besteht offensichtlich ein beträchtliches Optimierungspotenzial: In den meisten Wirkungskategorien ist es mit allen Systemen grundsätzlich möglich, ähnlich günstig abzuschneiden. Ausnahmen bilden dabei die Kategorien, die stark vom Kraftfutterzukauf beeinflusst werden.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Alle untersuchten Systeme zeigen spezifische Vor- und Nachteile bezüglich ihrer Umweltwirkungen, und es gibt kein System, welches bei sämtlichen Wirkungskategorien überlegen ist. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die untersuchten Umweltwirkungen der Milchproduktion sind:

- Die Zusammensetzung der Futtermischung (Zufuhr von Kraftfutter wirkt sich negativ auf den K-Ressourcenbedarf und die Ökotoxizität aus; Nährstoffüberschüsse führen zu höheren Treibhausgasemissionen, Versauerung, terrestrischer Eutrophierung, aquatischer Eutrophierung mit N sowie Ozonbildung);
- die Futterverwertung (tiefe Futterverwertung [kg Futter/kg Milch] führt zu höheren direkten Treibhausgasemissionen);
- die Remontierung von Tieren (Einfluss auf alle Wirkungskategorien);
- die Düngung (N-Überschüsse in der Tierhaltung und hohe Düngergaben führen zu hoher aquatischer N-Eutrophierung).

Somit lässt sich an folgenden Punkten ansetzen, um die Umweltwirkungen der Milch zu senken:

- Betreffend Abholzung, P- und K-Ressourcenbedarf sowie Ökotoxizität erweisen sich Systeme mit geringerem Kraftfuttermittelverbrauch als vorteilhafter gegenüber Systemen mit mehr Kraftfutter. Sind diese Kategorien prioritär, sollten Systeme mit weniger Kraftfutter bevorzugt werden.
- Eine bessere Kenntnis der Futterzusammensetzung und -nährstoffe, speziell betreffend Wiesenfutter

würde eine entsprechende Optimierung der Ration erlauben. Beispielsweise können mit gezielter Zufütterung von energiereichem Futter (z. B. Silomais) Nährstoffverluste und Umweltauswirkungen vermindert und die Milchleistung erhöht werden. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass eine solche Zufütterung bei Weidehaltung die Futteraufnahme auf der Weide beeinträchtigen kann.

- Eine längere Nutzungsdauer der Kühe, die sich in einer geringeren Remontierung von Rindern pro kg ECM auswirkt, hat potenziell eine sehr günstige Wirkung auf viele Wirkungskategorien und ist anzustreben (Alig *et al.* 2015).
- Ein gezielter und emissionsarmer Einsatz der Hofdünger, zusammen mit gegebenenfalls genaueren Kenntnissen der Nährstoffgehalte, könnte zu geringeren Verlusten führen.

Für die weitere Forschung im Bereich der Ökobilanzierung von graslandbasierten Milchproduktionssystemen können folgende Empfehlungen gemacht werden: Der Trade-Off zwischen den negativen und positiven Auswirkungen des Kraftfuttermittelverbrauchs auf gewisse Wirkungskategorien sollte mittels umfassenderer Untersuchungen analysiert werden, um den optimalen Einsatz kontextspezifisch zu ermitteln. Weiter hat diese Studie gezeigt, dass es von Bedeutung ist, die genaue Zusammensetzung und -menge von Futter und Hofdünger bei Ökobilanzanalysen spezifisch zu erfassen und zu berücksichtigen. Dies gilt ebenso für die Remontierung von Tieren (durch eigene Aufzucht oder Zukauf), die generell ein wichtiger Faktor für die Umweltwirkungen der Milch darstellt und bei Ökobilanzen berücksichtigt werden sollte. ■

Dank

Wir danken der Stiftung Sur-la-Croix für die Finanzierung des Projekts.

Literatur

- Alig M., Prechsl U., Schwitter K., Waldvogel T., Wolff V., Wunderlich A., Zorn A. & Gaillard G., 2015. Ökologische und ökonomische Bewertung von Klimaschutzmassnahmen zur Umsetzung auf landwirtschaftlichen Betrieben in der Schweiz. Agroscope, Zürich. *Agroscope Science* **29**, 160 S., Zugang: <http://www.agroscope.ch/science>
- Arsenaault N., Tyedmers P. & Fredeen A., 2009. Comparing the environmental impacts of pasture-based and confinement-based dairy systems in Nova Scotia (Canada) using life cycle assessment. *International Journal of Agricultural Sustainability* **7** (1), 19–41.
- Bystricky M., Alig M., Nemecek T. & Gaillard G., 2015. Ökobilanz von Schweizer Landwirtschaftsprodukten im Vergleich zum Import. *Agrarforschung Schweiz* **6** (6), 264–269.
- ecoinvent Centre, 2016. ecoinvent Data - The Life Cycle Inventory Data V3.3. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf.
- Haupt C., Hofer N., Roesch A., Gazzarin C. & Nemecek T., 2018. Analyse ausgewählter Massnahmen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Schweizer Milchproduktion – eine Literaturstudie. Agroscope, Zürich und Tänikon. *Agroscope Science* **58**, 75 S., Zugang: <http://www.agroscope.ch/science>
- Ineichen S., Akert F., Frey H., Wyss U., Hofstetter P., Schmid H., Gut W. & Reidy B., 2018. Serie Systemvergleich Hohenrain II: Versuchsbeschreibung und Qualität des frischen Wiesenfutters. *Agrarforschung Schweiz* **9** (4), 112–119.
- Nemecek T. & Ledgard S., 2016. Modelling farm and field emissions in LCA of farming systems: the case of dairy farming. In: Proc. of 10th International Conference on Life Cycle Assessment of Food 2016, Dublin UCD, 1135–1144.
- O'Brien D., Shalloo L., Patton J., Buckley F., Grainger C. & Wallace M., 2012. A life cycle assessment of seasonal grass-based and confinement dairy farms. *Agricultural Systems* **107**, 33–46.
- Reidy B., Mulser E., Ineichen S., Akert F., Dorn K., Probst S., Frey H., Haas T., Höltschi M. & Hofstetter P. 2017: Optimierung der Milchproduktion mit frischem Wiesenfutter – Drei Systeme im Vergleich. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein.
- Sutter M., Nemecek T. & Thomet P., 2013. Vergleich der Ökobilanzen von stall- und weidebasierter Milchproduktion. *Agrarforschung Schweiz* **4** (5), 230–237.
- Thi Tuyet Hanh N., Corson M. S., Doreau M., Eugene M. & van der Werf H. M. G., 2013. Consequential LCA of switching from maize silage-based to grass-based dairy systems. *International Journal of Life Cycle Assessment* **18** (8), 1470–1484.
- Zumwald, J., Braunschweig, M. & Nemecek, T., 2018. Ökobilanz von drei Milchproduktionssystemen unterschiedlicher Intensität auf Basis von Eingrasen und Vollweide. *Agroscope Science* **61**, Zugang: <http://www.agroscope.ch/science>

Riassunto**Analisi del ciclo di vita di sistemi di produzione lattiera basati sul pascolo e sulla superficie inerbita**

Nel quadro del progetto «Ottimizzazione dei sistemi di produzione lattiera sulla base di foraggio verde (Hohenrain II)» abbiamo confrontato tra di loro gli effetti ambientali di tre sistemi in base al metodo del bilancio ecologico SALCA: pieno pascolo con parto stagionale e due varianti di foraggio verde con un diverso impiego di foraggio concentrato (< 500 kg/vacca/anno und 800–1200 kg/vacca/anno). I sistemi con un impiego di foraggio concentrato più elevato presentano in confronto ai sistemi con un minore impiego di foraggio concentrato valori più elevati e quindi meno favorevoli nelle categorie del fabbisogno delle risorse di potassio, dell'ecotossicità e talvolta a livello del fabbisogno delle risorse di fosforo e del disboscamento. Per quanto riguarda il potenziale di effetto serra, la creazione di ozono e l'estetica paesaggistica il sistema con un maggiore impiego di foraggio concentrato presenta invece valori più favorevoli rispetto al sistema di pieno pascolo. In alcune altre categorie degli effetti, in ragione di un'elevata variabilità tra le aziende esaminate e gli anni, non sono riscontrabili differenze significative tra i sistemi. I più importanti fattori che influiscono sull'impatto ambientale del latte sono l'indice di consumo (kg foraggio/kg latte energeticamente corretto [ECM]), la composizione della razione di foraggio, l'apporto di foraggio concentrato, la rimonta delle vacche e la concimazione.

Summary**Life-cycle assessment of pasture- and grassland-based milk production systems**

As part of the project 'Optimisation of Grassland-Based Milk Production Systems based on Fresh-Grass Harvesting (Hohenrain II)', we used the SALCA life-cycle assessment method to compare the environmental impacts of three systems, viz. full-grazing with seasonal calving and two variants of fresh-grass harvesting with differing use of concentrates (< 500 kg/cow/year and 800–1200 kg/cow/year). Systems using higher amounts of concentrates had higher, and hence less favourable, scores in the 'potassium resource demand' and 'ecotoxicity' categories, as well as in the 'phosphorus resource demand' and 'deforestation' categories in some instances, than systems using lower amounts of concentrates. By contrast, for 'global warming potential', 'ozone formation' and 'landscape aesthetics', the system using higher amounts of concentrates in some cases had more favourable scores than the full-grazing system. In several additional impact categories there were no obvious differences between the systems, owing to the high variability between the farms and years investigated. The main factors influencing the environmental impact of milk were feed conversion (kg feed/kg energy-corrected milk [ECM]), composition of the feed ration, concentrate intake, cattle restocking, and fertiliser application.

Key words: life cycle assessment, environment, dairy production, grazing, concentrate feed.

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Nährstoff- und Mineralstoffgehalte der konservierten Futtermittel

Ueli Wyss¹, Patrick Schlegel¹, Hansjörg Frey², Franziska Akert^{3,4}, Ester Mulser³ und Beat Reidy³

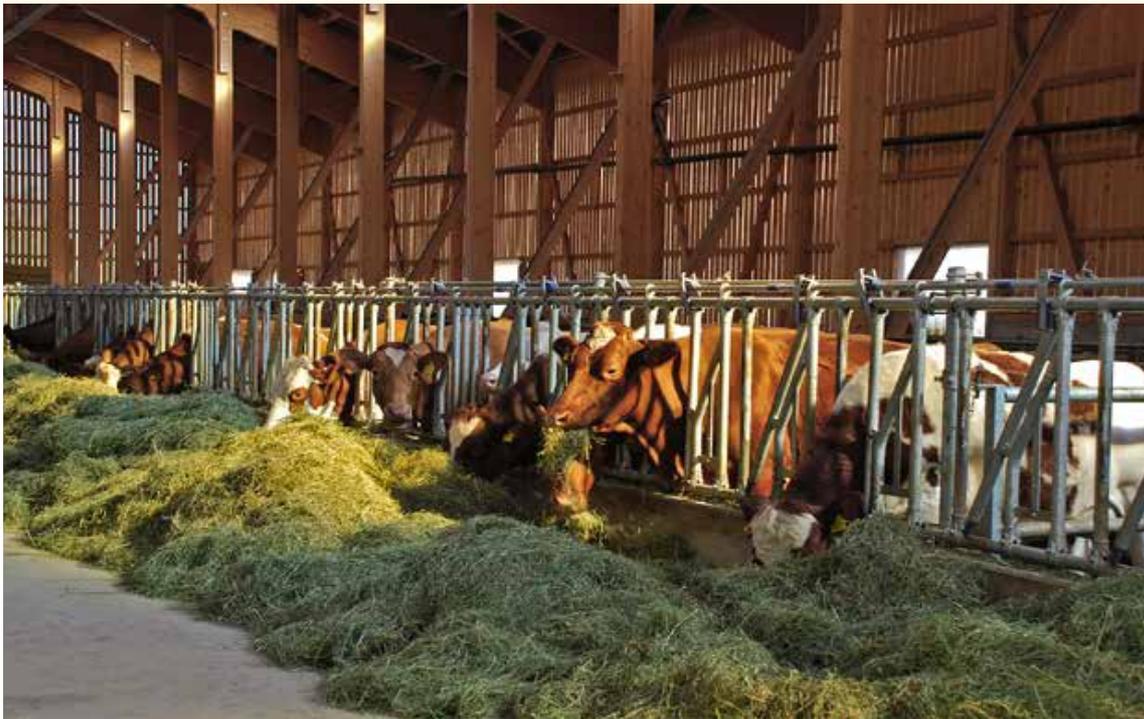
¹Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz

²Berufsbildungszentrum für Natur und Ernährung, BBZN, 6276 Hohenrain, Schweiz

³Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

⁴Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 8092 Zürich, Schweiz

Auskünfte: Ueli Wyss, E-Mail: ueli.wyss@agroscope.admin.ch



Bei den belüfteten Dürrfutterproben von den Pilotbetrieben entsprachen die Nährstoffe, Nährwerte und Mineralstoffe im Wesentlichen den Resultaten der Raufutter-Enquête. (Foto: Franziska Akert, HAFL und ETHZ)

Einleitung

Im Projekt Hohenrain II wurden von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter (Eingrasen) während der Vegetationsperiode untersucht (Ineichen *et al.* 2018). Neben dem Gutsbetrieb in Hohenrain waren auch 38 Pilotbetriebe, verteilt auf drei Regionen in der Schweiz, am Projekt beteiligt.

Im Projekt standen Fragen zum Eingrasen in Kombination mit der Weide im Vordergrund. Um Aussagen zur Qualität des konservierten Wiesenfutters machen zu können, wurde im Projekt auch die für die Winterfütterung zubereiteten Futtermittel analysiert. Dabei stand die Frage im Vordergrund, ob sich in Bezug auf die Nährstoffe und Nährwerte des konservierten Futters

(Dürrfutter, Grassilage und Trockengras) Unterschiede zwischen den Versuchsjahren und Regionen ergaben. Während des Anwelkens und der Silierung von Wiesenfutter findet ein Proteinabbau und eine Umlagerung bei den Rohproteinfraktionen statt (Hoedtke *et al.* 2000). Inwieweit der Proteinabbau auch bei der Dürrfutterbereitung eine Rolle spielt, sollte zusätzlich an einem Teil des vorliegenden Materials untersucht werden.

Material und Methoden

Für das Projekt wurden insgesamt 38 Pilotbetriebe, verteilt auf drei Regionen im schweizerischen Mittelland, ausgewählt beim Projekt Systemvergleich Hohenrain II mitzumachen. Sie entsprachen den Kriterien der drei Milchproduktionssysteme Vollweide (VW) beziehungsweise Verfütterung von frischem Gras im Stall mit Teilweide ergänzt mit zwei unterschiedlichen Kraftfuttermitteln (EGKF und EGKFplus) (Ineichen *et al.* 2018). Die Betriebe mit Eingrasen und hohen Kraftfuttermitteln produzierten ausschliesslich Käsereimilch und verfütterten keine Silagen. Bei den anderen zwei Systemen produzierte nur rund die Hälfte der Betriebe silofreie Milch. Während der dreijährigen Versuchsdauer stiegen zwei Betriebe aus dem Projekt aus. Von den restlichen 36 Betrieben hatten 31 Betriebe eine Heubelüftung. Von denjenigen Betrieben, die keine Heubelüftung hatten, gehörten drei Betriebe der Vollweidegruppe und je ein Betrieb den Systemen EGKF und EGKFplus an.

Im Spätherbst beziehungsweise Anfang Winter 2013/2014 bis 2015/2016 wurden die Betriebe besucht und Proben vom konservierten Futter gezogen. Entweder handelte es sich um Heu- beziehungsweise Emdproben oder um Mischproben aus Heu und Emd. Gleichzeitig wurden auch auf dem Gutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain (620 m ü. M.), Kanton Luzern, Proben vom konservierten Futter gezogen. Die Trockensubstanz (TS)-Bestimmung der Silageproben erfolgte an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in Zollikofen. Anschliessend wurden die Proben bei Agroscope auf 1 mm (Brabender, Duisburg, Deutschland) gemahlen und mit NIRS die Nährstoffe (Rohasche, Rohprotein, Rohfaser, ADF, NDF und Zucker) bestimmt (Ampuero Kargten und Wyss 2014). Die Energie- (NEL) und Proteingehalte (APDE und APDN) wurden mit den Regressionen für unbekannt botanische Zusammensetzung berechnet (Agroscope 2018a). Zusätzlich wurden bei einem Teil der Proben nach der Veraschung die Mengen- und Spurenelemente Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium

Zusammenfassung ■ Im Projekt Hohenrain II wurden von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter während der Vegetationsperiode untersucht. Von den Erntejahren 2013 bis 2015 wurden vom konservierten Futter (Dürrfutter, Grassilage und Trockengras) die Inhaltsstoffe analysiert. Zusätzlich wurden vom Erntejahr 2015 in den Dürrfutter- und Grassilageproben die Rohproteinfraktionen bestimmt. Neben den Proben des Gutsbetriebes in Hohenrain wurden auch Proben der 38 Pilotbetriebe, verteilt auf drei Regionen in der Schweiz, in der Untersuchung analysiert. Beim Dürrfutter entsprachen die durchschnittlichen Gehalte von den Pilotbetrieben den Werten, die jährlich in der Raufutter-Enquête publiziert wurden. Bei den Silagen fielen insbesondere die NEL-Gehalte der Pilotbetriebe leicht tiefer aus. Das Jahr, beziehungsweise die Region, hatte nur bei einigen Nährstoffen einen Einfluss auf deren Gehalt. Bei den Nährwerten konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Proben des analysierten Trockengrases wiesen teilweise sehr hohe Rohaschegehalte und entsprechend tiefe NEL-Gehalte auf. Bei den Rohproteinfraktionen ergaben sich Unterschiede zwischen den Dürrfutter- und Silageproben, wobei bei den Silagen insbesondere die Nicht-Protein-Stickstoff-Fraktion höher ausfiel.

Tab. 1 | Nährstoff- und Nährwertgehalte von belüftetem Dürrfutter in Abhängigkeit des Jahres und der Region.

| | | Jahr | | | Region | | | RMSE | Signifikanz | | |
|------------|----------|------|------|------|--------|-------|-----|------|-------------|--------|-------|
| | | 2013 | 2014 | 2015 | West | Mitte | Ost | | Jahr | Region | J × R |
| Anzahl | n | 42 | 39 | 62 | 39 | 55 | 49 | | | | |
| Rohasche | g/kg TS | 89 | 99 | 92 | 91 | 94 | 95 | 12,1 | <0,001 | n.s. | n.s. |
| Rohprotein | g/kg TS | 123 | 134 | 129 | 130 | 127 | 130 | 27,3 | n.s. | n.s. | n.s. |
| Rohfaser | g/kg TS | 271 | 262 | 269 | 277 | 265 | 261 | 26,1 | n.s. | <0,05 | n.s. |
| ADF | g/kg TS | 304 | 297 | 305 | 315 | 300 | 290 | 25,3 | n.s. | <0,001 | n.s. |
| NDF | g/kg TS | 505 | 475 | 499 | 504 | 495 | 481 | 44,5 | <0,01 | n.s. | n.s. |
| Zucker | g/kg TS | 110 | 117 | 118 | 112 | 115 | 119 | 14,9 | n.s. | <0,05 | n.s. |
| NEL | MJ/kg TS | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,2 | 5,3 | 5,3 | 0,29 | n.s. | n.s. | n.s. |
| APDE | g/kg TS | 84 | 87 | 85 | 85 | 85 | 86 | 7,6 | n.s. | n.s. | n.s. |
| APDN | g/kg TS | 78 | 85 | 82 | 82 | 80 | 82 | 17,8 | n.s. | n.s. | n.s. |

RMSE: Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers; n.s.: nicht signifikant (P > 0,05)
 TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: ethanollösliche Kohlenhydrate; NEL: Netto-Energie Milch;
 APDE: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann;
 APDN: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann

Tab. 2 | Nährstoff- und Nährwertgehalte von den untersuchten Grassilagen in Abhängigkeit des Jahres und der Region

| | | Jahr | | | Region | | | RMSE | Signifikanz | | |
|------------|----------|------|------|------|--------|-------|------|------|-------------|--------|-------|
| | | 2013 | 2014 | 2015 | West | Mitte | Ost | | Jahr | Region | J × R |
| Anzahl | n | 10 | 12 | 22 | 14 | 26 | 4 | | | | |
| TS-Gehalt | % | 32,1 | 39,5 | 38,5 | 30,4 | 38,0 | 41,7 | 7,29 | n.s. | <0,01 | n.s. |
| Rohasche | g/kg TS | 112 | 109 | 102 | 106 | 116 | 101 | 17,2 | n.s. | n.s. | n.s. |
| Rohprotein | g/kg TS | 147 | 157 | 148 | 151 | 150 | 151 | 34,7 | n.s. | n.s. | n.s. |
| Rohfaser | g/kg TS | 272 | 264 | 262 | 269 | 259 | 271 | 37,6 | n.s. | n.s. | n.s. |
| ADF | g/kg TS | 314 | 294 | 291 | 299 | 292 | 308 | 40,5 | n.s. | n.s. | n.s. |
| NDF | g/kg TS | 475 | 447 | 454 | 460 | 457 | 460 | 57,1 | n.s. | n.s. | n.s. |
| Zucker | g/kg TS | 34 | 69 | 82 | 47 | 71 | 68 | 35,1 | <0,05 | n.s. | n.s. |
| NEL | MJ/kg TS | 5,4 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 9,45 | n.s. | n.s. | n.s. |
| APDE | g/kg TS | 74 | 76 | 76 | 74 | 75 | 77 | 6,1 | n.s. | n.s. | n.s. |
| APDN | g/kg TS | 93 | 98 | 93 | 95 | 94 | 95 | 21,5 | n.s. | n.s. | n.s. |

RMSE: Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers; n.s.: nicht signifikant (P > 0,05)
 TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: ethanollösliche Kohlenhydrate; NEL: Netto-Energie Milch;
 APDE: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann;
 APDN: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann.

(Na), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn) und Zink (Zn) mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES, Optima 7300 DV Perkin-Elmer, Schwerzenbach, Schweiz) analysiert. Von den Dürrfutter- und Grassilageproben vom Erntejahr 2015 wurden gemäss Licitra *et al.* (1996) im kommerziellen Labor LKS (Landwirtschaftliche Kommunikations- und Servicegesellschaft mbH LKS, 09577 Niederwiesa, Deutschland) fünf Rohproteinfraktionen bestimmt. Der Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) wird als Fraktion A bezeichnet und ist für das Tier sofort und vollständig verfügbar. Das Reineiweiss wird in drei Kategorien unter-

teilt, die sich durch eine schnelle (B1), mittlere (B2) und langsame (B3) ruminale Abbaubarkeit unterscheiden. Die Fraktion C entspricht der in saurer Detergentienlösung unlöslichen Fraktion des Rohproteins und gilt als unverdaulich (Hoedtke *et al.* 2012). Bei den Nährstoffen und Nährwerten wurde eine Varianzanalyse (Systat 13) mit den Faktoren Jahr und Region durchgeführt. Beim Trockengras wurden die Interaktionen zwischen den beiden Faktoren nicht im Modell berücksichtigt und bei den Mineralstoffgehalten wurde eine deskriptive Statistik durchgeführt, da in einigen Jahren beziehungsweise Regionen nur wenige Daten

Tab. 3 | Nährstoff- und Energiegehalte von den untersuchten Trockengrasproben in Abhängigkeit des Jahres und der Region

| | | Jahr | | | Region | | | RMSE | Signifikanz | |
|------------|----------|------|------|------|--------|-------|-----|------|-------------|--------|
| | | 2013 | 2014 | 2015 | West | Mitte | Ost | | Jahr | Region |
| Anzahl | n | 6 | 8 | 7 | 7 | 12 | 2 | | | |
| Rohasche | g/kg TS | 205 | 151 | 120 | 108 | 193 | 175 | 90,2 | n.s. | n.s. |
| Rohprotein | g/kg TS | 139 | 160 | 155 | 142 | 168 | 145 | 24,5 | n.s. | n.s. |
| Rohfaser | g/kg TS | 230 | 266 | 237 | 264 | 191 | 278 | 48,7 | n.s. | <0,05 |
| ADF | g/kg TS | 260 | 296 | 274 | 280 | 240 | 310 | 42,0 | n.s. | n.s. |
| NDF | g/kg TS | 399 | 428 | 458 | 442 | 384 | 460 | 50,4 | n.s. | <0,05 |
| Zucker | g/kg TS | 77 | 58 | 84 | 102 | 62 | 54 | 37,1 | n.s. | n.s. |
| NEL | MJ/kg TS | 4,4 | 4,7 | 5,0 | 4,8 | 4,9 | 4,3 | 0,70 | n.s. | n.s. |
| APDE | g/kg TS | 81 | 89 | 92 | 87 | 93 | 82 | 11,6 | n.s. | n.s. |
| APDN | g/kg TS | 89 | 103 | 100 | 91 | 109 | 93 | 16,4 | n.s. | n.s. |

RMSE: Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers; n.s.: nicht signifikant ($P > 0,05$)

TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: ethanollösliche Kohlenhydrate; NEL: Netto-Energie Milch;

APDE: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann;

APDN: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann

Tab. 4 | Mineralstoffgehalte im Dürrfutter, in den Grassilagen und im Trockengras

| | | Dürrfutter | | Grassilage | | Trockengras | |
|--------|----------|------------|------|------------|------|-------------|------|
| | | Ø | s | Ø | s | Ø | s |
| Anzahl | n | 92 | | 26 | | 13 | |
| Ca | g/kg TS | 6,4 | 1,8 | 6,8 | 1,9 | 7,4 | 2,6 |
| P | g/kg TS | 3,3 | 0,6 | 3,7 | 0,7 | 4,1 | 0,7 |
| Mg | g/kg TS | 1,9 | 0,5 | 2,0 | 0,5 | 2,1 | 0,5 |
| K | g/kg TS | 28 | 5 | 32 | 5 | 34 | 7 |
| Na | g/kg TS | 0,29 | 0,15 | 0,30 | 0,21 | 0,43 | 0,23 |
| Cu | mg/kg TS | 7,5 | 1,9 | 7,6 | 2,2 | 9,1 | 1,8 |
| Fe | mg/kg TS | 453 | 370 | 512 | 501 | 770 | 757 |
| Mn | mg/kg TS | 66 | 29 | 81 | 36 | 87 | 54 |
| Zn | mg/kg TS | 25 | 5 | 24 | 7 | 28 | 6 |

Ø: Durchschnitt; s: Standardabweichung; TS: Trockensubstanz

verfügbar waren. Bei den Rohroteinfraktionen wurde der Einfluss der Konservierungsart (Silage oder Dürrfutter) mit Hilfe einer Varianzanalyse (Systat 13) untersucht.

Resultate und Diskussion

Dürrfutter entspricht dem schweizerischen Durchschnitt

Die Werte für das belüftete Dürrfutter variierten sehr stark zwischen den verschiedenen Proben. Im Durchschnitt lagen die Werte der Pilotbetriebe im ähnlichen Bereich wie die Werte vom Gutsbetrieb in Hohenrain

und auch wie die Daten der jährlich durchgeführten Raufutter-Enquête (Agroscope 2018b).

Die NEL-Gehalte des Dürrfutters betragen in den drei Jahren 2013 bis 2015 im Durchschnitt jeweils 5,3 MJ/kg TS (Tab. 1). Obwohl die Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr ziemlich unterschiedlich waren, konnte kein Jahreseffekt festgestellt werden. Auch bei den Daten aus der Raufutter-Enquête war der Jahreseinfluss nur sehr gering (Agroscope 2018b).

Bei den unterschiedlichen Regionen zeigten sich statistisch gesicherte Unterschiede beim Rohfaser-, ADF- und Zuckergehalt. Nach Boessinger *et al.* (2012) haben in der



Abb. 1 | Die Kenntnisse und die Erfahrung der Betriebsleiter haben einen grossen Einfluss auf die Qualität der Futterkonserven.
(Foto: Ueli Wyss, Agroscope)

Schweiz die Region und die Höhenlage einen Einfluss auf die Nährstoffe des Dürrfutters, wobei in der zitierten Studie meist in Proben aus der Region Ost-Schweiz höhere Gehalte vorgefunden werden.

Grassilagen: leicht höhere Nährwerte als im Dürrfutter

Im Gegensatz zum Dürrfutter wurden weniger Grassilageproben analysiert, da nicht alle Betriebe Silage einsetzten. Im Mittel betrug der TS-Gehalt 37%. Im Vergleich zum Dürrfutter waren in den Silagen die Rohproteingehalte höher und Rohfasergehalte tiefer. Infolge der Milchsäuregärung fiel auch der Zuckergehalt deutlich ab. Dementsprechend war der NEL-Gehalt um 0,2 MJ/kg TS höher als beim Dürrfutter (Tab. 2). Dies weist darauf hin, dass das Futter in einem früheren Nutzungsstadium gemäht wurde. Die Rohaschegehalte waren in den Silagen leicht höher als im Dürrfutter. Insbesondere bei nassen Silagen bleiben die erdigen Verunreinigungen, die auch mit der Rohasche erfasst werden, besser kleben. Alle Nährstoffe lagen bei den Silageproben vom Gutsbetrieb in Hohenrain in einem ähnlichen Bereich. Mit Ausnahme beim Zuckergehalt bestanden zwischen den drei Jahren und den drei Regionen bei den Silagen keine Unterschiede bei den Nährstoffgehalten und Nährwerten. Die NEL-Gehalte der Silagen beliefen sich im Mittel der untersuchten Jahre und der Regionen auf 5,5 MJ/kg TS. Die Daten der Raufutter-Enquête (Agroscope 2018b) wiesen mit 5,7 MJ NEL pro kg

TS einen höheren Energiegehalt auf. Dies bedeutet, dass bei den erhobenen Grassilagen offensichtlich noch Verbesserungspotenzial vorhanden gewesen wäre.

Einfluss der Betriebsführung

Betrachtet man die NEL-Werte der einzelnen Betriebe, so fällt auf, dass beim Dürrfutter die Betriebe mit den 25% höchsten NEL-Gehalten von 2015 (Basis) auch 2014 im Durchschnitt die höchsten Werte aufwiesen. Die gleiche Feststellung wurde auch bei den Grassilagen gemacht. Dies zeigt, dass offensichtlich die Kenntnisse und die Erfahrung der Betriebsleiter im Zusammenhang mit der Futterkonservierung einen wesentlichen Faktor für die erzielte Qualität der Futterkonserven darstellen (Abb. 1).

Trockengras mit sehr tiefen Energiegehalten

Trockengras wurde primär auf Betrieben mit Käse- und Milchverarbeitung verfrachtet, die keine Silage herstellen durften. Die analysierten Trockengrasproben (Tab. 3) wiesen im Mittel höhere Rohproteingehalte und tiefere Fasergehalte auf als die untersuchten Silagen und Dürrfutter. Allerdings waren die Rohaschegehalte teilweise sehr hoch und führten zu dementsprechend niedrigen NEL-Gehalten von durchschnittlich 4,9 MJ NEL pro kg TS. Bei einzelnen Proben führte aber auch der hohe Fasergehalt zu den tiefen NEL-Gehalten.

Mit Ausnahme der Rohfaser- und NDF-Gehalte waren die Nährstoffe und Nährwerte von Trockengras zwi-

schen den Jahren und Regionen vergleichbar. Die höchsten Rohaschegehalte wurden 2013 bestimmt und lagen im Mittel der Folgejahre tiefer. Die Herstellung von Trockengras ist ein energieaufwändiges und teures Konservierungsverfahren. Es macht ökonomisch nur Sinn, wenn qualitativ hochwertiges Trockengras hergestellt wird. Die geringe Qualität einzelner Proben und die im Mittel sehr geringe Energiegehalte weisen darauf hin, dass auf den Betrieben diesbezüglich noch grosses Optimierungspotenzial besteht.

Variation bei den Mineralstoffen

Die Mineralstoffgehalte variierten sehr stark zwischen den einzelnen Proben. Der Mineralstoffgehalt wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. So spielen die botanische Zusammensetzung, der Erntetermin beziehungsweise Nutzungsstadium und der Aufwuchs eine entscheidende Rolle (Daccord *et al.* 2001; Schlegel *et al.* 2016).

Die untersuchten Mineralstoffe in den Silagen und im Trockengras waren im Durchschnitt leicht höher als im Dürrfutter (Tab. 4), was einerseits auf das frühere Nutzungsstadium bei der Silage- und Trockengrasbereitung zurückzuführen ist. Andererseits dürften bei den Silagen der Gärprozess und der Zuckerabbau, der zu einer relativen Zunahme der übrigen Inhaltsstoffe, wie auch der Mineralstoffe, geführt hat, auch eine Rolle gespielt haben. Die gleiche Feststellung wurde auch von Arrigo (2007), insbesondere bei Silagen mit rund 30 % TS, gemacht. Beim Trockengras könnte der Effekt, dass weniger Blätter infolge von Bröckelverlusten verlorengegangen sind, das Ergebnis beeinflusst haben.

Alle untersuchten Mineralstoffe, mit Ausnahme des Mg-Gehaltes, waren in den Grassilagen höher als im Dürrfutter, was auch aus den Daten aus der Raufutter-Enquête (Agroscope 2018b) ersichtlich ist. Insbesondere die Fe-Gehalte schwankten in den konservierten Futterproben stark. Die hohen und stark schwankenden Fe-Gehalte können im Zusammenhang mit erdigen Verunreinigungen gesehen werden, welche bei der Analyse mit dem Rohaschegehalt miterfasst werden. Zwischen dem Rohaschegehalt und dem Fe-Gehalt betragen die Korrelationen beim Dürrfutter, Grassilage und Trockengras 0,33, 0,55 und 0,58. Noch höhere Korrelationen wurden beim Weidegras und eingegrastem Futter gefunden (Wyss *et al.* 2018).

Rohproteinfraktionen durch Silagezubereitung beeinflusst

Zwischen den Dürrfutter- und Silageproben konnten bei den Rohproteinfraktionen A, B2, B3 und C statistisch gesicherte Unterschiede festgestellt werden (Abb. 2). Im Vergleich zum Dürrfutter war insbesondere die Rohproteinfraktion A (NPN-Stickstoff) in den Silagen deutlich höher. Während für die Fraktion B1 kein Unterschied bestand, waren die Fraktionen B2, B3 und C in den Silagen signifikant tiefer als im Dürrfutter. Ähnliche Veränderungen durch die Silage- und Dürrfutterbereitung wurden in der Untersuchung von Wyss (2018) festgestellt. Ein hoher Anteil der Rohproteinfraktion A in Silagen weist darauf hin, dass das Protein während des Silierprozesses durch die Proteolyse beziehungsweise proteolytische Enzyme abgebaut wurde (Kofahl 2009).

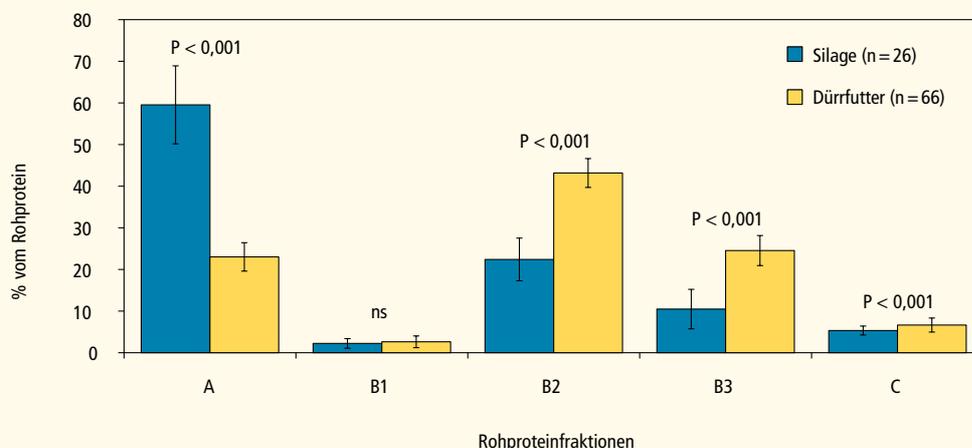


Abb. 2 | Rohproteinfraktionen in den Grassilagen und im Dürrfutter von den Pilotbetrieben aus dem Erntejahr 2015. A: Nicht-Protein-Stickstoff, B1, B2 und B3: Fraktionen mit schneller, mittlerer und langsamer Abbaubarkeit; C nicht lösliche und nicht verdauliche Fraktion

Schlussfolgerungen

- Bei den belüfteten Dürrfutterproben von den Pilotbetrieben entsprachen die Nährstoffe, Nährwerte und Mineralstoffe im Wesentlichen den Resultaten der Raufutter-Enquête. Zwischen den drei Jahren gab es keine Unterschiede. Bei den Regionen gab es nur vereinzelt Unterschiede.
- Für die Grassilagen lagen die NEL-Gehalte, leicht unter den Resultaten der Raufutter-Enquête. Hier würde es für die Betriebe noch Verbesserungspotential geben. Mit Ausnahme beim Zuckergehalt bestanden zwischen den drei Jahren und den drei Regionen keine Unterschiede bei den Nährstoffgehalten und Nährwerten.
- Die Trockengrasproben schnitten in dieser Untersuchung sehr schlecht ab. Die Betriebsleiter müssten sich genau überlegen, ob es sinnvoll ist, Trockengras herzustellen.
- Insgesamt zeigte sich, dass die Kenntnisse und die Erfahrung der Betriebsleiter im Zusammenhang mit der Futtermittelkonservierung einen grossen Einfluss auf die Qualität der Futtermittelkonserven haben. ■

Literatur

- Agroscope, 2018a. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer. Zugang: www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html, [05.03.2018].
- Agroscope, 2018b. Schweizerische Futtermitteldatenbank. Zugang: www.feedbase.ch; [05.03.2018].
- Ampuero Kargten S. & Wyss U., 2014. Futtermittel im Nah-Infrarotlicht (NIRS), *Agrarforschung Schweiz* 5 (05), 204–211.
- Arrigo Y., 2007. Verdaulichkeit und Mineralstoffgehalte von konserviertem Futter. *Agrarforschung* 14 (8), 370–375.
- Boessinger M. & Python P., 2012. Faktoren mit Einfluss auf die Nähr- und Mineralstoffgehalte von belüftetem Dürrfutter. *Agrarforschung Schweiz* 3 (1), 36–43.
- Daccord, R., Arrigo, Y., Kessler, J., Jeangros, B., Sechovic, J., Schubiger, F.-X. & Lehmann, J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Ca, P, Mg und K. *Agrarforschung* 8 (7), 264–269.
- Hoedtke S., Gabel M. & Zeyner A., 2010. Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderungen in der Zusammensetzung der Rohproteinfraktion. *Übersichten Tierernährung* 38, 157–179.
- Ineichen S., Akert F., Frey H.J., Wyss U., Hofstetter P., Schmid H. & Reidy B., 2018. Systemvergleich Hohenrain II: Versuchsbeschreibung und Qualität des frischen Wiesenfutters. *Agrarforschung Schweiz* 9 (4), 112–119.
- Kofahl A., 2009. Methodische Untersuchungen zur Beurteilung der proteolytischen Aktivität, der Proteolyse und der Desmolyse bei der Silierung eiweissreicher Grünfütterleguminosen. Dissertation Universität Rostock, 274 S.
- Licitra G., Hernandez T.M. & Van Soest P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347–358.
- Schlegel P., Wyss U., Arrigo Y. & Hess H.D., 2016. Mineral concentrations of fresh herbage from mixed grassland as influenced by botanical composition, harvest time and growth stage. *Animal Feed Science and Technology* 219, 226–233.
- Wyss U., 2018. Influence of silage or hay making on different protein fractions. Proceedings of the 27th General Meeting of European Grassland Federation, Cork, Ireland. In Press.
- Wyss U., Schlegel P., Frey H.J. & Reidy B., 2018. Serie Systemvergleich Hohenrain II: Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter. *Agrarforschung Schweiz* 9 (4), 120–125.

Riassunto**Serie Confronto dei sistemi Hohenrain II: Tenori di nutritivi e minerali in foraggi conservati**

Nel quadro del progetto Hohenrain II, tra il 2014 e il 2016 sono stati studiati tre sistemi di produzione lattiera con foraggio da pascolo fresco durante il periodo di vegetazione. Degli anni di raccolta tra il 2013 e il 2015 sono stati analizzati i tenori delle sostanze nutritive e dei minerali in campioni di foraggio conservato (foraggio, insilato d'erba ed erba secca). Per il raccolto del 2015 sono state inoltre determinate le frazioni proteiche nei campioni di foraggio e di insilato d'erba. Oltre ai campioni provenienti dall'azienda di Hohenrain, sono anche stati analizzati i campioni di 38 aziende pilota distribuite nelle tre regioni svizzere. Per quanto riguarda il foraggio, i tenori medi delle aziende pilota corrispondevano ai valori pubblicati annualmente nell'«Inchiesta sui foraggi secchi». Per quanto concerne gli insilati, in particolare i tenori di NEL si sono attestati a valori leggermente più bassi nelle aziende pilota. L'anno oppure la regione avevano un influsso significativo sul tenore solamente per determinati nutrienti. Sul piano dei valori nutrizionali non sono state attestate differenze. I campioni di erba secca analizzati hanno in parte dimostrato valori di ceneri grezze molto elevati e rispettivamente tenori di NEL bassi. Per quanto concerne le frazioni proteiche, sono state rilevate differenze confermate statisticamente tra i campioni di foraggio e di insilato d'erba. Negli insilati, in particolare, era più elevata la frazione azotata non proteica.

Summary**System comparison Hohenrain II: Nutrient and mineral content of conserved forage**

From 2014 to 2016, the Hohenrain II Project compared three different grassland-based milk production systems with either full grazing, or with partial grazing with indoor feeding of fresh herbage and reduced or increased concentrate supplementation. From 2013 to 2015, the nutrient and mineral content of the conserved forage (hay, grass silage and artificially dried herbage) from 38 pilot farms spread across three Swiss regions were investigated. In addition, crude protein fractions of the silage and hay were determined for the year 2015. In the case of hay, average contents for the pilot farms corresponded to the values published annually in the forage survey. For the silages, the NEL content of the roughage from the pilot farms in particular was slightly lower in comparison to the forage survey. Year or region only influenced content in the case of certain nutrients. No differences were found for the nutritional values. Some of the artificially-dried herbage samples contained very high levels of ash, and thus low NEL levels. In terms of the crude protein fractions, differences were found between the hay and silage samples, with the fraction A in particular – the non-protein nitrogen fraction – being higher in the silage than in the hay.

Key words: grass silage, hay, artificially dried herbage, nutrient and mineral content, crude protein fractions.

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Forschung mit Wissenstransfer erhöht die Praxiswirkung

Bruno Häller¹, Jenifer Van der Maas², Stefan Moser³, Anita Kempfer⁴, Esther Mulser¹ und Pius Hofstetter³

¹Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

²Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg, 8268 Salenstein, Schweiz

³Berufsbildungszentrum für Natur und Ernährung, BBZN, 6276 Hohenrain/6170 Schüpfheim, Schweiz

⁴INFORAMA Rütli, 3052 Zollikofen, Schweiz

Auskünfte: Bruno Häller, E-Mail: bruno.haeller@bfh.ch



Austausch zwischen Forschung, Praxis und Beratung am Praxistag in Hohenrain am 6. September 2017.

Einleitung

Wissensaustausch anhand der «Best Practices»

Methode

Das Projekt «Optimierung der Milchproduktion mit frischem Wiesenfutter» (Reidy *et al.* 2017) erarbeitete Grundlagen und Entscheidungshilfen für eine nachhaltige und standortgerechte Milchproduktion, unter besonderer Berücksichtigung des Eingrasens für die Graslandnutzung. Neben detaillierten Untersuchungen der Pro-

duktionstechnik und der Nachhaltigkeit (Ineichen *et al.* 2018, Mulser *et al.* 2018, Sperling *et al.* 2017) fokussierte ein Teilprojekt auf den Wissensaustausch zwischen Forschung und Praxis und auf konkrete Umsetzungsmassnahmen bei den beteiligten Praxisbetrieben.

Die 36 beteiligten Pilotbetriebe waren Demonstrationsobjekte, lieferten Erfahrungsberichte und tauschten untereinander in Arbeitskreisen (AK) ihr Wissen aus. Sie suchten intensiv nach Verbesserungen und Innovationen in der Milchproduktion sowie für die Betriebsführung. Damit sollten praxistaugliche Optimierungsmöglichkeiten identifiziert, erprobt und, im Sinne der Weitergabe von Best Practices (Heanue *et al.* 2012), möglichst einfach in interessierten Betrieben multipliziert werden. Der gleichzeitige Einbezug von Praxisbetrieben sowohl in einem Forschungsprojekt als auch für den Wissensaustausch stellt an alle Akteure spezielle Herausforderungen. Nachfolgend werden wichtige Vorgehensweisen und Erfolgsfaktoren analysiert, um sie für künftige Projekte mit ähnlicher Zielsetzung verfügbar zu machen.

Material und Methoden

Aus der Literatur ist bekannt, dass der Vorgang, neues Wissen und neue Technologien erfolgreich zu implementieren, in mehreren Schritten erfolgt (Rogers 2003). Wissen muss nicht nur generiert, verstanden und übermittelt werden, sondern muss in einem aktiven Prozess von der anvisierten Zielgruppe in das eigene Handeln integriert und umgesetzt werden. Damit dieser Prozess gelingt, müssen zahlreiche Voraussetzungen und Vorgehensweisen berücksichtigt werden (Heanue *et al.* 2012, Jansen *et al.* 2010, Lehmann und Häller 2017, Pfister und Stähli 2017).

Der partizipative und gleichberechtigte *Peer-to-Peer*-Austausch unter Landwirten und Landwirtinnen in Form eines AK hat sich als sehr effektive Form des Wissensaustauschs bei der Umsetzung von Veränderungsprozessen erwiesen (Hoisel *et al.* 2013, Würth und Lehmann 2013). Auch bei der Vergabe von Fördermitteln in europäischen Forschungsprogrammen wird der Wissensaustausch zunehmend stärker gewichtet (European Commission 2017).

AK als Teil von Forschungsprojekten weichen jedoch bezüglich einiger Kriterien deutlich von klassischen AK ab: Zentrale Werte wie beispielsweise Autonomie in der Themenwahl, Vertraulichkeit der Informationen innerhalb des AK, gegenseitige Verpflichtung zu offenem Feedback sowie eine Moderation ohne Einflussnahme auf Inhalte können bei Forschungsprojekten nur teilweise eingehalten werden. Demnach müssen im Kontext eines Forschungsprojektes zwischen allen Beteiligten angepasste Vorgehensweisen vereinbart werden. Dies stellt insbesondere an die Moderationspersonen hohe Anforderungen.

Zusammenfassung

Im Projekt «Optimierung der Milchproduktion mit frischem Wiesenfutter» war der Wissenstransfer zwischen Praxis, Forschung sowie Bildung und Beratung ein zentrales Anliegen. Besondere Bedeutung hatten dabei die Arbeitskreise der beteiligten Praxisbetriebe. Sie lieferten einerseits die Grundlagen und Daten für die Bearbeitung von Forschungsfragen und beschäftigten sich andererseits intensiv mit der Umsetzung von neuen Vorgehensweisen. Dies löste auf den Betrieben zahlreiche Innovationen aus und unterstützte insbesondere den Transfer von Wissen in konkrete Handlungen. Damit diese Wirkung eintritt, müssen wichtige Voraussetzungen berücksichtigt werden: Es bedingt eine sorgfältige Auswahl von Betrieben mit einer hohen Motivation und Bereitschaft für den offenen Austausch untereinander. Weitere Erfolgsfaktoren sind die intensive Begleitung durch Projektverantwortliche und ganz besonders durch Moderationspersonen als wichtige Drehscheibe der Kommunikation zwischen den Beteiligten. Die Kombination dieser Faktoren stellt hohe Anforderungen an alle Beteiligten und wurde in diesem Projekt in einem hohen Masse erreicht, wie unsere Untersuchungen zeigen.

27 Betriebe dokumentieren und evaluieren den Wissensaustausch

Die Auswahl der Betriebe erhebt keinen Anspruch auf Repräsentativität, sondern bildet exemplarisch eine grosse Bandbreite der Betriebe des Schweizer Mittelandes bezüglich Geografie, der Produktionsrichtungen (biologischer Landbau oder ökologischer Leistungsnachweis ÖLN), des Alters und der Erfahrung der Betriebsleitenden ab.

Die Betriebe wurden gemäss ihrer praktizierten Fütterungsstrategie für Raufutter in drei AK eingeteilt: Eingrasen mit einer tiefen (EGKF) oder einer höheren Menge an beigefütterten Kraftfutter (EGKFplus) sowie Vollweide mit saisonalem Abkalben (VW). Jeder AK wurde von einer erfahrenen Moderationsperson begleitet. Die AK trafen sich zweimal pro Jahr. Dabei wurden die Partnerinnen der Betriebsleiter bewusst auch eingeladen, um eine ganzheitlichere Sicht auf die diskutierten Fragen einzubringen. Abweichend von einem klassischen AK hatten die Betriebe nur eine beschränkte Themen-

hoheit. Das Hauptthema jedes Anlasses war gemäss Versuchsprotokoll mehrheitlich vorgegeben und wurde von den drei AK im gleichen Zeitraum mit den gleichen Leitfragen angegangen. Die Moderationspersonen tauschten sich zusammen mit einer Begleitgruppe vor und nach jedem Anlass über Inhalt, Vorgehensweisen und Erfahrungen aus und moderierten die AK teilweise gemeinsam. Die Tätigkeiten im AK wurden systematisch aufgezeichnet und für die verschiedenen Teilprojekte zur Verfügung gestellt. Im Weiteren dokumentierten die Moderationspersonen methodische Vorgehensweisen und hielten in einem strukturierten Debriefing wichtige Erkenntnisse und Beobachtungen fest.

Die Befragung erfolgte beim Projektabschluss im Herbst 2017 nach den regionalen Informationsveranstaltungen. Die Betriebe wurden mittels Brief und Mail zur Teilnahme an der Befragung eingeladen. 27 Betriebsleitende (alle männlich) nahmen an der Befragung teil. Neun Betriebe verzichteten ohne Angabe von Gründen auf eine Rückmeldung. Die antwortenden Betriebsleiter waren zwischen 28 und 62 Jahre alt. 22 Teilnehmende verfügten über eine höhere Fach- oder Berufsausbildung oder einen Abschluss an einer Universität oder Fachhochschule. Die Berufserfahrung der Teilnehmenden war sehr unterschiedlich und betrug zwischen zwei und 32 Jahre, im Durchschnitt rund 18 Jahre. Die Nutzfläche der Betriebe lag zwischen 16,9 ha und 64 ha (im Durchschnitt 33,7 ha).

15 Teilnehmende beschäftigten auf dem Betrieb einen oder mehrere Angestellte.

Die Befragung erfolgte mit einem semistrukturierten Fragebogen mit erprobten und validierten Instrumenten zur Erfassung und Messung von betriebs- und projekt-spezifischen Daten. Zudem wurden die Teilnehmenden bezüglich *Work-Life-Balance*, dem Lerntransfer und der Einschätzung der eigenen Wirksamkeit sowie der Zufriedenheit in ihrer Tätigkeit befragt. Mit offenen Fragen konnten allgemeine Rückmeldungen zu Inhalt und Ablauf des Projektes und dem persönlichen Nutzen sowie Hemmschwellen bei der Umsetzung von Massnahmen erfasst werden. Die Rückmeldungen der Moderationspersonen nach jedem Anlass erlaubten eine zusätzliche Vertiefung der Aussagen in der Befragung.

In enger Zusammenarbeit mit den Schweizer Milchproduzenten und drei Bildungs- und Beratungszentren wurden die Ergebnisse im September 2017 einer breiten Öffentlichkeit präsentiert. An der Fachtagung nahmen über 120 Personen aus Beratung und Wissenschaft und an den regionalen Praxistagen über 600 Milchproduzenten sowie 200 Lernende teil. Betriebsleiterpaare der Pilotbetriebe wirkten aktiv als Multiplikatoren mit. An diesen Tagungen fand ein reger Wissensaustausch zwischen Praxis, Beratung und Forschung statt. Zudem wurden vor und nach den Tagungen in der Fachpresse Teilergebnisse präsentiert. Inwieweit diese Aktivitäten

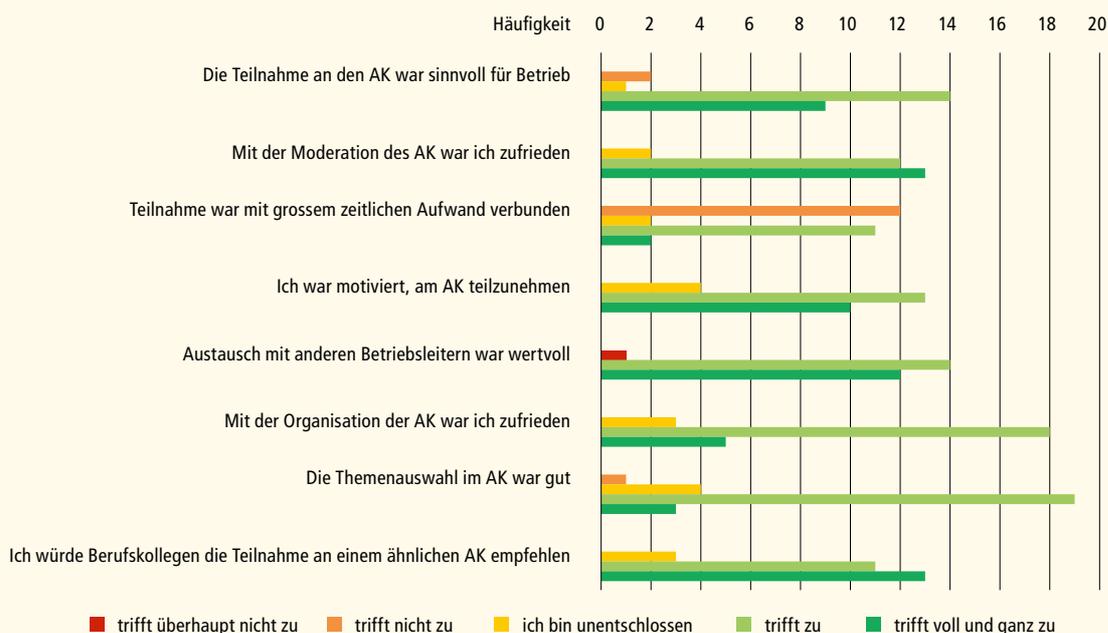


Abb. 1 | Rückblickende Einschätzung bezüglich der Teilnahme am Arbeitskreis (AK).

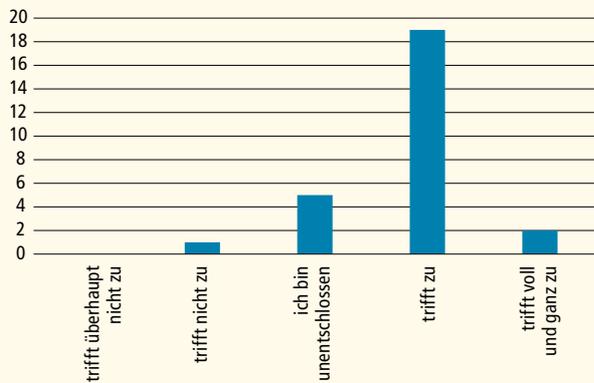


Abb. 2 | Rückmeldungen der Betriebe auf die Frage, ob der Zeitaufwand für das Projekt angemessen war.

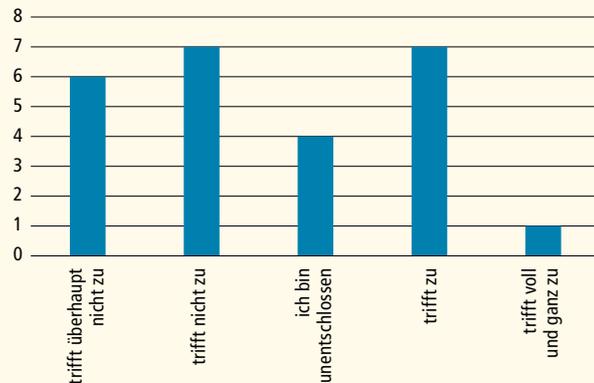


Abb. 3 | Die Vorstellungen in meiner Familie zu den Massnahmen zur Optimierung der Milchproduktion sind unterschiedlich.

den Wissensaustausch innerhalb der gesamten Branche förderten, wurde nicht weiter untersucht. Da die Befragung der Pilotbetriebe nach diesen Anlässen erfolgte, ist die Wirkung dieser Aktivitäten in den Antworten der beteiligten Betriebsleitenden mitberücksichtigt.

Resultate und Diskussion der Schlussbefragung

Die Abbildungen 1 bis 6 stellen einen Teil der wichtigsten Antworten in exemplarischer Art dar. Eine Unter-

teilung der befragten Betriebe nach Fütterungssystem, geografischer Region oder dem besuchten Arbeitskreis ergab keine signifikanten Unterschiede. Auf eine weitere Differenzierung der Ergebnisse nach den genannten Variablen wird deshalb verzichtet.

Die rückblickende Selbstevaluation der Teilnehmenden im AK bestätigt eine allgemein hohe Zufriedenheit und Kongruenz zwischen Vorgaben der Projektleitung und den Teilnehmenden bezüglich Themenauswahl und Organisation der AK (Abb. 1). Sie zeigt eine hohe Motivation, an den Arbeitskreisen teilzunehmen. Auch wenn

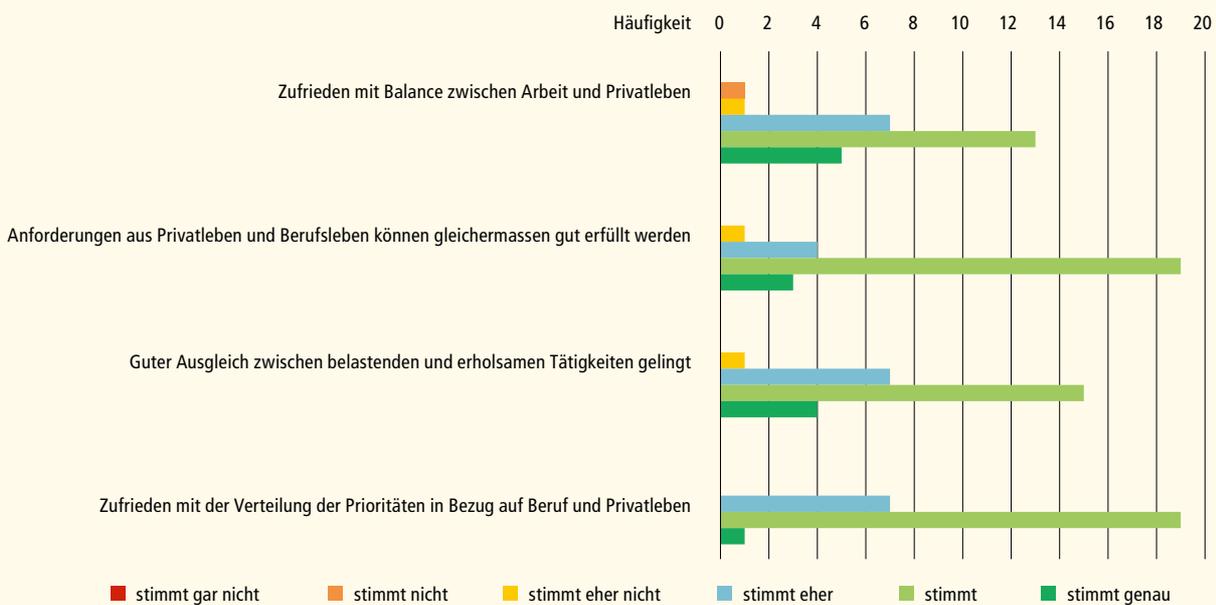


Abb. 4 | Selbstevaluation der Work-Life-Balance der beteiligten Betriebe.



Abb. 5 | Umgesetzte Massnahmen (Mehrfachnennungen möglich).

graduell bei den Fragen Unterschiede erkennbar sind, bestehen keine signifikanten Unterschiede in den Rückmeldungen auf die Befragung.

Einzige Frage nach dem mit der Teilnahme verbundenen Zeitaufwand wurde unterschiedlich beurteilt, diese Frage wurde noch detaillierter untersucht (Abb. 2).

Während die Höhe des Zeitaufwandes für die Teilnahme am Arbeitskreis (Abb. 1) von den beteiligten Betrieben heterogen beurteilt wird, zeigt Abbildung 2, dass dieser Aufwand mit geringer Variation im Projekt als angemessen wahrgenommen wurde. Dies ist bedeutsam, da z.T. lange Reisezeiten zu den Treffen der AK nötig waren. Moderationspersonen betonten, dass die gemeinsame An- und Rückreise bereits ein wichtiger Teil des gegenseitigen Austausches war.

In Abbildung 3 sind Aussagen zur unterschiedlichen Einstellung innerhalb der Familie bezüglich der Optimierung der Milchproduktion zusammengefasst. 13 Betriebe antworten, dass keine unterschiedlichen Vorstellungen innerhalb der Familie bezüglich der Optimierung der Milchproduktion bestanden; die Übrigen sind unentschieden oder bestätigen hingegen, dass

Unterschiede bestehen. Auch wenn Partnerinnen nur teilweise bei den AK-Anlässen anwesend waren, bestätigten die Moderationspersonen, dass die Erwartungen und Einstellungen der Familie innerhalb und zwischen den beteiligten Betrieben intensiv diskutiert wurden, was sich auch in den Rückmeldungen widerspiegelt. Damit wurde ein wichtiges Ziel des Projektes erreicht. Die Zufriedenheit bezüglich Balance zwischen Berufs- und Privatleben sowie der notwendigen Erholung fällt für die im Projekt engagierten Milchproduktionsbetriebsleiter im Vergleich mit anderen Untersuchungen (Bundesamt für Landwirtschaft 2017, Reissig 2017) sehr positiv aus (Abb. 4). Darin widerspiegelt sich vermutlich die selektive Auswahl der im Projekt beteiligten Betriebe, welche nicht einem Gesamtdurchschnitt der Branche entsprechen. In weiteren vertiefenden Fragen bestätigt sich dieses Bild. Die Betriebsleiter schätzten sowohl den wahrgenommenen Nutzen der Mitarbeit im Projekt, den eigenen Wissenszuwachs wie auch die eigene Wirksamkeit, d.h. die eigenen Handlungsmöglichkeiten, als sehr hoch ein. Auch dies dürfte nicht dem Gesamtbild der Branche entsprechen.

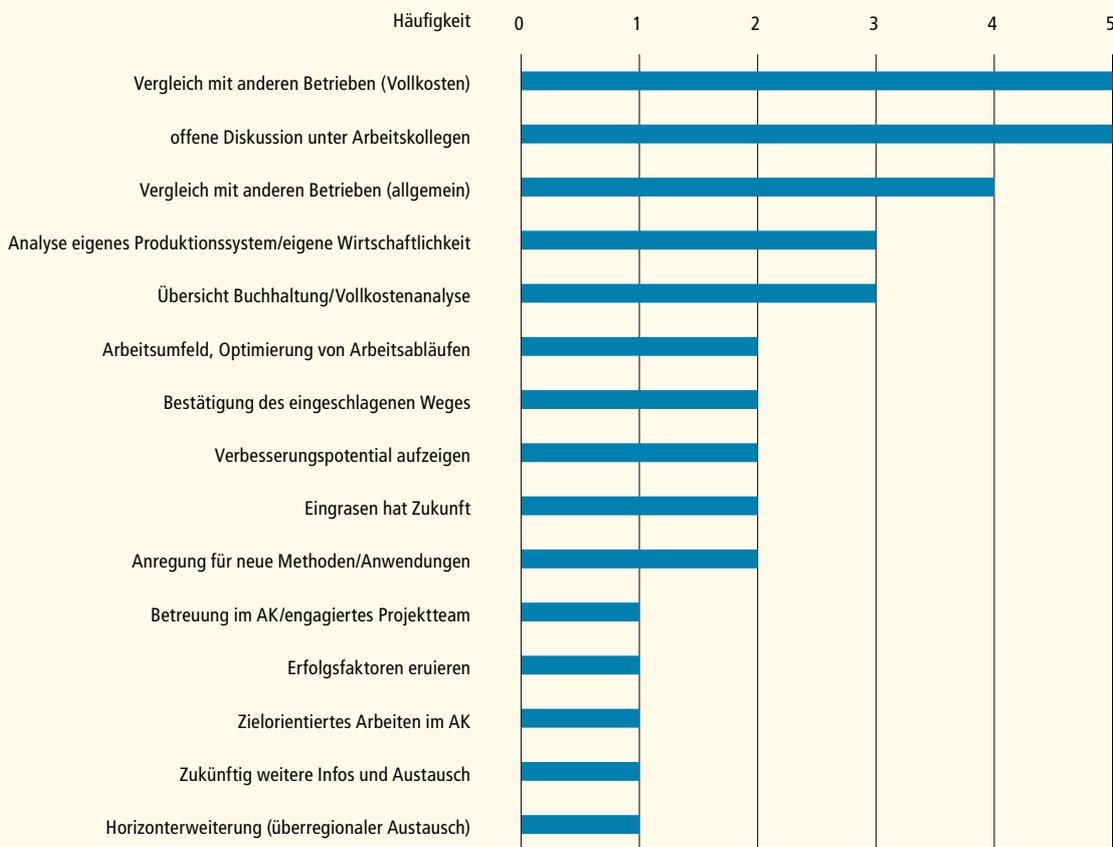


Abb. 6 | Durch das Projekt erfüllte Erwartungen (Mehrfachnennungen möglich).

Mit einer offenen Frage wurden die Betriebsleiter nach spontanen Aussagen gefragt, welche Massnahmen sie als Folge der Diskussionen im AK umgesetzt haben. In Abbildung 5 sind die Antworten gruppiert zusammengefasst. Die 27 Betriebe erwähnten 39 konkrete Massnahmen (Mehrfachnennungen möglich). Nur zwei erwähnten, keine Verbesserungsmassnahmen ergriffen zu haben. Auch die Beobachtungen der Moderationspersonen bestätigten die intensive Auseinandersetzung der Betriebe mit Fragen der Produktionstechnik sowie der Betriebsführung.

Ergänzend zu den umgesetzten Massnahmen wurde auch eine Vielzahl von zwar erwogenen Innovationen erwähnt, welche aber aus unterschiedlichen Gründen nicht realisiert werden konnten.

Abschliessend listet Abbildung 6 die Erwartungen auf, welche die Betriebe beim Projektabschluss als erfüllt beurteilten. Die spontan erwähnten Aussagen zeigten einerseits zu erwartende Rückmeldungen zu Themen, die im Rahmen des Projektes mit den Betrieben vereinbart

waren. Es wurden jedoch auch darüberhinausgehende Aussagen gemacht. So wurden der Austausch, der Vergleich (mit Peers und zum Projektteam) und generell die Horizonsweiterung oder auch die Bestätigung eines eingeschlagenen Weges mehrfach erwähnt.

Schlussfolgerungen

- Nach drei Jahren Projektdauer beurteilten die beteiligten Betriebsleiter die Arbeit im AK aus verschiedenen Blickwinkeln als insgesamt sehr positiv. Die Moderationspersonen beobachteten über die gesamte Projektdauer ebenfalls eine hohe Motivation der Betriebsleitenden. In verschiedenen Phasen des Projektes hatte sich gezeigt, dass die Moderationspersonen eine Schlüsselfunktion als Vermittler zwischen Anliegen und Zielen der Pilotbetriebe sowie der Projektleitung innehatten.
- Die Mitarbeit in einem AK ist bezüglich zeitlicher Verfügbarkeit, gegenseitiger Offenheit und Vertrauen

anspruchsvoll. Betriebsleiter, welche diesen Anforderungen gerecht werden, profitieren besonders stark von der Mitarbeit in einem Arbeitskreis. Sie können darüber hinaus eine Signalwirkung auf nichtbeteiligte Drittbetriebe als «Leuchtturmprojekte» oder Opinion Leader haben.

- Die breit gefächerten Aussagen zeigen, dass die Optimierung der Milchproduktion in den Familien diskutiert werden, auch wenn die Vorstellungen über die zu treffenden Massnahmen teilweise divergieren. Damit wurde ein wichtiges Ziel des Projekts erreicht.
- Die im Projekt beteiligten Milchproduzenten äusseren sich zufrieden über ihre *Work-Life-Balance*. Die Pilotbetriebe wollen Einfluss nehmen auf ihre berufliche Tätigkeit und sind überzeugt, dazu auch wirkungsvolle Möglichkeiten zu haben. Zudem halten sie fest, dass sie einen guten Ausgleich zwischen Berufs- und Privatleben erreichen können.
- Die zahlreichen, spontan erwähnten Massnahmen, die umgesetzt wurden oder aber nach Diskussion und Abwägung auch verworfen wurden, zeigen eine intensive Auseinandersetzung mit der Thematik. Die Moderationspersonen beobachteten zudem einen intensiven Austausch zwischen den Pilotbetrieben ausserhalb der Treffen der AK. Durch den Einbezug von Praxisbetrieben wurde damit ein wesentlich grösserer Wissensaustausch erzielt, als dies mit einem reinen Forschungsprojekt möglich gewesen wäre. Insbesondere das Ziel der Umsetzung von Wissen in konkrete Handlungen in der Praxis als auch in Beratung und Forschung wurde damit wesentlich unterstützt. ■

Literatur

- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2017. Agrarbericht 2017. Lebensqualität der bäuerlichen Bevölkerung, 2018. Zugang: <https://agrarbericht.ch/de/mensch/bauernfamilie/lebensqualitaet> [05.04.2018].
- European Commission, 2017. Horizon 2020 – Work Programme 2016–2017. Food security, sustainable agriculture and forestry, marine and maritime and inland water research and the bioeconomy. Zugang: https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-food_en.pdf [18.04.2018].
- Heanue K., Macken-Walsh Ä. & Maher P., 2012. TEAGASC Best Practice in Extension Services Conference. Supporting Farmer Innovation. Zugang: https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2012/Knowledge_Transfer_Conference_Proceedings_2012.pdf [09.04.2018].
- Hoisel C., Paller F. & Schafzahl G., 2013. Handbuch für die Leitung von Arbeitskreisen, unveröffentlicht. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Ineichen S., Akert F., Frey H., Wyss U. & Hofstetter P., Schmid H., Gut W., Reidy B., 2018. Versuchsbeschreibung und Qualität des frischen Wiesenfutters. Serie Systemvergleich Hohenrain II. *Agrarforschung Schweiz* 9 (4), 112–119.
- Jansen J., Steuten C., Renes R.J., Aarts N. & Lam T., 2010. Debunking the myth of the hard-to-reach farmer. Effective communication on udder health. *Journal of Dairy Science* 93 (3), 1296–1306.
- Lehmann R. & Häller B., 2017. Innovation und Unternehmertum können nicht verordnet werden. *Agrarforschung Schweiz* 8 (6), 248–251.
- Mulser E., Ineichen S., Sutter M., Hofstetter P. & Probst S., 2018. Tierische Leistungen aus frischem Wiesenfutter. Serie Systemvergleich Hohenrain II. *Agrarforschung Schweiz* 9 (4), 126–133.
- Pfister M. & Stähli R., 2017. Wissenstransfer im Blick. Bildung & Beratung Agrar Online Spezial, 2. Zugang: <https://www.bildungsserveragrar.de/zeitschrift-bub-agrar/online-spezial/online-spezial-archiv/wissenstransfer-im-blick/> [10.04.2018].
- Reidy B., Mulser E., Ineichen S., Akert F., Dorn F., Probst S., Frey H., Haas T., Höltschi M. & Hofstetter P., 2017. Optimierung der Milchproduktion mit frischem Wiesenfutter – Drei Systeme im Vergleich. In: Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein, Österreich, 5–14.
- Reissig L., 2017. Häufigkeit von Burnouts in der Schweizer Landwirtschaft. *Agrarforschung Schweiz* 8 (10), 402–409.
- Rogers E.M., 2003. Diffusion of innovations (5th ed.). *Free Press, New York*, 551 S.
- Sperling P., Reidy B., Kneubühler L., Thalmann C., Grenz J. & Hofstetter P., 2017. Nachhaltigkeit von drei graslandbasierten Milchproduktionssystemen in der Schweiz mit der Bewertungsmethode RISE. Zugang: http://www.milchprojekt.ch/cms/DownloadHandler.ashx?pg=bc08e7f6-fb6e-4ca4-a34e-463eae-876b5a§ion=adf79998-ea61-406a-8677-5b590cd983c0&file=2017_TagungM%C3%BCnchen_ThalmannHofstetter_RISE.pdf [10.04.2018].
- Würth E., Lehmann R., 2013. Arbeitskreise stärken landwirtschaftliche Unternehmen. *UFA-Revue* 11, 18–19.

Riassunto**Sistemi a confronto Hohenrain II:
La ricerca associata allo scambio di sapere
potenzia gli effetti sulla pratica**

Nel progetto «Ottimizzazione della produzione di latte con foraggio verde fresco» il trasferimento del sapere tra pratica, ricerca, formazione e consulenza è stato di centrale importanza. A tal proposito, un ruolo primario è stato ricoperto dai gruppi di lavoro delle aziende partecipanti. Da un lato, essi hanno fornito le fondamenta e i dati per l'elaborazione delle domande di ricerca e, dall'altro, si sono dedicati intensamente all'implementazione di nuovi procedimenti. Ciò ha generato innumerevoli innovazioni nelle aziende e ha soprattutto convogliato il trasferimento del sapere pratico. Per produrre questo effetto si deve tener conto di importanti prerequisiti: è necessaria una meticolosa selezione di aziende con un'alta motivazione e disponibilità allo scambio aperto le une con le altre. Ulteriori fattori di successo sono l'intenso supporto dei responsabili di progetto e soprattutto dei moderatori nella loro funzione di punti d'incontro nevralgici della comunicazione tra i partecipanti. La combinazione di questi fattori pone grandi sfide ai partecipanti ed è stata in larga misura raggiunta in questo progetto, come mostrano le nostre ricerche.

Summary**System comparison Hohenrain II:
Research combined with knowledge
exchange enhances impact on practice**

Transferring knowledge between practitioners, researchers, educators and extensionists was a key concern of the 'Optimisation of milk production with fresh grass feeding' project. The study groups of the participating farms were particularly important. They provided the foundations and data necessary for establishing research questions and worked intensively to implement the new work practices. This triggered numerous innovations on the farms and supported the transfer of knowledge through concrete actions. To achieve this effect, an important precondition had to be fulfilled: the careful selection of highly motivated farms willing to exchange thoughts and experiences freely with each other. Additional success factors were the intensive support of the project leaders and also, unusually, of moderators as important hubs of communication among the participants. The combination of these factors placed high demands on all concerned and these were largely met in this project, as our investigations show.

Key words: knowledge transfer, peer-to-peer exchange, success factors, work-life-balance.

Pius Hofstetter, mit Herzblut für die Land- und Ernährungswirtschaft



Aufgewachsen auf einem Milchwirtschaftsbetrieb im Entlebuch musste Pius Hofstetter schon früh in der Landwirtschaft mit anpacken. Der bäuerliche Hintergrund sowie die Neigung zu naturwissenschaftlichen und wirtschaftlichen Zusammenhängen veranlassten ihn, das Studium der Agronomie an der ETH aufzunehmen. Von 1979 bis 1985 arbeitete er als Assistent am Institut für Nutztierwissenschaften in der Gruppe Tierernährung, wo er 1987 über den Energie- und den Stoffumsatz bei wachsenden Schweinen promovierte.

Bereits während der Lehr- und Wanderzeit an der ETH unterrichtete Pius Hofstetter jeweils im Winter als Lehrer an der landwirtschaftlichen Schule Willisau. Zwar stand die Produktionstechnik bei Schweinen und Milchvieh im Mittelpunkt, gleichzeitig war die Zeit jedoch geprägt von teilweise heftig geführten Auseinandersetzungen um die artgerechte Haltung von Nutztieren und dem zunehmenden Druck zur Ökologisierung der Landwirtschaft. Die aktuelle politische Diskussion zur Marktöffnung und Liberalisierung der Schweizer Landwirtschaft weckt in Pius Hofstetter Erinnerungen an seine Zeit in Willisau.

Nach der Schliessung des Standortes Willisau wurde das Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung (BBZN) Schöpfheim zum neuen Mittelpunkt seiner beruflichen

Tätigkeit. In seiner neuen Rolle als Regionalmanager für ländliche Entwicklung engagierte sich Pius Hofstetter für die Entwicklung der Land- und Ernährungswirtschaft. Beteiligt am Aufbau verschiedener Projekte zur regionalen Entwicklung wie beispielsweise RegioFair der Agrovision Burgrain zur Vermarktung von Bio-Lebensmitteln aus der Zentralschweiz, der Biosphäre Markt AG, im Agrotourismus oder in der Käsewirtschaft, engagierte er sich für die Schaffung und den Erhalt von Arbeitsplätzen in ländlichen Regionen der Zentralschweiz.

Trotz seiner neuen Rolle als Regionalmanager verlor Pius Hofstetter seinen Bezug und sein Interesse für die Produktionstechnik nicht. Er engagierte sich in den Systemvergleichen der Milchproduktion von Burgrain und Hohenrain. Im aktuellen Projekt – Systemvergleich Hohenrain II – koordinierte er als Mitglied der Projektleitung verschiedene Teilbereiche, wobei insbesondere die Beteiligung der Pilotbetriebe für ihn ein Kernelement war.

Ausgleich zur beruflichen Tätigkeit fand Pius Hofstetter stets beim Sport – früher als erfolgreicher Schwinger heute mit den Skiern und dem Mountainbike. Auch den gesamten Jakobsweg meisterte er vor einigen Jahren erfolgreich mit dem Bike.

Seit über 30 Jahren glücklich im Entlebuch verheiratet und Vater von zwei erwachsenen Kindern und neuerdings auch Grossvater, befindet sich Pius Hofstetter seit diesem Jahr beruflich im Ruhestand. Privat bleibt er unruhig, ob als Kirchgemeindepräsident, beim Engagement für die Lions-Bewegung oder bei den Sängerefreunden, so dass es ihm im neuen Lebensabschnitt bestimmt nicht langweilig wird.

Text: Beat Reidy, HAFL
Foto: Magdalena Hofstetter