

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Tierische Leistungen aus frischem Wiesenfutter

Esther Mulser¹, Sebastian Ineichen¹, Michael Sutter¹, Pius Hofstetter² und Stefan Probst¹¹Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz²Berufsbildungszentrum 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 Futterverluste 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 praxismögliche 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 Kraftfuttergabe 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 betragen 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, 0,5 kg 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», «Saftfutter» oder «Kraftfutter» eingeteilt. Treber und getrocknete Zuckerrübenschnitzel galten als Saftfutter. Als Kraftfutter 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.

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

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

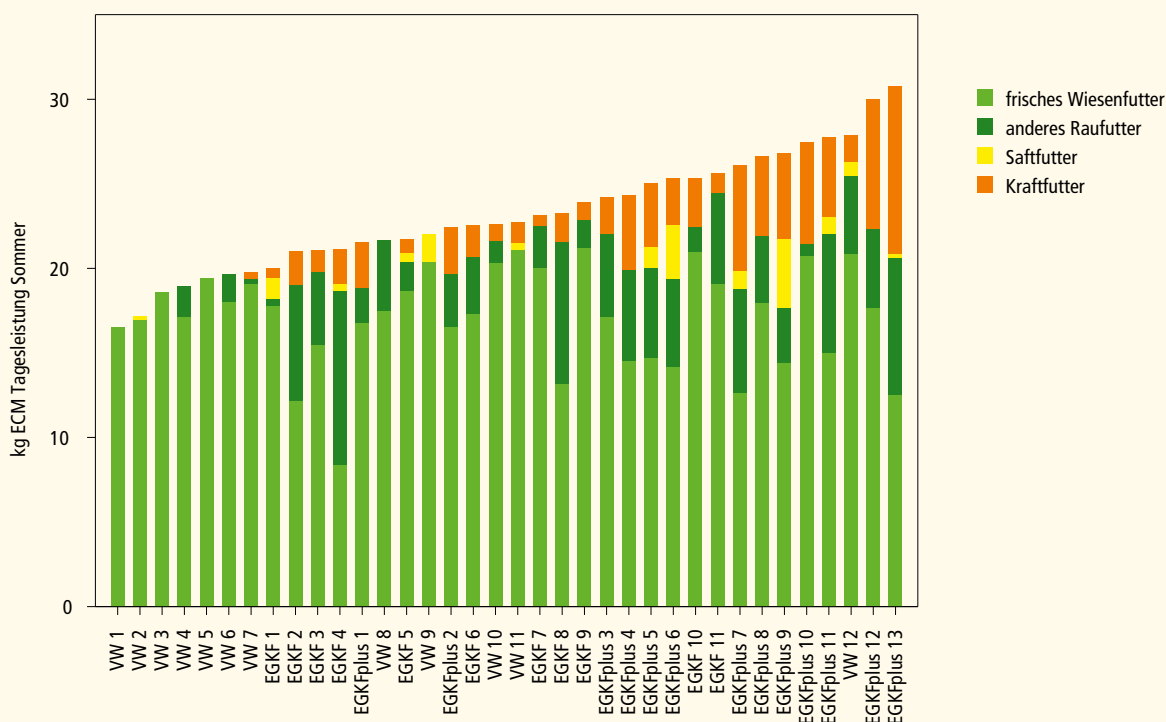


Abb. 1 | Anteil MJ NEL der Futtermittelkategorien bezogen auf die Tagesleistung kg ECM der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW) im Durchschnitt der Sommerfütterungsperiode von 2014 bis 2016.

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.

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

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 «mult-comp» 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 Gehaltsmengen 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 Grundfuttermittellieferung durch viel frisches Wiesenfutter und energetisch ausgeglichene Rationen hindeutet (Kirchgessner *et al.* 2014).

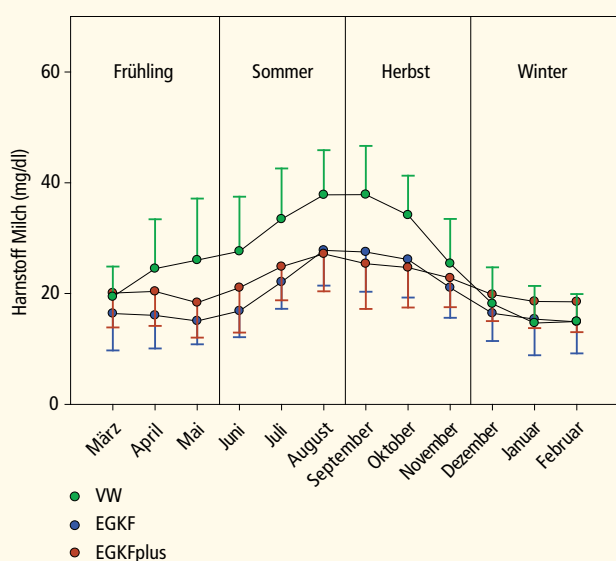


Abb. 2 | Verlauf des Milchwahstoffgehaltes (Mittelwerte und Standardabweichungen) der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF, n = 33) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus, n = 39) sowie der Vollweidebetriebe (VW, n = 36) von 2014 bis 2016.

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 Milchwahstoffs 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

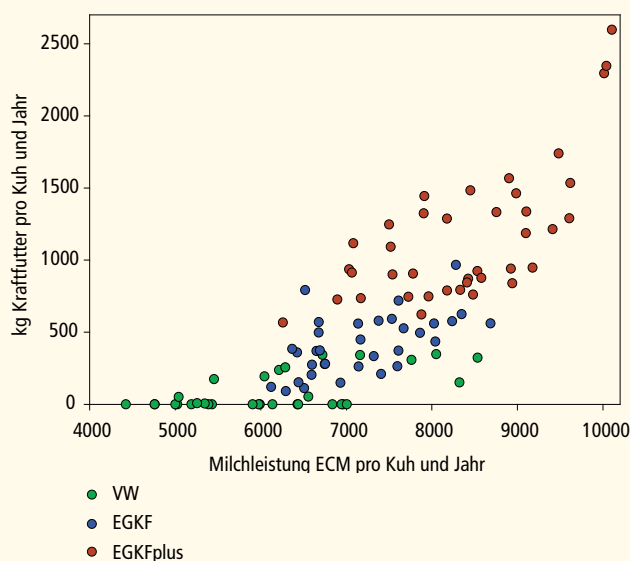


Abb. 3 | Jährliche Betriebsmittelwerte für Milchleistung und Kraftfuttermittelverbrauch in kg FS pro Kuh und Jahr von 2014 bis 2016 der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF, n = 33) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus, n = 39) sowie der Vollweidebetriebe (VW, n = 36).

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 (\emptyset) und Standardabweichung (SD).

Produktionssystem	EGKF (n = 11)		EGKFplus (n = 13)		VW (n = 12)	
	\emptyset	\pm SD	\emptyset	\pm SD	\emptyset	\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_{net} ; kg ECM \times 3,14 MJ) plus Erhaltungsbedarf (NEL_{er} ; kg LG^{0,75} \times 0,293 MJ \times 365) / NEL_{er}

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 beeinflusst 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 Steinwigger (2009) in seinen Berechnungen zeigte. Danach muss bei zunehmendem Lebendgewicht der Milchkühe 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 (\emptyset) in Tagen, Konfidenzintervall (CI) und Stichprobengröße (n).

Produktionssystem	EGKF			EGKFplus			VW		
	\emptyset	CI	n	\emptyset	CI	n	\emptyset	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 gemolkenen 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., Münger 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.