



***The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library***

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

# NEUE ERKENNTNISSE ZUR MILCHVIEHHALTUNG UNTER ZUKÜNFTIG RESTRIKTIVEREN RAHMENBEDINGUNGEN

Martina Spörri, Daniel Hoop, Ines Heer

[martina.spoerri@gmail.com](mailto:martina.spoerri@gmail.com)

Betriebswirtschaft, Agroscope, Tänikon 1, CH-8356 Ettenhausen



2018

*Vortrag anlässlich der 58. Jahrestagung der GEWISOLA  
(Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.)*

*„Visionen für eine Agrar- und Ernährungspolitik nach 2020“  
Kiel, 12. bis 14. September 2018*

Copyright 2018 by authors. All rights reserved. Readers may make verbatim copies of this document for non-commercial purposes by any means, provided that this copyright notice appears on all such copies.

# NEUE ERKENNTNISSE ZUR MILCHVIEHHALTUNG UNTER ZUKÜNSTIG RESTRIKTIVEREN RAHMENBEDINGUNGEN

*Martina Spörri<sup>1</sup>, Daniel Hoop, Ines Heer*

## Zusammenfassung

Ändernde politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen fordern eine wettbewerbsfähigere und gleichzeitig nachhaltigere Milchviehhaltung. Eine fundierte Folgenabschätzung dieser Veränderungen, wie sie zum Beispiel während einer politischen Entscheidungsfindung erwünscht wird, ist jedoch erst nach einer Aufschlüsselung der Heterogenität unter den Milchviehbetrieben möglich. Mittels einer auf betrieblichen Buchhaltungsdaten basierenden Clusteranalyse konnten die Autoren zwei Betriebstypen mit eher extensiven Produktionsstrategien sowie vier Betriebstypen mit eher intensiven Produktionsstrategien identifizieren. Während die extensiven Strategien wirtschaftlich erfolgreich sind, können die intensiven Strategien bis auf eine Ausnahme aus Kostengründen nicht mithalten. Keiner der Betriebstypen entspricht der durchschnittlichen Produktionsstrategie der gesamten Stichprobe. Somit kann gezeigt werden, dass der globale Durchschnitt bei großer Datenvarianz an Aussagekraft verliert.

## Keywords

Agrarmanagement, Schweizerische Agrarpolitik, Trinkwasserschutz, Betriebstypisierung, Clusteranalyse.

## 1 Einleitung

In der Schweiz ist die Milchviehhaltung das am häufigsten eingesetzte Produktionssystem, um nicht-ackerfähige Grünlandflächen für die menschliche Ernährung zu nutzen. In der Vergangenheit hat sich dieses Produktionssystem entsprechend den wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen sowie unter der Restriktion der jeweiligen Faktorausstattung entwickelt. Dabei führten unterschiedliche Strategien zu unterschiedlichen Resultaten und der damit verbundenen, hohen Heterogenität unter den Betrieben, wie wir sie heute beobachten können.

Die Milchviehhaltung hat sich längst von den Grünflächen auf ackerfähige Flächen ausgedehnt, sei es als Weiden auf Kunstmiesen oder als Produktionsstätte für Tierfutter anstelle von Lebensmitteln (BURREN et al. 2010, BAUR 2011). Somit wird das Milchvieh wird zum direkten Konkurrenten des Menschen, obwohl dies durch die Möglichkeit des Raufutterverzehrs der Wiederkäuer eigentlich verhindert werden könnte. Der Ressourcenverbrauch für den Veredelungsprozess steht in einem schlechten Verhältnis zu dem der direkten Lebensmittelproduktion auf der Ackerfläche (GODFRAY et al. 2010). Zusätzlich wird die Umwelt und das Klima durch den Eintrag von Düngemittel bei einer intensiven betriebseigenen Kraftfutterproduktion, durch den Eintrag von Nährstoffen bei Zukauf von Kraftfutter sowie durch weitere Emissionen beeinträchtigt (BYSTRICKY et al. 2014).

Vor allem intensive tierische Produktionssysteme werden voraussichtlich in Zukunft stärker unter Druck stehen. Die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen haben sich gegen Ende 2017 mit der Veröffentlichung der „Gesamtschau zur mittelfristigen Weiterentwicklung der Agrarpolitik“ (SCHWEIZERISCHER BUNDESrat 2017) zu Ungunsten der intensiven Landwirtschaft verändert. In dieser Skizze des Schweizerischen Bundesrats zu den agrar-

---

<sup>1</sup> Agroscope, Betriebswirtschaft, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, Switzerland, martina.spoerri@gmail.com

politischen Plänen ab dem Jahr 2022 wird gleichzeitig ein verstärkter Wettbewerb durch Freihandel und eine nachhaltigere Produktion angestrebt. Vor allem der Trinkwasserschutz steht im Vordergrund. Gleichzeitig wird das Anliegen des Trinkwasserschutzes von einer Volksinitiative aufgegriffen, welche bereits viele Diskussionen ausgelöst hat und in absehbarer Zeit zur Abstimmung kommen wird (SCHWEIZERISCHE BUNDEKANZLEI 2018). Die Initiative strebt an, dass nur noch Betriebe mit Tierbeständen, welche mit selbstproduzierten Futtermitteln versorgt werden können und ohne präventiven Antibiotikaeinsatz auskommen, von Direktzahlungen profitieren könnten. Auch wenn das Volk die Initiative ablehnen sollte, könnten die Diskussionen eine Sensibilisierung bezüglich intensiver tierischer Produktion auslösen, womit sich auch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ändern würden.

Werden sich die Schweizer Milchviehbetriebe diesen veränderten Rahmenbedingungen stellen können? Um diese Frage zu beantworten, gilt es, die Heterogenität unter den Betrieben aufzuschlüsseln und unterschiedliche Strategien zu identifizieren. Dazu werden Daten spezialisierter Milchviehbetriebe aus der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (entspricht dem Farm Accountancy Data Network FADN) genutzt. Weiter liegt der Fokus auf den produktions-technischen Lagen der „Tal- und Hügelzone“ (siehe Schweizerische Zonenverordnung, BLW 1998), da in dieser Lage unter idealen Produktionsbedingungen teils sehr intensive Systeme zu finden sind.

Die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung wurde in der Vergangenheit gründlich untersucht. Auf Betriebsebene werden die durchschnittlichen Ergebnisse der Buchhaltungsabschlüsse jährlich publiziert (HOOP & SCHMID 2015), aber auch auf Betriebszweigebene liegen seit kurzem detaillierte Analysen vor (HOOP et al. 2017). Dabei stellt die teils sehr hohe Varianz innerhalb einzelner Variablen eine Herausforderung dar. Mittelwerte und andere Statistiken verlieren unter diesen Voraussetzungen an Aussagekraft, weil der durchschnittliche Betrieb, der aus mehreren Produktionssystemen errechnet wurde, einen in der Realität nicht existenten Betrieb darstellt und somit ein rein theoretisches Konstrukt ist (KÖBRICH et al. 2003, FEUZ und SKOLD 1992). Deshalb wird ein Algorithmus zur Clusteranalyse verwendet, um innerhalb der Datenbasis unterschiedliche Betriebstypen zu identifizieren und zu beschreiben.

Dieser Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Das zweite Kapitel leitet die Methodik zur Betriebstypologisierung her und beschreibt die Clusteranalyse. Das dritte Kapitel beschreibt die Datengrundlage und die mittlere Statistik unserer Datenbasis. Im vierten Kapitel werden die Resultate der Clusteranalyse präsentiert und evaluiert. Das abschließende fünfte Kapitel beinhaltet die Diskussion der Resultate.

## 2 Methodik zur Betriebstypologisierung

Ziel der verwendeten Methode ist es, die Heterogenität unter den Betrieben aufzuschlüsseln und dabei verschiedene Gruppen mit unter sich möglichst homogener Strategie herauszu-kristallisieren. Die theoretische Grundlage zur Definition solcher typischen Betriebe dazu wurde z.B. durch FEUZ und SKOLD (1992) publiziert. Die Autoren empfehlen eine Definition typischer Betriebe über drei Kategorien von Klassifikationskriterien (siehe Tabelle 1). Die erste Kategorie umfasst die Faktorausstattung, die zweite Kategorie das Produktionspotenzial und die dritte Kategorie bezieht sich auf die Technologien. Die Variablen, welche zur Definition typischer Betriebe hinzugezogen werden, sind in Tabelle 1 zu finden.

Um die Faktorausstattung zu beschreiben, wird die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) sowie die offene Ackerfläche (OAF) berücksichtigt, wobei die vorhandene offene Ackerfläche indirekt auch ein Indikator für das Produktionspotenzial darstellen kann. Die Größe der Milchviehherde wird nicht als absolute, sondern als zur Fläche relative Größe berücksichtigt, da diese Besatzdichte zu einem gewissen Grad auch eine Strategieentscheidung darstellen kann. Durch den Fokus auf die produktionstechnische Lage „Tal- und Hügelzone“ (BLW 1998) wird bereits eine Gruppe mit relativ homogenem Produktionspotential betrachtet. Eine Eingrenzung auf ähnliche Technologien erfolgt bereits durch den Fokus auf spezialisierte Milchviehbetriebe

(HOOP und SCHMID, 2015)<sup>2</sup>. Um die auf den Betrieben verwendeten Technologien weiter zu beschreiben, wird die Informationen zum Einsatz von selbstproduziertem und von zugekauftem Kraftfutter, Tierarztdienstleistungen sowie Düngemitteln verwendet. Außerdem wird der Spezialisierungsgrad als der Anteil Leistung aus dem Betriebszweig Milchviehhaltung in Bezug auf die Gesamtleistung berücksichtigt.

**Tabelle 1: Kategorien zur Definition typischer Betriebe**

Kategorie	Variable	Definition
1. Kategorie: Faktorausstattung	LN <sup>a)</sup>	Landwirtschaftliche Nutzfläche in ha
	OAF <sup>a)</sup>	Offene Ackerfläche in ha
	THA <sup>a)</sup>	Besatzdichte in GVE Milchvieh pro ha LN
2. Kategorie: Produktionspotential	Landw. Zone <sup>a)</sup>	Definiert nach BLW (1998)
3. Kategorie: Technologien	Betriebsausrichtung <sup>a)</sup>	Definiert nach HOOP und SCHMID (2015)
	SKF <sup>b)</sup>	Selbstproduziertes Kraftfutter in CHF/GVE (Buchhalterische Bewertung der internen Lieferung)
	SPZ <sup>a)</sup>	Spezialisierungsgrad des Betriebes: Anteil der (finanziellen) Leistung aus dem Betriebszweig Milchviehhaltung in Bezug auf die Gesamtleistung
	TiA <sup>a)</sup>	Tierarztkosten in CHF/GVE
	ZKF <sup>a)</sup>	Zugekauftes Kraftfutter in CHF/GVE
	DUE <sup>b)</sup>	Kosten für Düngemittel in CHF/GVE

ha = Hektare, GVE = Grossvieheinheit, CHF = Schweizer Franken, grau unterlegt: Variablen der Clusteranalyse

<sup>a)</sup> Entsprechende Werte werden in der Zentralen Auswertung der Buchhaltungsdaten direkt erhoben

<sup>b)</sup> Es erfolgt eine disproportionale Zuteilung der Werte nach einer Maximum-Entropie-Methode, siehe dazu auch LIPS (2017) und HOOP et al. (2017)

Die Kategorisierung von Betrieben kann je nach Datengrundlage und Fragestellung mit unterschiedlichen Methoden erfolgen. Zur Aufschlüsselung der Heterogenität in detaillierten Datensets mit vielen Beobachtungen wurde durch KÖBRICH et al. (2003) eine multivariate Segmentierungsmethode entwickelt, welche in zahlreichen weiteren Publikationen zur Anwendung kam (siehe z.B. HYLAND et al. (2016) oder PACINI et al. (2014)). Dabei soll die Methode minimale Heterogenität innerhalb segmentierter Gruppen und gleichzeitig maximale Heterogenität zwischen diesen Gruppen herbeiführen. Genau dies strebt die sogenannte Clusteranalyse mit einem k-means-Algorithmus an. Die hier gewählte Methode ist von der durch KÖBRICH et al. (2003) empfohlenen Vorgehensweise inspiriert, unterscheidet sich aber in zwei wesentlichen Punkten: Während KÖBRICH et al. (2003) jegliche Form von „arbiträrer“ Klassifizierung ablehnen, wird hier, wie im vorangehenden Abschnitt erläutert, die S3-Typologie der Zentralen Auswertung der Buchhaltungsdaten sowie die Einteilung bezüglich produktionstechnischer Lage durch die Landwirtschaftlichen Zonen berücksichtigt. Weiter wird auf eine der Clusteranalyse vorangehende Hauptkomponentenanalyse zur Strukturierung des Datensatzes verzichtet. Statt dessen fließen die in Tabelle 1 beschriebenen Variablen (grau unterlegt) direkt in die Clusteranalyse ein. Dadurch werden bei der Segmentierung der Betriebe zwar nicht alle möglichen Informationen verwendet. Gleichzeitig entfällt jedoch die (oft eher schwierige) Deutung der aus einer Hauptkomponentenanalyse resultierenden Faktoren. Somit sind die Resultate der Clusteranalyse direkt interpretierbar. Zudem kann auch dank fehlender Multikollinearität<sup>3</sup> auf die Hauptkomponentenanalyse verzichtet werden.

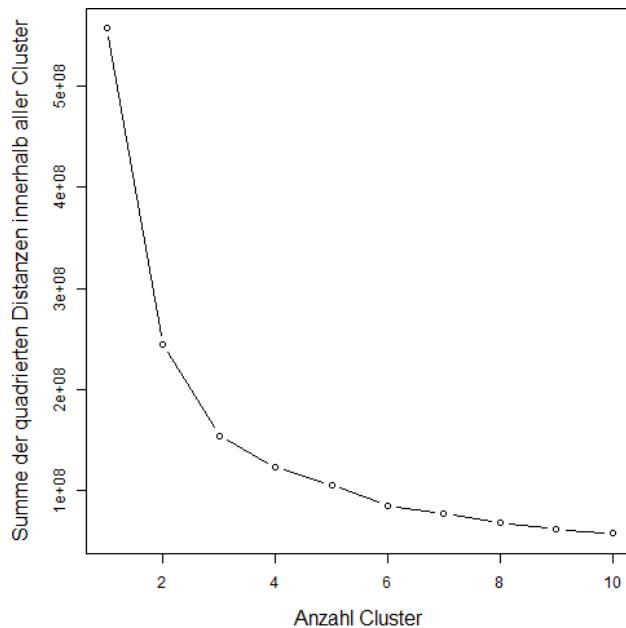
<sup>2</sup> Spezialisierte Milchviehbetriebe werden wie folgt eingegrenzt: Der Anteil Rindvieh am Gesamttierbestand (in Grossvieheinheiten GVE) muss mindestens 75%, der Anteil Milchvieh am Rindviehbestand 65% betragen. Der Anteil Mutter-/Ammenkühe am Rindviehbestand darf dabei 25% nicht überschreiten. Maximal 25% der landwirtschaftlichen Nutzfläche dürfen Ackerkulturen, maximal 10% Spezialkulturen sein.

<sup>3</sup> Der höchste gefundene Varianzinflationsfaktor beträgt 2.23 für die Variable OAF.

Der Begriff „Clusteranalyse“ wird für eine Reihe von unterschiedlichen Algorithmen verwendet, die alle zum Ziel haben, Ähnlichkeitsstrukturen in Daten aufzuspüren. Hier wird ein sogenanntes „partitionierendes“ Verfahren genutzt, in welchem die Anzahl Cluster im Vorhinein festgelegt wird. Unter der Verwendung eines k-means Algorithmus (HARTIGAN und WONG 1979) werden erst zufällig Clusterzentren festgelegt und einzelne Datenpunkte so den Clustern zugewiesen, dass die Summe der quadrierten Distanzen einzelner Punkte zu diesen Zentren minimiert wird. In einem iterativen Prozess werden danach die Zentren in die Clustermittelpunkte verschoben und die Minimierung erfolgt von neuem. Nach einer ausreichenden Anzahl Iterationen sind die Cluster optimal positioniert. Der komplette Vorgang ist genügend oft zu wiederholen, und die Lösung mit der tiefsten Fehlersumme zu wählen, weil die zufällige Wahl der Startzentren das Ergebnis beeinflussen kann.

Die Festlegung der Anzahl Cluster kann durch die Analyse eines sogenannten WSS-Plots (WSS=within-group sum of squares, die Summe der quadratischen Distanzen innerhalb aller Cluster) erfolgen (KETCHEN und SHOOK 1996). Die WSS wird für Clusteranzahl von 1-10 aufgezeichnet. Die resultierende Kurve wird nun auf sogenannte „Ellenbogen“, also starke Abfälle in der Kurve, gefolgt von einer Abflachung, untersucht. Der WSS-Plot des verwendeten Datensatzes ist in Abbildung 1 zu finden. „Ellenbogen“ können bei drei und sechs Clustern ausgemacht werden. Damit eine möglichst detaillierte Aufschlüsselung des Datensatzes erfolgt, werden sechs Cluster für diese Analyse gewählt.

**Abbildung 1: WSS-Plot des Datensatzes**



Die Clusteranalyse wird als Resultat die Ausprägung der Cluster (in dieser Analyse von nun an Betriebstypen genannt) bezüglich der in Tabelle 1 grau unterlegten Variablen darstellen. Diese Ausprägungen lassen sich durch sogenannte Radarplots, wie sie in Tabelle 3-9 in den folgenden Kapiteln zu finden sind, visualisieren. Dabei werden die jeweiligen Mittelwerte der Betriebstypen auf acht den Variablen entsprechenden Achsen aufgetragen und durch eine Linie verbunden. Das resultierende Achteck zeigt auf einen Blick die Ausprägungen des jeweiligen Betriebstyps.

In einem weiteren Schritt werden die Betriebe der einzelnen Betriebstypen bezüglich weiteren, der Clusteranalyse fremden, Variablen (Betriebsergebnisse wie Milchleistung oder Einkommen) evaluiert. Die Variablen, welche in dieser Evaluation untersucht werden, sind in Tabelle 2 beschrieben.

**Tabelle 2: Variablen zur Evaluation der Betriebstypen**

Variable	Einheit, Definition	Aussagekraft
Milchleistung <sup>a)</sup>	Kg Milch/GVE	Das Resultat aus Produktionsintensität und Leistungspotential (Zucht) des Milchviehs auf dem Betrieb
Leistung Betriebszweig Milchviehhaltung <sup>a)</sup>	CHF/GVE, Leistungen aus Milchverkauf, weiteren Erlösen sowie zugeteilten Direktzahlungen	Eine Kombination aus Milchmenge, Milchqualität sowie weiteren Leistungen. Sensibel gegenüber Marktveränderungen.
Direktzahlungen Betriebszweig Milchviehhaltung <sup>b)</sup>	CHF/GVE, Summe aller zugeteilten Direktzahlungen	Anteil der Leistung, welche nicht aus Produkteverkauf, sondern aus der Bereitstellung öffentlicher Güter stammt. Sensibel gegenüber Politikveränderungen.
Direktkosten Betriebszweig Milchviehhaltung <sup>a)</sup>	CHF/GVE, Summe aller dem Betriebszweig zugeteilten Direktkosten	Kosten, welche dem Betriebszweig direkt zugewiesen werden können, also Produktionsfaktoren wie Futtermittel, Tierarztkosten etc. Zeigt die Produktionsintensität, sensibel gegenüber Marktveränderungen.
Strukturkosten Betriebszweig Milchviehhaltung <sup>b)</sup>	CHF/GVE, Summe aller dem Betriebszweig zugeteilten Strukturkosten	Kosten, welche dem Betriebszweig anteilmäßig zugewiesen werden, wie Maschinen-, Arbeits- und Gebäudekosten. Zeigt die Investitionsintensität, sensibel gegenüber Marktveränderungen.
Arbeitsverwertung Betriebszweig Milchviehhaltung <sup>b)</sup>	CHF/h, Differenz der gesamten Leistungen und Kosten im Betriebszweig, dividiert durch den hypothetischen Arbeitseinsatz	Zeigt einen hypothetischen „Stundenlohn“ im Betriebszweig und eignet sich für den Quervergleich der Wirtschaftlichkeit des Betriebszweiges Milchviehhaltung. Durch die Kostenzuteilung wird eine Quersubventionierung des Betriebszweiges auf dem Betrieb bereinigt.
LE <sup>a)</sup>	CHF, landwirtschaftliches Einkommen des Betriebes	Zeigt das Einkommen des Betriebsleiters aus landwirtschaftlicher Tätigkeit und eignet sich für einen Quervergleich auf gesamtbetrieblicher Ebene.
Bio <sup>a)</sup>	Anteil der Betriebe mit zertifiziertem Biolandbau	Kontrollvariable: Beschreibt der Betriebstyp eine Produktionsstrategie, unter welcher Biolandbau möglich ist?

<sup>a)</sup> Entsprechende Werte werden in der Zentralen Auswertung der Buchhaltungsdaten direkt erhoben

<sup>b)</sup> Es erfolgt eine disproportionale Zuteilung der Werte nach einer Maximum-Entropie-Methode, siehe dazu auch LIPS (2017) UND HOOP et al. (2017)

### 3 Datengrundlage

Diese Analyse verwendet Daten spezialisierter Milchviehbetriebe der zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten, mit Fokus auf die produktionstechnische Lage „Tal- und Hügelzone“. Es werden die Jahre 2010-2014 berücksichtigt<sup>4</sup>. In diesem Zeitraum stehen 1832 Beobachtungen zur Verfügung, was im Schnitt 366 Beobachtungen pro Jahr entspricht<sup>5</sup>. In Tabelle 3 sind die Durchschnittswerte der in Tabelle 1 und 2 beschriebenen Variablen sowie der entsprechende Radarplot zu finden. Die Resultate der einzelnen Betriebstypen aus der Clusteranalyse werden im folgenden Kapitel in gleicher Weise dargestellt. Gleich unter dem Radarplot sind jeweils die Anzahl Beobachtungen, welche dem beschriebenen Betriebstypen zugewiesen werden, deren Anteil an der gesamten Anzahl Beobachtungen, sowie die Anzahl repräsentierter Betriebe und deren Anteil an der gesamten Anzahl repräsentierter Betriebe zu finden. Die Anzahl repräsentierter Betriebe kann über die sogenannte „Gewichtung“ der Beobachtung eruiert werden, welche aussagt, wie viele Landwirtschaftsbetriebe durch die Beobachtung repräsentiert wird, und bis ins Jahr 2014 im Rahmen der Referenzstichprobe erhoben wurde (HOOP et al. 2016).

<sup>4</sup> Die Jahre 2015 und 2016 stehen zwar zur Verfügung, entsprechen aber einer anderen Erhebungsmethodik (Wechsel von einer Referenzstichprobe zu einer Zufallsstichprobe). Die Vergleichbarkeit der Daten vor- und nach der Stichprobenumstellung ist stark limitiert (HOOP et al 2016).

<sup>5</sup> Per Streudiagramm-Matrix wurden 20 Ausreißer visuell identifiziert und von der Analyse ausgeschlossen.

**Tabelle 3: Durchschnitt über alle Betriebe**

<b>Variablen Clusteranalyse</b>			<b>Einheit</b>	<b>Mittelwert</b>
SKF	CHF/GVE	75.73		
OAF	ha	2.36		
LN	ha	21.70		
DUE	CHF/GVE	56.22		
ZKF	CHF/GVE	867.71		
TiA	CHF/GVE	279.58		
THA	GVE/ha	1.58		
SPZ	Anteil	0.75		
<b>Variablen Evaluation</b>			<b>Einheit</b>	<b>Mittelwert</b>
Milchleistung	kg/GVE	6'809		
Leistung	CHF/GVE	4'585		
Direktzahlungen	CHF/GVE	1'774		
Direktkosten	CHF/GVE	2'165		
Strukturkosten	CHF/GVE	6'524		
Arbeitsverwertung	CHF/h	11.72		
Anzahl/% Beobachtungen:	Landw. Eink.	CHF	66'362	
1'832/100	Biozertifizierung	%	9.8	

## 4 Resultate

### 4.1 Resultate der Betriebstypenanalyse

Analog zur Tabelle 3 zum mittleren Betrieb werden in den Tabellen 4-9 die Durchschnitte der Betriebstypen aus der Clusteranalyse dargestellt. Aufgrund ihrer Ausprägung bezüglich der in der Clusteranalyse verwendeten Variablen und dem Vergleich mit dem mittleren Betrieb können zwei eher extensive („Extensiv“ sowie „Diversifiziert“) und vier eher intensive Produktionsstrategien („Selbstproduziertes Kraftfutter“, „Ackerbau“, „Zugekauftes Kraftfutter“ sowie „Tierarztkosten“) beschrieben werden.

Der Betriebstyp „Extensiv“, dessen 590 Beobachtungen 7'458 Betriebe vertreten (31% der Betriebe), zeichnet sich durch ein relativ ausgewogenes, eher extensives Profil aus, welches dem Durchschnitt über alle Betriebe gleicht (siehe Tabelle 4). Allerdings verfügt er über deutlich weniger Ackerfläche, was den Einsatz von Düngemittel und die Produktion von Kraftfutter eingeschränkt. Es findet jedoch auch keine wesentliche Kompensation mit zugekauftem Kraftfutter statt, was bei der relativ hohen Tierdichte auf sehr gute Futterqualität hinweist.

**Tabelle 4: Betriebstyp „Extensiv“**

<b>Variablen Clusteranalyse</b>			<b>Einheit</b>	<b>Mittelwert</b>
SKF	CHF/GVE	20.82		
OAF	ha	1.20		
LN	ha	19.72		
DUE	CHF/GVE	39.60		
ZKF	CHF/GVE	639.35		
TiA	CHF/GVE	221.58		
THA	GVE/ha	1.50		
SPZ	Anteil	0.81		
<b>Variablen Evaluation</b>			<b>Einheit</b>	<b>Mittelwert</b>
Milchleistung	kg/GVE	6'412		
Leistung	CHF/GVE	4'327		
Direktzahlungen	CHF/GVE	1'807		
Direktkosten	CHF/GVE	1'785		
Strukturkosten	CHF/GVE	6'337		
Arbeitsverwertung	CHF/h	13.81		
Anzahl/% Beobachtungen:	Landw. Eink.	CHF	66'804	
590/32	Biozertifizierung	%	14.7	

**Tabelle 5: Betriebstyp „Diversifiziert“**

			Variablen Clusteranalyse	Einheit	Mittelwert
SKF	CHF/GVE	26.30			
OAF	ha	1.75			
LN	ha	17.22			
DUE	CHF/GVE	36.12			
ZKF	CHF/GVE	656.40			
TiA	CHF/GVE	240.81			
THA	GVE/ha	1.76			
SPZ	Anteil	0.53			
			Variablen Evaluation	Einheit	Mittelwert
Milchleistung	kg/GVE	6'153			
Leistung	CHF/GVE	4'140			
Direktzahlungen	CHF/GVE	1'734			
Direktkosten	CHF/GVE	1'834			
Strukturkosten	CHF/GVE	7'163			
Arbeitsverwertung	CHF/h	8.29			
Anzahl/% Beobachtungen:	Anzahl/% Betriebe:		Landw. Eink.	CHF	74'688
285/16	4'303/18		Biozertifizierung	%	16.5

Der Betriebstyp „Diversifiziert“ (siehe Tabelle 5) unterscheidet sich vom Betriebstypen „Extensiv“ darin, dass nur gerade 53% der Gesamtleistung auf dem Betrieb aus der Milchwirtschaft stammt. Die Betriebe sind außerdem kleiner. Bei einer höheren Tierbesatzdichte wird etwas mehr Kraftfutter zugekauft und die Tierarztkosten sind ebenfalls höher als unter den Betrieben des Betriebstyps „Extensiv“. Insgesamt 18% der Betriebe werden durch diesen Betriebstyp repräsentiert.

**Tabelle 6: Betriebstyp „Selbstproduziertes Kraftfutter“**

			Variablen Clusteranalyse	Einheit	Mittelwert
SKF	CHF/GVE	457.93			
OAF	ha	4.24			
LN	ha	23.74			
DUE	CHF/GVE	85.58			
ZKF	CHF/GVE	633.66			
TiA	CHF/GVE	261.87			
THA	GVE/ha	1.23			
SPZ	Anteil	0.76			
			Variablen Evaluation	Einheit	Mittelwert
Milchleistung	kg/GVE	6'829			
Leistung	CHF/GVE	4'471			
Direktzahlungen	CHF/GVE	2'057			
Direktkosten	CHF/GVE	2'088			
Strukturkosten	CHF/GVE	7'326			
Arbeitsverwertung	CHF/h	10.33			
Anzahl/% Beobachtungen:	Anzahl/% Betriebe:		Landw. Eink.	CHF	59'499
189/10	2'196/9		Biozertifizierung	%	3.2

Verglichen mit den beiden Betriebstypen „Extensiv“ und „Diversifiziert“ wählen die übrigen vier Betriebstypen eine eher intensivere Produktionsstrategie. Die Betriebe des Betriebstyps „Selbstproduziertes Kraftfutter“ (Tabelle 6) verfügen über durchschnittlich 4.2 ha Ackerfläche, auf welcher intensiv (höchster Einsatz von Düngemittel) Tierfutter angebaut wird. Dem gegenüber stehen die Betriebe des Betriebstyps „Ackerbau“ (Tabelle 7), welche durchschnittlich über 7.7 ha Ackerfläche verfügen. Diese Ackerfläche wird jedoch kaum für die Produktion von Tierfutter verwendet, eher ist das Gegenteil der Fall: der dritthöchste Wert für zugekauftes Kraftfutter ist bei diesem Betriebstypen zu finden. Dass die beiden Betriebstypen mit Ackerbau nur

wenige Betriebe repräsentieren (beide jeweils ungefähr 9%) überrascht nicht, da mit der Definition der Betriebsausrichtung "Milchvieh" Betriebe mit einem Anteil von über 25% offener Ackerfläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ausgeschlossen werden.

**Tabelle 7: Betriebstyp „Ackerbau“**

Variablen Clusteranalyse	Einheit	Mittelwert
SKF	CHF/GVE	108.35
OAF	ha	7.70
LN	ha	42.02
DUE	CHF/GVE	77.64
ZKF	CHF/GVE	898.22
TiA	CHF/GVE	254.52
THA	GVE/ha	1.37
SPZ	Anteil	0.79
Variablen Evaluation	Einheit	Mittelwert
Milchleistung	kg/GVE	7'368
Leistung	CHF/GVE	4'757
Direktzahlungen	CHF/GVE	1'843
Direktkosten	CHF/GVE	2'221
Strukturkosten	CHF/GVE	5'560
Arbeitsverwertung	CHF/h	16.79
Anzahl/% Beobachtungen:	Anzahl/% Betriebe:	
157/9	2'101/9	Landw. Eink.
		CHF
		101'826
		%
		7.6

Den mit Abstand größten Mittelwert für zugekauftes Kraftfutter weisen die Betriebe des Betriebstyps „Zugekauftes Kraftfutter“ (Tabelle 8) auf: mit CHF 1'659/GVE geben diese Betriebe doppelt so viel Geld für diesen Produktionsfaktor aus als der Durchschnitt. Die hohe Tierdichte von 2.1 GVE/ha überrascht nicht, denn bei hohem Kraftfutteranteil ist die Futterverfügbarkeit auf den betriebseigenen Flächen nicht mehr relevant. Auch sind die zweithöchsten Tierarztkosten hier zu finden. 16% aller Betriebe wählen diese Strategie.

**Tabelle 8: Betriebstyp „Zugekauftes Kraftfutter“**

Variablen Clusteranalyse	Einheit	Mittelwert
SKF	CHF/GVE	15.54
OAF	ha	1.63
LN	ha	19.77
DUE	CHF/GVE	46.72
ZKF	CHF/GVE	1'659.88
TiA	CHF/GVE	322.70
THA	GVE/ha	2.10
SPZ	Anteil	0.83
Variablen Evaluation	Einheit	Mittelwert
Milchleistung	kg/GVE	7'631
Leistung	CHF/GVE	5'374
Direktzahlungen	CHF/GVE	1'445
Direktkosten	CHF/GVE	3'017
Strukturkosten	CHF/GVE	5'938
Arbeitsverwertung	CHF/h	11.09
Anzahl/% Beobachtungen:	Anzahl/% Betriebe:	
276/15	3'746/16	Landw. Eink.
		CHF
		57'331
		%
		6.5

Wohl am schwierigsten zu interpretieren ist der in Tabelle 9 dargestellte Betriebstyp. Aufgrund seiner einzigartigen Ausprägung wird er „Tierarztkosten“ genannt. Die Ausprägung des Betriebstyps bezüglich anderer Variablen wie zugekauftes Kraftfutter oder Düngemitteleinsatz zeigt zwar ebenfalls eine intensive Produktion, jedoch reichen diese Informationen nicht, um

die hohen Tierarztkosten zu erklären. Mit einem hohen Anteil von 17% aller Betriebe ist auch dieser Betriebstyp weit verbreitet.

**Tabelle 9: Betriebstyp „Tierarztkosten“**

Variablen Clusteranalyse	Einheit	Mittelwert
SKF	CHF/GVE	33.13
OAF	ha	1.96
LN	ha	19.89
DUE	CHF/GVE	83.83
ZKF	CHF/GVE	914.78
TiA	CHF/GVE	400.93
THA	GVE/ha	1.42
SPZ	Anteil	0.75
Variablen Evaluation	Einheit	Mittelwert
Milchleistung	kg/GVE	7'112
Leistung	CHF/GVE	4'753
Direktzahlungen	CHF/GVE	1'831
Direktkosten	CHF/GVE	2'429
Strukturkosten	CHF/GVE	6'794
Arbeitsverwertung	CHF/h	9.92
Anzahl/% Beobachtungen:	Landw. Eink.	CHF
335/18	53'191	
Anzahl/% Betriebe:	Biozertifizierung	%
4'141/17	3.0	

## 4.2 Evaluation der Cluster anhand von relevanten Betriebsresultaten

In den Tabellen 4-9 sind die Mittelwerte der relevanten Betriebsresultate (siehe auch Tabelle 3) der jeweiligen Betriebstypen aufgeführt. Das Milchvieh des Betriebstyps „Extensiv“ (Tabelle 4), welches mit verhältnismäßig wenig Einsatz von Produktionsfaktoren wie Kraftfutter, Düngemittel und Tierarztdienstleistungen auskommt, erreicht erwartungsgemäß eine eher tiefe durchschnittliche Milchleistung von 6412 kg/GVE. Dadurch sind zwar die Leistungen im Betriebszweig vermindert, jedoch bleiben auch die Kosten weit unter dem Durchschnitt. Den Betrieben bleibt bei dieser extensiven Bewirtschaftung trotzdem eine relativ hohe Arbeitsverwertung von CHF 13.80/h im Betriebszweig sowie ein durchschnittliches landwirtschaftliches Einkommen von CHF 66'804. Es überrascht nicht, dass bei diesem Betriebstyp der zweitgrößte Anteil (15%) an biozertifizierten Betrieben zu finden ist.

Bei ähnlichem Einsatz von Produktionsfaktoren wie beim Betriebstyp „Extensiv“ erreicht das Milchvieh des Betriebstyps „Diversifiziert“ die tiefste Milchleistung aller Betriebstypen mit durchschnittlich 6152 kg/GVE und damit auch die tiefste Leistung (pro GVE) aller Betriebstypen (siehe Tabelle 5). Da gleichzeitig die Kosten wesentlich höher als beim Betriebstyp „Extensiv“ sind, verdient dieser Betriebstyp lediglich CHF 8.20 pro Stunde im Betriebszweig Milchviehhaltung. Trotzdem kann bei diesem Betriebstyp das zweithöchste (im Verhältnis zur landwirtschaftlichen Nutzfläche sogar das höchste) durchschnittliche landwirtschaftliche Einkommen beobachtet werden. Dieses wird wohl wesentlich in anderen Betriebszweigen erwirtschaftet. Mit 16% ist bei diesem Betriebstyp der größte Anteil an biozertifizierten Betrieben zu finden.

Auf den beiden Betrieben mit vergleichsweise großen Ackerflächen führen die beiden Strategien „Selbstproduziertes Kraftfutter“ (Tabelle 6) und „Ackerbau“ (Tabelle 7) zu sehr unterschiedlichen Resultaten. Trotz hohem Kraftfuttereinsatz erreicht das Milchvieh des Betriebstyps „Selbstproduziertes Kraftfutter“ lediglich eine Milchleistung von 6829 kg/GVE und liegt damit nahe beim Mittelwert aller Betriebe (siehe Tabelle 3). Die hohen Kosten waren voraussehbar: wenn selbstproduziertes Kraftfutter per interner Lieferung in den Betriebszweig Milchviehhaltung einfließt, werden die Kosten der Ackerbau-Mechanisierung ebenfalls diesem Betriebszweig zugewiesen. Auch wenn durch denselben Mechanismus ebenfalls mehr

Direktzahlungen zugeteilt werden, bleibt die Arbeitsverwertung im Betriebszweig bei lediglich CHF 10.33/h und das landwirtschaftliche Einkommen unter dem Durchschnitt aller Betriebe. Anders präsentiert sich das Bild beim Betriebstyp „Ackerbau“. Hier wird mit durchschnittlich 7368 kg/GVE die zweithöchste Milchleistung aller Betriebstypen erreicht. Da hier die Strukturkosten der teuren Ackerbaumechanisierung auf verschiedene Betriebszweige aufgeteilt werden kann, resultiert bei gleichzeitig hoher Leistung die höchste Arbeitsverwertung aller Betriebstypen im Betriebszweig Milchviehhaltung. Das hohe landwirtschaftliche Einkommen (mit CHF 101'826 das mit Abstand höchste aller Betriebstypen) relativiert sich wieder, wenn es in Verhältnis zur landwirtschaftlichen Nutzfläche gesetzt wird.

Das Milchvieh des Betriebstyps „Zugekaufte Kraftfutter“ (Tabelle 8) erzielt mit 7'631 kg/GVE die höchste Milchleistung aller Betriebstypen, was aufgrund des hohen Einsatzes von zugekauftem Kraftfutter den Erwartungen entspricht. Dass eine solche Milchleistung durch zugekauftes, nicht aber durch selbstproduziertes Kraftfutter (siehe Tabelle 6) erreicht wird, lässt sich vermutlich durch die bessere Ausgewogenheit von zugekauftem Kraftfutter erklären, während Betriebe des Betriebstyps „Selbstproduziertes Kraftfutter“ wohl mit einer weniger abgestimmten Kraftfuttermischung auskommen müssen. Die Betriebe des Betriebstyps „Zugekaufte Kraftfutter“ bezahlen die erreichte Milchleistung jedoch mit sehr hohen Direktkosten, welche auch nicht durch die hohen Leistungen entschädigt werden. Mit einer Arbeitsverwertung von CHF 11.10/h erreichen sie weniger als der Durchschnitt aller Betriebe. Das landwirtschaftliche Einkommen liegt sogar deutlich unter dem Durchschnitt.

Die Betriebe des Betriebstyps „Tierarztkosten“ fallen nebst den hohen Tierarztkosten mit dem tiefsten landwirtschaftlichen Einkommen von durchschnittlich CHF 53'191 auf. Die Produktion kann als intensiv bezeichnet werden, die Milchleistung liegt mit 7'112 kg/GVE im oberen Bereich. Durch vergleichsmäßig hohe Kosten im Betriebszweig Milchviehhaltung wird eine Arbeitsverwertung von CHF 9.90/h erreicht, das landwirtschaftliche Einkommen ist das tiefste aller Betriebstypen. Nur der Betriebstyp „Diversifiziert“ (Tabelle 5) kennt eine noch tiefere Arbeitsverwertung, kompensiert dies jedoch auf Betriebsebene und schafft es auf ein überdurchschnittliches landwirtschaftliches Einkommen. Deshalb liegt die Vermutung nahe, dass die hohen Tierarztkosten als ein Hinweis auf allgemein schlechtes Management auf dem Betrieb gesehen werden können.

Die geringen Anteile an Biozertifizierung bei allen vier intensiven Betriebstypen zeigt: diese Art der Produktionsstrategien sind nur schwer mit den Restriktionen im Biolandbau zu vereinbaren. Nur gerade 3-7% der Betriebe mit intensiver Produktionsstrategie wählen diese Landbauform.

## 5 Diskussion

Mithilfe einer Clusteranalyse konnte die Heterogenität unter spezialisierten Milchviehbetrieben in der Tal- und Hügelzone aufgeschlüsselt werden. Es werden sechs Betriebstypen mit zwei eher extensiven und vier eher intensiven Produktionsstrategien beschrieben. Ungefähr die Hälfte aller Betriebe, welche durch die Beobachtungen repräsentiert werden, verfolgt eine extensive Produktionsstrategie. Die beiden beschriebenen extensiven Betriebstypen „Extensiv“ sowie „Diversifiziert“ erreichen dadurch ein landwirtschaftliches Einkommen, das auf Höhe des oder wesentlich über dem Durchschnitt liegt, und dies bei unterdurchschnittlichem Faktoreinsatz. Auf Betrieben des Betriebstyps „diversifiziert“ wird dieses hohe Einkommen sogar trotz sehr schlechter Arbeitsverwertung im Betriebszweig Milchviehhaltung erreicht. Die Aufmerksamkeit dieser Betriebsleiter genießen demnach vor allem andere Tätigkeiten auf dem Betrieb. Die andere Hälfte der Betriebe kann durch vier Betriebstypen mit unterschiedlichen Produktionsstrategien beschrieben werden, wobei nur der Betriebstyp „Ackerbau“ ein landwirtschaftliches Einkommen über dem Durchschnitt erreicht.

Der durchschnittliche Betrieb, wie er in Tabelle 3 sowie in der Literatur (HOOP & SCHMID 2015, HOOP et al. 2017) oft präsentiert wird, zeigt eine Kombination von Werten und somit einer

Produktionsstrategie in der Milchviehhaltung, wie sie nach der Aufschlüsselung der Heterogenität unter den Betrieben nicht mehr zu finden ist. Die erfolgreichen Betriebe verfolgen entsprechend eine geringere Produktionsintensität oder operieren mit wesentlich höherer Ackerbaufläche. Die intensiven Betriebe andererseits können den Zusatzaufwand ihrer kostenintensiven Produktion nicht mit einem höheren Einkommen rechtfertigen. Besorgniserregend sind außerdem die teils hohen Tierarztkosten.

Die vorliegenden Resultate lassen vermuten, dass Betriebe mit eher extensiven Produktionsstrategien dem in der Einleitung beschriebenen Druck von restriktiveren Rahmenbedingungen gut standhalten könnten, während die Betriebe des Betriebstyps „Ackerbau“ ihr Einkommen bereits abseits des Betriebszweiges Milchviehhaltung erwirtschaften und von Regulierungen im Bereich der Tierhaltung wohl weniger betroffen wären. Die übrigen drei beschriebenen Produktionsstrategien werden ihre Produktion nicht zuletzt auch aus wirtschaftlichen Gründen anpassen müssen. Die Aussagekraft dieser ex-post-Analyse bezüglich zukünftigen Entwicklungen ist jedoch beschränkt. In Anbetracht der eher komplexen bevorstehenden Rahmenbedingungen (nachhaltigere Produktion bei gleichzeitig offeneren Märkten) würden Modellrechnungen aufschlussreichere Resultate liefern.

Die Beschreibung des Betriebstyps „Tierarztkosten“ ist wohl eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Studie. Zwar können Tierarzdienstleistungen auch zugunsten des Tierwohls oder zu professionellen Zuchtmethoden eingesetzt werden, die ambivalenten Resultate bezüglich Intensität, Tierarztkosten und Wirtschaftlichkeit sind jedoch eher ein Hinweis darauf, dass die jeweiligen Betriebsleiter mit dem Management des Betriebes überfordert sind und auf Unterstützung in Form von Ausbildung und Beratung angewiesen wären. In der Ausarbeitung der Agrarpolitik ab 2022 wird deshalb empfohlen, gezielte unterstützende Maßnahmen für solche Betriebe im Rahmen der Übergangsbestimmungen zu berücksichtigen.

Was diese Studie nicht beantworten kann ist, weshalb Betriebe trotz tiefem Einkommen eine teilweise sehr intensive Produktionsstrategie wählen. Zwar würde eine Extensivierung zumindest die negativen Einflüsse der Produktion auf die Umwelt und das Tierwohl (z.B. durch geringere Besatzdichten) verringern, die wirtschaftliche Situation hingegen muss sich aus verschiedenen Gründen nicht automatisch der Situation der beiden extensiven Betriebstypen angleichen. So könnte zum Beispiel der Einsatz von zugekauften Futtermitteln ein Versuch sein, der ungenügenden Futterqualität aufgrund schlechter Produktionsbedingungen entgegenzuwirken (BURREN et al. 2010). Auch ist auf intensiv geführten Betrieben oft eine Milchviehgenetik zu finden, welche bezüglich Kraftfuttereinsatz optimiert wurde und auf eine extensivere Fütterung mit sehr schlechter Milchleistung reagiert (GAZZARIN und PICCAND, 2011). Eine Charakterisierung der verschiedenen Betriebstypen bezüglich Produktionsbedingungen könnte weitere Hinweise auf die Strategiewahl der Betriebe geben, aber auch der Einfluss von Ausbildung und Beratung auf die gewählte Produktionsstrategie sollte genauer untersucht werden.

Anmerkung: Wir danken dem Schweizerischen Nationalfond (SNF) für die finanzielle Unterstützung (NFP69, Projekt: NOVANIMAL).

## Literatur

- BAUR P. (2011): Sojaimporte Schweiz: Möglichkeiten und Grenzen der Reduktion/Vermeidung von Sojaimporten in die Schweiz. Agrofutura AG, Frick.
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft) (1998): Verordnung über den landwirtschaftlichen Produktionskataster und die Ausscheidung von Zonen. SR 912.1.
- BURREN, A., GAZZARIN, C., KECKEIS, K., KUNZ, P., PICCAND, V., PITTKÄCH, S., RIEDER, S., ROTH, N., SCHORI, F., THOMET, P., TROXLER, J., WANNER, M. und WEILENMANN, S. (2010): Projekt Weidekuhgenetik 2007-2010. Schlussbericht, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen

- BYSTRICKY, M., ALIG, M., NEMECEK, T. und GAILLARD, G. (2014): Ökobilanz ausgewählter Schweizer Landwirtschaftsprodukte im Vergleich zum Import, Agroscope Science Nr. 2, Ettenhausen
- FEUZ, D. M. und SKOLD, M. D. (1992): Typical Farm Theory in Agricultural Research, Journal of Sustainable Agriculture, 2(2), 43-58.
- GAZZARIN, C. und PICCAND, V. (2011): Projekt "Weidekuh-Genetik": Wirtschaftliche Bewertung. Agrarforschung Schweiz 2(7-8), 354-359
- GODFRAY, H. C. J., BEDDINGTON, J.R., CRUTE, I.R., HADDAD, L., LAWRENCE, D., MUIR, J.F., PRETTY, J., ROBINSON, S., THOMAS, S.M. und TOULMIN, C. (2010): Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. Science 327(5967): 812.
- HARTIGAN, J.A. und WONG, M.A. (1979): A K-Means Clustering Algorithm, Journal of the Royal Statistical Society, Series C (Applies Statistics), 28(1), 100-108.
- HOOP, D. und SCHMID, D. (2015). Grundlagenbericht 2014, Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten, Agroscope, Ettenhausen.
- HOOP, D., RENNER, S., DUX, D., JAN, P., SCHMID, D., WEBER, A. und LIPS, M. (2016): Kurzinformation zum Stichprobenwechsel der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten, Agroscope, Ettenhausen
- HOOP, D., SPÖRRI, M., ZORN, A., GAZZARIN, C. und LIPS, M. (2017): Wirtschaftlichkeitsrechnungen auf Betriebszweigebene, in Wirtschaftliche Heterogenität auf Stufe Betrieb und Betriebszweig, Kapitel 4, p.61-77. IN Lips, M., (Ed.). 2017. Wirtschaftliche Heterogenität auf Stufe Betrieb und Betriebszweig, Agroscope Science Nr. 53, Ettenhausen.
- HOOP, D. und LIPS, M. (2017): Joint Cost Allocation with Farm-Specific Allocation Factors Using Maximum Entropy. XV EAAE Congress, 28.08.-01.09.2017, Parma.(Godfray, Beddington et al. 2010).
- HYLAND, J.J., JONES, D.L., PARKHILL, K.A., BARNES, A.P. und WILLIAMS, A.P. (2016): Farmers' perceptions of climate change: identifying types, Agriculture and Human Values 33, 323-339.
- KETCHEN D.J. und SHOOK, L.C. (1996): The application of cluster analysis in strategic management research: an analysis and critique. Strategic Management Journal 17, 441-458
- KÖBRICH, C., REHMAN, T. und KHAN, M. (2003): Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan, Agricultural Systems 76, 141-157.
- LIPS, M. (2017): Disproportionate allocation of indirect costs at individual-farm level using maximum entropy, Entropy, 19(9), 453.
- PACINI, G.C., COLUCCI, D., BAUDRON, F., RIGHI, E., CORBEELS, M., TITTONELL, P. und STEFANINI, F.M. (2014): Combining Multi-dimensional scaling and cluster analysis to describe the diversity of rural households, Experimental Agriculture 50(3), 376-397.
- SCHWEIZERISCHE BUNDEKANZLEI (2018): Eidgenössische Volksinitiative 'Für sauberes Trinkwasser und gesunde Nahrung – Keine Subventionen für den Pestizid- und den prophylaktischen Antibiotika-Einsatz'. In: <https://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2018/1111.pdf>.
- SCHWEIZERISCHER BUNDES RAT (2017): Gesamtschau zur mittelfristigen Weiterentwicklung der Agrarpolitik. Bern, 1. November 2017