

Beurteilung der Nachhaltigkeit von drei graslandbasierten Milchproduktionssystemen in der Schweiz mit der Bewertungsmethode RISE

P. SPERLING¹, B. REIDY¹, L. KNEUBÜHLER¹, CH. THALMANN¹, J. GRENZ¹, P. HOFSTETTER²

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

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

pascale.sperling@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Der Druck auf die Milchbauern, wirtschaftlich zu produzieren, steigt durch die äusseren Rahmenbedingungen fortwährend an (GAZZARIN *et al.*, 2011). Ausserdem fordern Politik und Gesellschaft zunehmend eine ressourcen- und umweltschonende Produktion von Lebensmitteln. Nebst diesen Ansprüchen nimmt der Landwirtschaftsbetrieb auch eine wichtige Funktion als Lebens- und Arbeitsstätte ein (GRENZ *et al.*, 2014). Die ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit gleichermaßen zu berücksichtigen, stellt für Landwirtinnen und Landwirte eine grosse Herausforderung dar. Mit der an der HAFL entwickelten Methode RISE (Respons-Inducing Sustainability Evaluation) wird auf messbare und anschauliche Art die Beurteilung der Nachhaltigkeit auf der Ebene des Landwirtschaftsbetriebes ermöglicht (GRENZ *et al.*, 2014; DE OLDE *et al.*, 2016).

Im Projekt „Optimierung von Milchproduktionssystemen mit frischem Wiesenfutter“ werden während drei Jahren (2014 bis 2016) auf 38 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland und auf dem Gutsbetrieb in Hohenrain (LU) drei Milchproduktionssysteme untersucht und verglichen: Vollweide mit saisonaler Abkalbung (VW), Eingrasen mit tiefem Kraftfutterniveau (EGKF) und Eingrasen mit hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus). Ziel ist es, die Einflussgrössen und Erfolgsfaktoren für eine effiziente und nachhaltige Milchproduktion zu ermitteln und den Wissenstransfer zu verbessern. Ausführlichere Angaben zum Projekt sind unter HOFSTETTER *et al.* (2014) zu finden. Im Gegensatz zum Vollweidesystem werden beim Eingrasen aufgrund struktureller Bedingungen vom Hof weiter entfernte Kunst- oder Naturwiesen während der Vegetationsperiode zur Produktion von Wiesenfutter genutzt und im Stall frisch verfüttert. Hofnahe Flächen werden dagegen häufig halbtags beweidet. Mit der Anwendung von RISE wurden die Auswirkungen der drei graslandbasierten Milchproduktionssysteme auf die einzelnen Bereiche der Nachhaltigkeit ausgewählter Pilotbetriebe untersucht.

Material und Methoden

Auswahl der Betriebe

Aus den insgesamt 38 Pilotbetrieben wurden 12 Betriebe für die RISE-Analyse ausgewählt. Die Produktionssysteme und Projektregionen (West, Mitte, Ost) wurden mit je vier Betrieben gleichermaßen berücksichtigt (Tab. 1). Für eine repräsentative Stichprobe wurden die Betriebe so ausgewählt, dass bestimmte Parameter annähernd denjenigen der gesamten Systemgruppe entsprachen. Diesbezüglich berücksichtigt wurden die Anteile Grossvieheinheiten (GVE) sowie offene Ackerfläche (oAF) an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN), der Anteil Milchvieh sowie der Schweinebestand am gesamten Tierbestand, der Kraftfuttermittelverbrauch und die Milchleistung. Bei den meisten Parametern konnte eine gute Übereinstimmung erreicht werden. Die Durchschnittswerte der vier ausgewählten EGKFplus-Betriebe waren mit denjenigen der Systemgruppe fast identisch. Bei den VW- und EGKF-Betrieben lag der durchschnittliche Anteil der offenen Ackerfläche um 5% bzw. 9% tiefer als der Gesamtdurchschnitt der jeweiligen Produktionssysteme. Zudem erreichten die EGKF-Betriebe einen um 8% höheren Anteil an Schweinen im Vergleich zum Durchschnitt der gesamten Systemgruppe. Für alle Analysen wurden die Daten des Kalenderjahres 2014 verwendet.

Tab. 1: Betriebsspiegel der 12 Pilotbetriebe, unterschieden nach den drei Produktionssystemen Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EGKF) und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus). LN: landwirtschaftliche Nutzfläche; oAF: offene Ackerfläche; GVE: Grossvieheinheiten; SG: Schweine und Geflügel; KF: Kraftfutter; Akh: Arbeitskraftstunden

Betrieb	ha LN	% oAF der LN	GVE	% SG der GVE	Anz. Kühe	kg produzierte Milch / Jahr	kg KF / Kuh / Jahr	Total Akh / Jahr
VW_1	19.8	0.0	27.3	1.8	21	139'860	0	4'190
VW_2	47.0	0.0	111.0	30.6	74	340'694	0	5'432
VW_3	38.7	21.9	41.0	0.0	38	206'781	186	4'522
VW_4	26.2	9.8	51.6	0.0	37	158'929	0	4'659
Durchschnitt VW	32.9	7.9	57.7	8.1	42	211'566	46	4'701
EGKF_1	11.6	19.3	23.3	6.9	16	111'854	236	3'950
EGKF_2	27.3	0.0	78.7	37.8	51	374'783	516	4'380
EGKF_3	22.4	49.5	38.2	41.8	21	122'864	111	3'930
EGKF_4	36.4	3.8	58.1	1.7	50	367'920	515	7'110
Durchschnitt EGKF	24.4	18.2	49.6	22.0	34	244'355	345	4'843
EGKFplus_1	17.1	33.8	55.7	44.1	30	215'775	726	4'598
EGKFplus_2	37.0	46.4	101.0	46.6	48	436'753	1'439	8'660
EGKFplus_3	38.6	17.8	70.7	0.0	61	543'774	1'149	6'583
EGKFplus_4	28.2	14.2	52.1	0.0	50	419'915	712	6'723
Durchschnitt EGKFplus	30.2	28.1	69.8	22.7	47	404'054	1'007	6'641

Methode RISE

RISE ist eine auf 10 Nachhaltigkeitsthemen basierende Methode, die auf landwirtschaftlicher Betriebsebene zur ganzheitlichen Bewertung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit eingesetzt wird, mit dem Ziel zu deren Verbesserung beizutragen. Ein Thema setzt sich aus dem Durchschnittswert mehrerer Indikatoren zusammen. Die einzelnen Indikatoren werden auf einer Skala von 0-100 Punkten einem problematischen (0-33 Punkte), einem zu überprüfenden (34-66 Punkte) oder einem positiven (67-100 Punkte) Bereich zugewiesen. So werden mittels einer umfassenden Standortbestimmung Defizite aber auch Potentiale gleichermaßen aufgezeigt und daraus Handlungsbedarf abgeleitet (GRENZ *et al.*, 2014). Für die vorliegenden Auswertungen wurde RISE 3.0 verwendet, ausgenommen die beiden Themen „Materialeinsatz & Umweltschutz“ sowie „Wirtschaftlichkeit“, die mit der Version 2.0 berechnet wurden.

Vorgehen bei der Anwendung von RISE

Nebst dem beschriebenen Auswahlverfahren der Betriebe spielte auch die Bereitschaft zum Mitwirken und das Interesse an dem Projekt der Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter eine wichtige Rolle, da das Prinzip der Teilnahme an der Nachhaltigkeitsanalyse generell auf Freiwilligkeit basiert. Die verwendeten Daten beinhalteten Angaben aus der Suisse-Bilanz (AGRIDEA und BLW, 2014), der Tierverkehrsdatenbank (BLW, ohne Datum) und dem Wiesenjournal (GASSMANN und WYSS, 2014). Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Daten wurden der Vollkostenrechnung Milch entnommen (BBZN-HOHNENRAIN und AGRIDEA, 2013). Die restlichen Fragen wurden bei einem Betriebsbesuch in einem Interview mit den Landwirtinnen und Landwirten geklärt. Nach Abschluss der Datenerhebung wurden die Ergebnisse der Analysen in einem einzelbetrieblichen Bericht zusammengefasst. Bei einem zweiten Betriebsbesuch wurden die Resultate gemeinsam besprochen und relevante Themen vertieft diskutiert. Im nachfolgenden Bericht wurde ein Vergleich zwischen den drei Milchproduktionssystemen gezogen. Die Auswertungen erfolgten hauptsächlich in qualitativer Form. Einige Indikatoren wurden nach den Methoden von R Development Core Team (2011) mittels der Varianzanalyse (ANOVA) statistisch untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Gesamtübersicht – die 10 Nachhaltigkeitsthemen

Die zwölf Betriebe sowie die Systemgruppenmittelwerte lagen in den zehn Nachhaltigkeitsthemen mehrheitlich im positiven oder mittleren Bereich (Abb. 1-3). Negative Bewertungen gab es bei einzelnen Betrieben in den Themen „Energie & Klima“, „Biodiversität“ und „Wirtschaftlichkeit“. Die grösste Differenz zwischen den Produktionssystemen wurde beim Thema „Energie & Klima“ ersichtlich: Die VW-Gruppe erzielte im Durchschnitt ein positives Resultat, dagegen lag die Systemgruppe EGKFplus im negativen Bereich. Die EGKF-Betriebe erreichten sehr variable Werte, verursacht durch unterschiedliche Ergebnisse im Indikator Treibhausgasbilanz (Abb. 5).

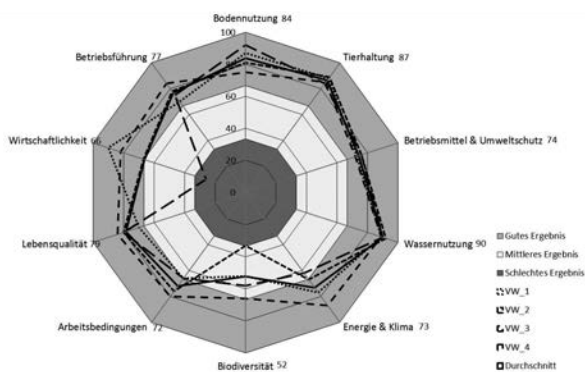


Abb. 1: Nachhaltigkeitspolygon der vier Betriebe mit Vollweide (VW)

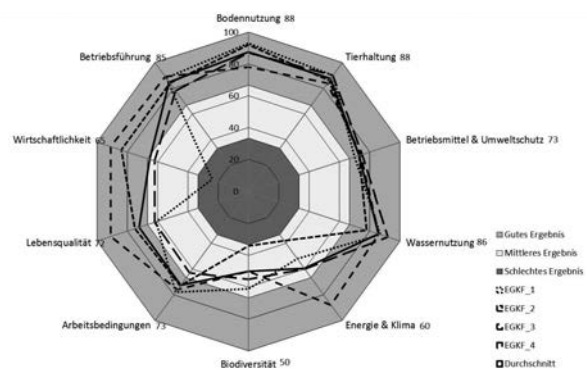


Abb. 2: Nachhaltigkeitspolygon der vier Betriebe mit Eingrasen und tiefem Kraftfutterniveau (EGKF)

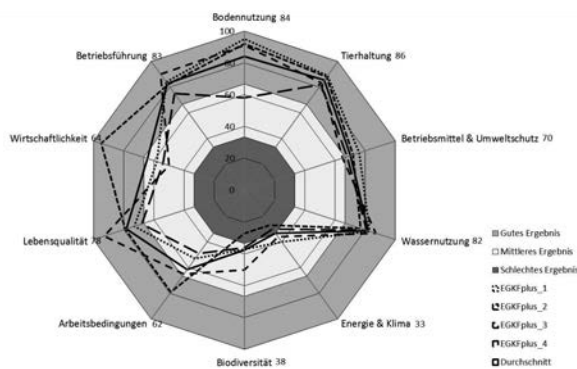


Abb. 3: Nachhaltigkeitspolygon der vier Betriebe mit Eingrasen und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus)

Die Themen „Tierhaltung“, „Betriebsmittel & Umweltschutz“ sowie „Wassernutzung“ wiesen weder innerhalb noch zwischen den drei Systemgruppen grosse Variabilität auf und erreichten durchwegs positive Bewertungen. Die Themen „Bodennutzung“, „Betriebsführung“ und „Lebensqualität“ wurden ebenfalls meist positiv eingestuft. Die Betriebe bewegten sich, unabhängig vom Produktionssystem, in vielen Nachhaltigkeitsbereichen wie Bodenfruchtbarkeit, artgerechte Tierhaltung, ausgeglichene Nährstoffbilanz, emissionsmindernde Hofdüngerlagerung und -ausbringtechnik, sowie angepasster Wassernutzung auf hohem Niveau. Die grösste Streuung innerhalb der Systemgruppen wies die „Wirtschaftlichkeit“ auf. Die drei Mittelwerte der Systemgruppen waren hingegen praktisch identisch. Das Thema „Arbeitsbedingungen“ zeigte in der Gruppe EGKFplus eine leicht tiefere Bewertung gegenüber den EGKF- und VW-Betrieben. Bei der „Biodiversität“ unterschied sich das Muster zwischen den VW- und EGKF-Betrieben kaum. Die EGKFplus-Betriebe lagen mehrheitlich tiefer in der Punktzahl. Alle analysierten Betriebe erfüllen jedoch mindestens die Richtlinien des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN).

Anzumerken ist, dass RISE den Betrieb in seiner Gesamtheit bewertet. Die Milchproduktion wird daher nicht isoliert betrachtet. Es ist anzunehmen, dass dadurch gewisse Effekte, die durch das Produktionssystem verursacht werden, weniger klar hervortreten. In den folgenden vertieften Analysen wurde auf ausgewählte Indikatoren näher eingegangen.

Systemgruppe EGKFplus mit der höchsten Milchleistung

Bei den Themen „Bodennutzung“ und „Tierhaltung“ wird unter anderem der Indikator Produktivität ermittelt. Dieser wird in RISE durch die Erträge pro Einheit und die Produktqualität bewertet. Die VW-Betriebe wiesen diesbezüglich in der Tierproduktion mehrheitlich niedrigere Werte auf, die ausschliesslich auf das tiefere Ertragsniveau zurückzuführen waren. Die beiden Gruppen EGKF und EGKFplus produzierten signifikant mehr Energie-korrigierte Milch (ECM) pro Kuh und Jahr als die VW-Betriebe (Tab. 2). In der Pflanzenproduktion war kein deutlicher Unterschied zwischen den Systemgruppen festzustellen. Wurden ausschliesslich die erzielten Hektarerträge der intensiv genutzten Wiesen und Weiden (sowohl Kunst- als auch Naturfutterbau) betrachtet, erreichte die Systemgruppe EGKFplus zwar die höchsten Felderträge, diese unterschieden sich jedoch nicht signifikant von den beiden anderen Gruppen (Tab. 2). Die VW- und EGKF-Betriebe wiesen einen mehr als doppelt so hohen Anteil an Naturwiesen auf, verglichen mit der Gruppe EGKFplus, deren Hauptfutterfläche durchschnittlich zu 60% aus Kunstwiesen bestand. Ein hoher Naturwiesenanteil wirkte sich positiv auf die Indikatoren Bodenerosion, Bodenverdichtung und Humusbilanz aus.

Tab. 2: Durchschnittliche Milchmengen in Energie-korrigierter Milch (ECM) pro Kuh und Jahr, Felderträge in Trockensubstanz (TS) der intensiv genutzten Wiesen und Weiden (Kunst- und Naturfutterbau) sowie Hauptfutterflächen (HFF) und deren Zusammensetzung der Systemgruppen Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EGKF) und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus).

System	kg ECM/ Kuh und Jahr		TS-Ertrag intensive Wiesen und Weiden dt / ha / Jahr		Hauptfutterfläche und deren Anteil an Naturwiesen (NW), Kunstwiesen (KW) und Futterhackfrüchten (FHF)			
	Mittelwerte	SD	Mittelwerte	SD	ha HFF	% NW	% KW	% FHF
VW	5568 a	766.4	101.5 a	12.79	30.4	57.3	40.7	2.0
EGKF	6938 b	616.5	104.5 a	19.43	21.3	66.2	26.9	6.9
EGKFplus	8209 b	566.0	117.8 a	14.36	24.7	27.7	59.4	12.9

Werte mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben unterscheiden sich signifikant ($P < 0.05$)

Systemgruppen VW und EGKF mit gewissen Vorteilen in der Ökologie

Beim Eigenversorgungsgrad in der Fütterung (Thema „Betriebsmittel & Umweltschutz“) wiesen die VW-Betriebe beim Stickstoff (N) und Phosphor (P) mit durchschnittlich 89% und 87% einen deutlich höheren Anteil auf, als die EGKFplus-Betriebe mit 58% resp. 42%. Die Gruppe EGKF befand sich mit 77% und 70% dazwischen. Bei der Düngung lag dagegen diese Systemgruppe mit 86% resp. 95% vorne. Die EGKF-Betriebe deckten den Nährstoffbedarf im Pflanzenbau somit am meisten mit betriebseigenem Dünger ab. Die VW- und EGKFplus-Betriebe waren mehr von Düngerimporten abhängig. Das Ammoniakemissionsrisiko in der Tierhaltung wird in RISE einerseits qualitativ bewertet (z.B. anhand des Hofdüngermanagements) aber auch nach N-Anfall gewichtet. Dabei spielten die Tierdichte und der Weidegang eine entscheidende Rolle. Die Haltung von anderen Nutztieren, insbesondere Schweinen, beeinflusste die Tierdichte stark. Sie nahm von den VW-Betrieben bis hin zu den EGKFplus-Betrieben zu, mit einer mittleren Spannweite von 1.73 über 2.05 bis 2.35 GVE pro ha. Beim Weidegang erreichten die Betriebe des Produktionssystems VW gegenüber den beiden EG-Gruppen die höchste Punktzahl. Diese Faktoren führten zu einer leicht besseren Bewertung des Ammoniakemissionsrisikos der VW-Betriebe.

Bei der Energieintensität der Agrarproduktion und der Treibhausgasbilanz (Thema „Energie & Klima“) wurde der markanteste Unterschied zwischen den Produktionssystemen festgestellt. Bei differenzierter Betrachtung fiel auf, dass besonders die VW-Betriebe signifikant ($P = 0.001$) weniger Treibstoff pro ha verbrauchten als die EGKFplus-Betriebe (Abb. 4). Diese Gruppe wies beim Stromverbrauch ebenfalls den höchsten Median auf, jedoch nicht signifikant ($P = 0.064$). Da die Ackerfläche und der Schweinebestand von den VW-Betrieben bis hin zu den EGKFplus-Betrieben anstiegen (Tab. 1), führte dies wiederum zu steigendem Energiebedarf. Betriebe die Eingrasen, leisten zusätzlich mehr Traktorenstunden beim Mähen, Aufladen und bei der Hofdüngerausbringung. Auch die Melkmaschine und Milchkühlung laufen bei diesen Betrieben das ganze Jahr, während diese bei der saisonalen Abkalbung einige Wochen still stehen. Dabei nimmt auch die höhere Milchmenge der Systemgruppe EGKFplus einen Einfluss. Alle Betriebe dieser Gruppe produzierten zudem keine Silage sondern ausschliesslich Dürrfutter, weshalb die Heubelüftung ebenfalls Grund für einen höheren Stromverbrauch ist.

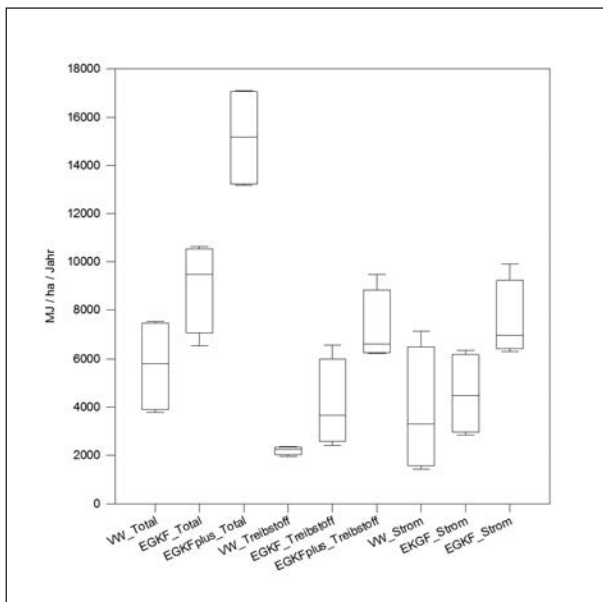


Abb. 4: Energieverbrauch der Systemgruppen Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EGKF) und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus).

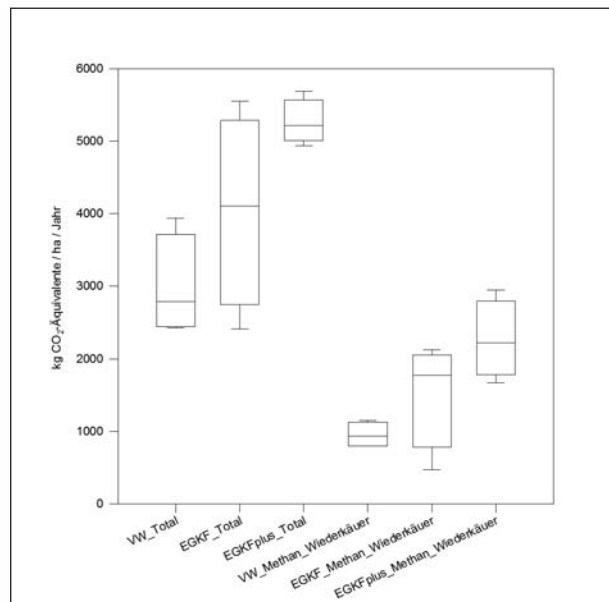


Abb. 5: Treibhausgasausstoss der Systemgruppen Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EGKF) und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus).

Der Treibhausgasausstoss zeigte Ähnlichkeiten mit dem Energieverbrauch (Abb. 5). Zu erwähnen ist, dass das Sequestrierungspotential nicht abgebildet ist. Nebst anderen Parametern (z.B. Emissionen von Treibstoff und Dünger) wurden die Methanemissionen (kg CO₂-Äquivalente pro ha) der Wiederkäuer berechnet. Diese waren beim VW-System signifikant tiefer als bei der EGKFplus-Gruppe (P = 0.021). Das Ergebnis wurde stark durch die Tierdichte beeinflusst.

Das Thema „Biodiversität“ hatte für die Betriebe unterschiedliche Bedeutung. In der Gruppe EGKF fand auf drei von vier Betrieben eine Beratung statt, während dies bei den VW und EGKFplus je auf einem Betrieb der Fall war. Auf den teilweise kleiner strukturierten EGKF-Betrieben wurde die Verteilung der ökologischen Infrastrukturen am besten bewertet. Augenscheinlich war der Unterschied beim Indikator Intensität der landwirtschaftlichen Produktion, wobei in RISE die Düngungsintensität berücksichtigt wird. Die VW- und EGKF-Betriebe lagen im Schnitt mit 125 und 128 kg N pro ha LN und Jahr tiefer als die EGKFplus-Betriebe mit 170 kg N.

Bewertung der wirtschaftlichen und sozialen Nachhaltigkeit

Bei der „Wirtschaftlichkeit“ schwankten die Ergebnisse der Einzelbetriebe stark und es konnten keine Systemunterschiede festgestellt werden. Die gesamtbetriebliche finanzielle Situation wurde demnach massgeblich durch andere Faktoren bestimmt. Bei der Hälfte der untersuchten Betriebe wurde eine ungenügende Liquidität festgestellt, wobei es sich dabei um eine Momentaufnahme handelte. Einzelne Betriebe wiesen eine hohe Verschuldung im Verhältnis zum erwirtschafteten Cash-Flow auf. Der entsprechend hohe Kapitaldienst verringert einerseits den Cash-Flow und andererseits haben solche Betriebe oft Schwierigkeiten, sich Kredite z.B. für Investitionen zu beschaffen. Bei den gesamtbetrieblichen Arbeitszeiten pro Familienarbeitskraft schnitten die meisten VW- und EGKF-Betriebe mit einem mittleren Wert etwa ähnlich ab, während die Mehrheit der EGKFplus-Betriebe eine tiefe Bewertung erreichte. Beim Einkommensniveau der Familienarbeitskräfte schnitten die EGKF-Betriebe mit einem mittleren Ergebnis grösstenteils am besten ab, gefolgt von den EGKFplus-Betrieben. Die VW-Betriebe erzielten im Durchschnitt den tiefsten Stundenlohn. Es gilt zu beachten, dass durch die gesamtbetriebliche Betrachtung auch das Einkommen aus anfälligem Nebenerwerb mit einbezogen wurde.

Die „Lebensqualität“ wurde anhand der Zufriedenheit in verschiedenen Lebensbereichen rein subjektiv beurteilt. Am meisten Anlass zu Diskussionen gaben die Aspekte der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, welche häufig als unsicher empfunden wurden. Das sinkende Einkommen im Milchsektor sowie der Rückgang der Direktzahlungen gaben teilweise Anlass zur Sorge. Zudem wurden der hohe administrative Aufwand und die grosse Abhängigkeit vom Staat, von Abnehmern oder Pachtland erwähnt. Als wichtig empfunden wurde die Fähigkeit flexibel und anpassungsfähig zu sein oder den Betrieb alleine

führen zu können. Verbesserte Mechanisierung oder Arbeitsabläufe wurden als Entlastung geschätzt und mit einer Steigerung der Lebensqualität verbunden, indem mehr Zeit für andere Aktivitäten zur Verfügung stand. Auch als positiv eingestuft wurde die Freiheit, den Tagesablauf selber gestalten zu können oder die Möglichkeit beim Aufwachen der Kinder dabei sein zu können. Von einigen Befragten wurde aber auch eine gewisse Überbelastung erwähnt. Die Arbeit selber wurde jedoch als erfüllend beschrieben und eine starke Überzeugung von der eigenen Tätigkeit war generell spürbar.

Schlussfolgerungen

Zwischen den einzelnen Aspekten der Nachhaltigkeit bestehen Zielkonflikte, die minimiert werden müssen. Die Betriebe der Systemgruppe EGKFplus leisten mit ihrer Produktion einen grösseren Beitrag zur Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln. Dies jedoch bei einem relativ tiefen N- und P-Eigenversorgungsgrad, einem hohen Energieinput und CO₂-Output. Diese negativen Auswirkungen gilt es bei möglichst gleichbleibender Leistung zu reduzieren, beispielsweise durch höhere Nährstoffeffizienz und Energiesparmassnahmen. Die Betriebe der Gruppe EGKF erreichen teilweise mit moderatem Input an Stickstoff, Phosphor und Energie ein bemerkenswertes Leistungsniveau. Ziel ist es, dieses Verhältnis weiter zu optimieren. Die VW-Betriebe erzielen tiefere Leistungen, weisen jedoch in der Fütterung einen hohen Eigenversorgungsgrad auf, haben einen tiefen Energieverbrauch und geringe Treibhausgasemissionen, wodurch die Umwelt geschont wird. Effiziente Abläufe um die Arbeitszeiten zu reduzieren, spielen eine Schlüsselrolle in der wirtschaftlichen und sozialen Nachhaltigkeit der Landwirtschaftsbetriebe. Die finanzielle Situation ist allerdings oft ein limitierender Faktor. Schlussendlich braucht es für ein nachhaltiges Handeln die Bereitschaft und Motivation einer jeden beteiligten Person.

Literatur

AGRIDEA UND BLW (BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (2014): Wegleitung Suisse-Bilanz. Auflage 1.12, Juli 2014.

BBZN-HOHNENRAIN & AGRIDEA (2013): VOKO-Milch+Schweine (Vollkostenrechnung Milch und Schweine).

BLW (BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (OHNE DATUM): Die Tierverkehrsdatenbank (TVD), zuletzt abgerufen am 02.06.2016, <https://www.agate.ch/portal/web/agate/die-tierverkehrsdatenbank-tvd>

DE OLDE, E. M., OUDSHOORN, F. W., SØRENSEN, C. A. G., BOKKERS, E. A. M. & DE BOER, I. J. M. (2016): Assessing sustainability at farm-level: lessons learned from a comparison of tool in practice. *Ecological Indicators* 66, 391-404.

GASSMANN, P. & WYSS, U. (2014): Wiesenjournal 2014. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus (AGFF), Zürich.

GAZZARIN, C., FREY, H.-J., PETERMANN, R. & HÖLTSCHI, M. (2011): Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 418-423.

GRENZ, J., MAINIERO, R., SCHOCH, M., STALDER, S. & THALMANN, CH. (2014): Response-Inducing Sustainability Evaluation (RISE). Massnahmenorientierte Nachhaltigkeitsanalyse landwirtschaftlicher Betriebe. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL), 18.06.2014, zuletzt abgerufen am 11.05.2016, https://www.hafl.bfh.ch/fileadmin/docs/Forschung_Dienstleistungen/Agrarwissenschaften/Nachhaltigkeitsbeurteilung/RISE/Was_ist_RISE.pdf

HOFSTETTER, P., AKERT, F., KNEUBÜHLER, L., KUNZ, P., FREY, H.-J., ESTERMANN, J., GUT, W., HÖLTSCHI, M., MENZI, H., PETERMANN, R., SCHMID, H. & REIDY, B. (2014): Optimierung von Milchproduktionssystemen mit Eingrasen. Systemvergleich Hohenrain II. In: Reidy, B., Gregis, B. & Thomet, P. (Hrsg.). *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion*. Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau Band 16. Internationale Weidetagung 2014, Zollikofen, Schweiz. Jordi AG, Belp, Schweiz, 27-31.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Zuletzt abgerufen am 02.06.2016, <http://www.gbif.org/resource/81287>