



**Projekte des SFF 1:  
Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und  
aufeinander abstimmen**

***Projets du CSR 1:  
Optimisation de l'utilisation multifonctionnelle des surfaces herbagères  
et de l'élevage bovin et adaptation réciproque des deux systèmes***

- 18.01.17.01.02 In grünlandbetonten Systemen die Effizienz von Milchkühen steigern
- 18.01.17.01.03 Production durable et efficiente de viande bovine de qualité
- 18.01.17.06.01 Qualitätssamenmischungen für Futterproduktion und Förderung der Biodiversität
- 18.01.17.06.02 Ökosystemleistungen von Grasland im Berggebiet
- 18.01.17.06.03 Outils intégrés pour une utilisation optimisée des herbages et des fourrages



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

Arbeitsprogramm

Projektnummer

**AP 2018-2021**

**18.01.17.01.02**

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Effizientes\_Rindvieh

Nr. Bereich.

17 Produktionssystem Tier und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.1 Wiederkäuer

Projektleitung/Stellvertretung

**Fredy Schori / Andreas Münger**

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2320
Beitrag zu SFF	1
Beitrag zu weitem SFF	4, 6, 7, 11

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.6; 2.26, 2.31, 2.72, 2.88, 2.100, 9.15, 9.16, 9.27, 9.29, 16.12, 16.30, 16.31, 16.44, 16.56, 16.61, 16.63, 17.6, 17.46, 17.47, 17.8, 18.3, 18.14, 18.47, 18.156, 20.6, 20.8, 20.9, 20.10, 20.15, 20.20, 20.22, 20.33, 20.83, 22.10, 23.68, 23.125, 23.158, 23.159, 23.164, 23.170, 23.171, 23.178, 23.188, 23.212, 23.213, 23.215, 26.5, 28.88
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

**In grünlandbetonten Systemen die Effizienz von Milchkühen steigern**

**In grünlandbetonten Systemen die Effizienz von Milchkühen steigern**

**Improve the efficiency of dairy cows in grassland based systems**

**Efficiency, feed intake, dairy cow, grassland based systems**

### Ausgangslage und Problemstellung

Die steigende Nachfrage nach Nahrungsmitteln, die Abnahme an landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) und Sömmerungsflächen, die limitierten Ressourcen und das Erreichen der Klimaziele der Landwirtschaft bedingen eine Effizienzsteigerung auf allen Stufen. Eine weitere Herausforderung bezüglich Ernährungssicherheit in der Schweiz, aber auch in Europa, besteht in der Abhängigkeit von Futter- und Lebensmittelimporten. Gemäss der Vereinigung Schweizerischer Futtermittelfabrikanten (VSF, 2016) betragen die jährlichen Futtermittelimporte zirka 1 Mio. t, aufgeteilt auf 455'000 t pflanzliche Eiweisse und 550'000 t Futtergetreide. In die Rindviehhaltung fliessen gemäss dem Schweizer Bauernverband (2011) 1/3 der Krafftutterkomponenten, 32 % der Energieträger und 39 % der Eiweissfuttermittel. Die effiziente Verwertung von Grünlandaufwüchsen (70% der LN Grasland plus 0.5 Mio. ha Sömmerungsflächen) durch das Rindvieh (1.5 Mio.) spielt eine massgebende Rolle zur Gewährleistung der Ernährungssicherheit der Schweiz. Ein zusätzlicher Vorteil von weide- bzw. grünlandbetonten Milch- und Fleischproduktionssystemen kann der reduzierte Einsatz von Lebensmitteln (Getreide und pflanzliche Eiweisse) in der Tierernährung sein. (Wilkinson, 2011).

Die nachfolgenden Ansätze können die Effizienz weide- bzw. raufutterbetonter Fütterungssysteme erhöhen und gleichzeitig auch deren unerwünschte Auswirkungen auf die Umwelt reduzieren:

Erstens (1) besteht immer noch ein beträchtliches Verbesserungspotenzial betreffend der Weideführung auf Praxisbetrieben. Ein hoher Nutzungsgrad der vorhandenen Biomasse auf den Weiden ist erstrebenswert, weil dadurch der wirtschaftliche Ertrag des Betriebes verbessert wird (Shaloo et al. 2009) und die Milchleistung pro Fläche ansteigt

(McCarthy et al. 2011, Schori 2009). Unter anderem sind Kenntnisse über die aktuelle, individuelle Futteraufnahme der Milchkühe von Nutzen, um die Weideführung zu verbessern. Denkbar zur Schätzung der Futteraufnahme wären Ansätze über Verhaltensmerkmale (Rombach et al. 2016, Van Reenen et al. 2016), Nahinfrarot (NIR) Spektren von Milch und Kot (McParland and Berry 2016, Decruyenaere et al. 2012) oder z.B. auch Durchlaufwaagen.

Zweitens (2) fehlt zurzeit in der Milchviehzucht die Berücksichtigung der Futterverwertung, obwohl bekannt ist, dass die Variabilität der Effizienz innerhalb der Milchkuhpopulation beträchtlich ist, sei dies bezüglich Energie (Phuong et al. 2013), Stickstoff (Phuong, et al. 2013, Bracher et al. 2012)), Wärmeproduktion (Thanner et al. 2014) oder der Kraffutterverwertung (Heublein et al. 2017, Horan et al. 2005). Das Fehlen der Futterverwertung in der Selektion von Milchkühen wird begründet u.a. mit dem Mangel an individuellen Angaben zur Futteraufnahme aus der landwirtschaftlichen Praxis. Allerdings könnten auch andere Merkmale für die Zucht auf effizientere Tiere herangezogen werden. Die Differenz des N-Isotopenverhältnis der Milch bzw. des Blutes zu dem des Futters (Cantalapiedra-Hijar et al. 2015, Cheng et al. 2014) oder auch die NIR Spektren im Kot oder in der Milch (Decruyenaere et al. 2012, McParland and Berry, 2016) wären erfolgversprechende Ansätze.

Drittens (3): Obwohl Fleckviehkühe bezüglich der Milchproduktion pro Einheit Körpergewicht schlechter abschnitten als schweizerische und neuseeländische Holsteinkühe, wären diese dennoch interessant, weil sie eine bessere Fruchtbarkeit aufwiesen (Piccand et al. 2013) und der Muskelansatz sowie die Futteraufnahme bei der Effizienzberechnung auch berücksichtigt werden müssten. Ausserdem befürwortet die Gesellschaft der Tierärzte (2015) die Förderung von Zweinutzungsrasen, da die sinnvolle Verwendung der männlichen Kälber besser gewährleistet wäre

#### Ziele und Forschungsfragen

Folgende Ziele werden im Projekt verfolgt:

1. Da zur Berechnung von Effizienzmerkmalen Kenntnisse zur Futter- bzw. Nährstoffaufnahme notwendig sind, werden einfache und praxistaugliche Methoden zur Schätzung der aktuellen, individuellen Futteraufnahme von Milchkühen entwickelt.
2. Zur Beurteilung der Effizienz des Einzeltieres, was für die Zucht von Bedeutung ist, wird die Tauglichkeit verschiedener Ansätze geprüft.
3. Die Streuung diverser Effizienzmerkmale innerhalb verschiedenen Kuhtypen wird aufgezeigt und somit das Potenzial für die Zucht auf Effizienz dargestellt.
4. Die Effizienz von milchbetonten Zweinutzungskühen ist für weide- bzw. raufutterbetonte Produktionssystemen dokumentiert. Die Unterschiede zwischen den beiden Kuhtypen sollen monetär quantifiziert werden.

Dabei werden Antworten auf folgende offene Fragen gesucht:

1. Welcher Ansatz ist erfolgversprechend zur Schätzung der aktuellen, individuellen Futteraufnahme von weidenden Milchkühen in der Praxis und wie genau sind diese Ansätze?
2. Welche Ansätze sind erfolgversprechend zur Beurteilung der Effizienz von Milchkühen? Welche Indikatoren können für die Effizienz von Milchkühen herangezogen werden? Wie genau sind diese? Gibt es Biomarker, die in einem frühen Stadium etwas über die Langlebigkeit oder konkreter über die Widerstandskraft gegenüber Belastungen des Stoffwechsels von Milchkühen aussagen? Können die Effizienzmerkmale als Selektionsmerkmale in der Milchviehzucht eingesetzt werden?
3. Wie gross ist die Streuung ausgewählter Effizienzmerkmale innerhalb der Kuhpopulation?
4. Wie effizient sind milchbetonte Zweinutzungskühe im Vergleich zu sehr milchbetonten Milchkühen?

#### Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 1 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Verfahren zur Schätzung der aktuellen, individuellen Futteraufnahme von weidenden Milchkühen (Input) sind bekannt. Verfahren oder Technologie zur Erkennung von effizienten und nicht nur leistungsstarken Milchkühen sind untersucht. Bewertung von Effizienzmerkmalen bzw. Verfahren zur Effizienzbeurteilung ist vorgenommen. Leistungsgrenzen in grünlandbetonten Produktionssystemen und in Abhängigkeit des Tiertyps sind bekannt. Grundlagen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz werden geliefert.

#### Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

**zu SFF Nr. 4:** Steigerung der N-Effizienz in grünlandbetonten Fütterungssystemen durch das Erkennen von N-effizienten Milchkühen sowie durch das Entwickeln und Prüfen von Verfahren zur Erkennung von N-effizienten Milchkühen wird angestrebt.

**zu SFF Nr. 7:** Bereitstellung von Indikatoren oder Effizienzmerkmalen für effiziente Milchkühe in grünlandbetonten Fütterungssystemen ist vorgesehen.

**zu SFF Nr. 11:** Testen von neuen Technologien zur Schätzung der aktuellen, individuellen Futteraufnahme auf der Weide ist geplant.

**Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)**

Ein Teil der Untersuchungen werden auf einem zertifizierten Biobetrieb durchgeführt. Die eingangs erwähnten Herausforderungen, wie die zunehmende Nachfrage nach Nahrungsmitteln, die Abnahme an LN, die limitierten Ressourcen, die Abhängigkeit von importierten Futtermitteln und das Erreichen der Klimaziele betreffen auch den biologischen Landbau. Die gewählten Lösungsansätze (Erkennen und Selektion von effizienten Tieren unter weide- und grünlandbetonten Bedingungen) sind auch umsetzbar im Biolandbau und tragen zur Effizienzsteigerung der Milchproduktion unter Bedingungen des biologischen Landbaus bei. Weiter wird die Abhängigkeit von Kraffutterkomponenten (Protein und Energie) reduziert.

**Material und Methoden (grob skizziert)**

Voraussichtlich werden zwei Versuche auf dem Biobetrieb Schulbauernhof Sorens (Kanton Freiburg) stattfinden. In beiden Versuchen besteht die Winterfütterung aus Heu, Emd und Kraffutter (zirka 300 kg pro Kuh und Laktation). Während der Vegetationsperiode wird nach angemessener Übergangsphase Vollweide (Umtriebsweide) praktiziert.

In einem ersten Versuch stehen Kuhpaare der Rassen Holstein und Swiss Fleckvieh zur Verfügung. Die Swiss Fleckviehkühe wurden als Kalb zugekauft und auf dem Biobetrieb aufgezogen. Holsteinkühe werden seit jeher auf dem Betrieb gehalten und selber remontiert. Die Versuchskühe kalben zwischen Januar und April 2018 ab. Anhand des Abkalbezeitpunktes und der Laktationsnummer werden Holstein-Fleckvieh Paare gebildet. Folgende Merkmale werden im Versuch erhoben:

Die Nährstoffgehalte und -werte der Raufutter, Kraffutter und der Mineralstoffmischungen werden über die ganze Laktation (305 Tage) wiederholt analysiert bzw. berechnet. Diese Angaben dienen zur Berechnung der Nährstoffeffizienz, aber auch zur Beschreibung der Versuchsbedingungen.

Während der Vegetationsperiode wird ein Weideprotokoll geführt, wo die Parzellennummer, die Anzahl weidender Kühe, die Wuchshöhe beim Bestossen und Verlassen der Parzelle sowie der Nutzungszeitpunkt notiert werden.

An zwei Zeitpunkten während der Vegetationsperiode (voraussichtlich Juni und September 2018) wird die Futteraufnahme der Milchkühe mit der Doppelmarkermethode mit *n*-Alkanen (Thanner *et al.*, 2014a) gemessen. Der Verzehr an Kraffutter wird über die Kraffutterstationen erfasst.

Das Fress- und Wiederkauverhalten wird gleichzeitig mit der Messung der Futteraufnahme erhoben. Das RumiWatch System (Itin und Hoch GmbH, Liestal, Schweiz) wird eingesetzt, da dieses System viele Merkmale des Fress- und Wiederkauverhalten erfasst und in vergangenen Versuchen zur Verzehrschätzung herangezogen wurde (Rombach *et al.*, 2016). Daneben werden auch Geräte (die Auswahl ist noch nicht abgeschlossen), die auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben meist für die Brunsterkennung eingesetzt werden oder für den Einsatz in der breiten Praxis vorgesehen sind, verwendet. Diese Geräte werden auf das Potenzial getestet, aus ihren Aufzeichnungen die Futteraufnahme hinreichend genau abzuleiten.

Die Milchleistung (Flo-Master Pro, DeLaval AG, Sursee) wird bei jedem Melken über die gesamte Standardlaktation (305 d) aufgezeichnet.

Vierzehntäglich während der Laktation und drei Mal pro Woche während der Verzehrerhebungsperioden werden Fett-, Protein-, Laktose- und Harnstoffgehalte der Milch mittels Infrarot-Spektroskopie untersucht. Zur Bestimmung der Zellzahl wird ein fluoreszenzoptisches Verfahren verwendet. Da der Harnstoffgehalt der Milch ein wichtiges Merkmal in Bezug auf die N-Effizienz ist, wird er zusätzlich mit der genaueren enzymatischen Methode (IDF 2004, Nr. 195) analysiert.

Die Körperkondition aller Versuchstiere wird alle vier Wochen basierend auf Edmonson *et al.* (1989) beurteilt. Dieses Beurteilungsschema wurde von Piccand *et al.* (2013) verwendet, um Fleckvieh-, Braunvieh- und Holsteinkühe zu vergleichen.

Das Lebendgewicht der Kühe wird zweimal täglich mittels einer automatischen Tierwaage (DeLaval AG) erfasst. Die N-Isotopenanalyse im Futter, im Blut und in der Milch bzw. die Verschiebung der Isotopenfraktionen soll als Kriterium für die N-Effizienz überprüft werden (Cheng *et al.*, 2013).

Weiter wird punktuell der individuelle Methanausstoss der Versuchstiere mittels dem Greenfeed-System (C-Lock Inc., Rapid City, South Dakota, US) gemessen.

Ausserdem werden alle Kälber direkt nach der Geburt gewogen und der Verkaufspreis der männlichen Kälber erhoben. Im darauffolgenden Jahr wird der zweite Versuch stattfinden, der gleich wie der erste Versuch aufgebaut sein wird und wo die gleichen Merkmale, wie oben, erhoben werden, mit dem Ziel (1) die Übertragbarkeit der Effizienzmerkmalen vom ersten zum zweiten Jahr zu prüfen. Vorteilhaft wäre, dass punktuell erfasste Effizienzmerkmale für die gesamte

Nutzungsdauer gültig wären. (2) Zur Etablierung von Regressionen zur Verzehrsschätzung basierend auf dem Fress- bzw. Wiederkauverhalten, erhoben mit Geräten aus der landwirtschaftlichen Praxis, reichen Erhebungen von einem Jahr nicht aus. (3) Auch der Vergleich von Kühen zweier Rassen sollte mindestens über zwei Jahre laufen, um den Einfluss des Jahres zu berücksichtigen, da weide- und raufutterbetonte Low-Inputsysteme stärker von den Klimabedingungen abhängig sind.

Bei unterschiedlichen Kuhtypen, Holstein Friesian und Swiss Fleckvieh, soll die wirtschaftliche Auswirkung verschiedener Parameter wie Milchleistung, Nebenerträge innerhalb des Produktionssystems wie Schlachtgewichte von Altkühen und Kälbern, Grund- und Kraffutterverzehr, sekundäre Leistungsmerkmale wie Fruchtbarkeit, und Persistenz abgeschätzt werden. Die Unterschiede zwischen den beiden Kuhtypen sollen monetär z.B. anhand einer Deckungsbeitragsrechnung quantifiziert werden. Zusätzlich werden auch die Auswirkungen einer Kraffutterergänzung bei Milchkühen in einem weidebetonten Fütterungssystem monetär bewertet, basierend auf früheren Versuche, wo 0 oder 750 kg Kraffutter pro Kuh und Laktation verabreicht wurde.

### **Interessante zusätzliche Aspekte**

Die Effizienz beim Einzeltier wird auch verbessert, wenn die Nutzungsdauer verlängert wird: Der Futteraufwand während der Aufzucht kann so über eine längere Zeitspanne bzw. grössere Milchmenge abgeschrieben werden. Letztendlich sind Milchkühe gesucht, die unter gegebenen Standortbedingungen effizient Futter verwerten und dies über eine lange Nutzungsdauer tun. Wichtige Voraussetzungen dafür sind eine stabile Konstitution und Krankheitsresistenz sowie spezifisch die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) gegenüber Belastungen des Stoffwechsels. Herkömmliche Merkmale der Produktion (Futteraufnahme, Energiebilanz, Körperkondition usw.) und der akuten metabolischen Belastung (nicht veresterte Fettsäuren, Betahydroxybutyrat, Insulin etc.) ergeben keine befriedigende Voraussage über die potenzielle Nutzungsdauer. Vielversprechender sind Biomarker, mit direkterem Bezug zu Schädigungen der Zellen, Gewebe oder Organe, wie Acyl-Carnitine, biogene Amine im Blutserum zu Beginn der Laktation um die Stoffwechselstabilität bzw. die potenzielle Nutzungsdauer von Milchkühen abzuschätzen (Huber *et al.*, 2016). Im vorliegenden Projekt könnten erste Erfahrungen mit diesen Biomarkern gewonnen werden.

### **Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)**

Die detaillierten Literaturangaben können beim Projektleiter nachgefragt werden. Nachfolgend sind Referenzen von einigen Schlüsselbeiträgen angegeben:

#### **Wissenschaftliche Publikationen:**

- Cantalapiedra-Hijar, G., Ortigues-Mary I., Sepchat B., Agabriel J., Huneau J. F., and Fouillet H., 2015. Diet – animal fractionation of nitrogen stable isotopes reflects the efficiency of nitrogen assimilation in ruminants. *British Journal of Nutrition* 113: 1158-1169.
- Heublein C., Dohme-Meier F., Südekum K.-H., Bruckmaier R.M., Thanner S., and Schori F., 2017. Impact of cow strain and concentrate supplementation on grazing behaviour, milk yield and metabolic state of dairy cows in an organic pasture based feeding system. *Animal* 11: 1163-1173.
- Phuong H.N., Friggens N.C., de Boer J.M., and Schmidely P., 2013. Factors affecting energy and nitrogen efficiency of dairy cows: A meta analysis. *Journal of Dairy Science* 96, 7245-7259.
- Rombach M., Münger A., Südekum K.-H., und Schori F., 2016. Schätzung der Grünfutteraufnahme von weidenden Milchkühen anhand verschiedener Ansätze basierend auf Verhaltensmerkmalen.
- Kreuzer M., Lanzini T., Liesegang A., Bruckmaier R., Hess H.D. und Ulbrich S.E. (Hrsg.). *ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung* 39, 29-43
- Wilkinson J.M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* 5: 1014-1022.

#### **Praxisorientierte Publikationen:**

- Schori F., 2016. Die Fressbisse zählen. *BauernZeitung*: 4.11.2016.
- Schori F., 2015. Futterauswahl von weidenden Kühen. *BauernZeitung* 25.9.2015
- Schori F., 2014. Der Energiebedarf bei Milchkühen: *BauernZeitung* 9.5.2014
- Schori F., 2012. Weideempfehlungen für Bio-Milchviehbetriebe. *ALP aktuell* 43, S. 4,
- Schori F., Glauser W. et Charrière P., 2017. Comment mieux maîtriser la croissance variable de l'herbe. *Agri* : 26.5.2017

**Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet**  
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

**Nicht nur die Milchleistung zählt, sondern auch wie viel und welches Futter die einzelne Kuh dafür benötigt. Wir entwickeln Methoden zur einfachen Schätzung der Futteraufnahme sowie Ansätze zur Beurteilung der Effizienz von Milchkühen. Weiter vergleichen wir Holstein- und Fleckviehkühe in einem raufutterbetonten Fütterungssystem. Die neu gewonnen Erkenntnisse sollen unter anderem der Zucht dienen.**

Milchkühe weisen sehr grosse individuelle Unterschiede bezüglich Energie- und Proteinverwertung auf. Damit gute Verwerterinnen erkannt und Fütterungssysteme optimiert werden können, muss der individuelle Verzehr bekannt sein. Folglich wird im Projekt die Schätzung der individuellen Futterraufnahme von weidenden Milchkühen mittels einfacher Sensorensysteme untersucht. Ausserdem prüfen wir verschiedene Methoden bzw. Ansätze zur Beurteilung der Energie- und Proteineffizienz, welche in der Milchviehzucht von Interesse sein könnten. Schliesslich eruieren wir Effizienzunterschiede zwischen Holstein- und Fleckviehkühen in raufutterbetonten Fütterungssystemen. Dieses Projekt zeigt neue Wege auf, wie die Effizienz in der Milchproduktion gesteigert, die Ressourcen geschont und die zukünftigen Herausforderungen bewältigt werden können

<b>Genehmigung des Projektes</b>	
Datum: 23.08.2017	Visum FGL: dofr
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR

**Agroscope**

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.01.17.01.03**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Viande\_bovine

N° Domaine

17

Systèmes de production Animaux et santé animale

N° Groupe

17.1

Ruminants

Chef-fe de projet/suppléant-e

**Isabelle Morel / Paolo Silacci**

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

## Projet

Total des jours de travail, sans fonds tiers	6138
Contribution au CSR	1
Contribution à d'autres CSR	4,6,7,17

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	2.26; 2.31; 2.84; 3.15; 9.15; 9.16; 9.17; 11.2; 16.60; 16.61; 16.64; 16.76; 18.3; 18.14; 18.45; 18.156; 20.9; 20.10; 20.11; 20.16; 22.2; 22.3; 22.4; 22.5; 23.23; 23.25; 23.26; 23.27; 23.98; 23.123; 23.133; 23.150; 23.158; 23.159; 23.164; 28.103
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Systèmes de production de viande bovine à base de matières premières indigènes servant à la révision des apports alimentaires recommandés, en tenant compte de l'efficience, la durabilité et la qualité de viande**

**Production durable et efficace de viande bovine de qualité**

**Sustainable and efficient production of quality beef**

**Bull, feed recommendations, protein sources, efficiency, grassland, mountain, steer, meat quality, emissions**

**Situation initiale et problématique**

La viande bovine en Suisse est produite à environ 50% dans des exploitations d'engraissement spécialisées (engraissement de taurillons), soit des systèmes de production intensive avec détention en stabulation libre. Le reste est issu des exploitations d'élevage de vaches allaitantes, de l'engraissement de génisses ou de productions extensives telles que l'engraissement de bœufs au pâturage (USP et Proviande, 2016). Les systèmes de production en engraissement de bovins sont fortement liés aux conditions propres à la région où se situe l'exploitation. En Suisse, on peut distinguer 3 principaux sites avec production de viande bovine: les régions de plaine dont les surfaces se prêtent particulièrement bien aux grandes cultures et notamment au maïs (A), les régions mixtes en plaine ou zones de collines avec des exploitations dont une partie de la surface comporte des prairies permanentes (B) et les régions herbagères, par exemple en moyenne montagne, où l'on trouve le plus souvent des vaches allaitantes (C).

Le secteur de recherche "Production de viande bovine" a pour mission de répondre aux demandes et aux questions de recherches couvrant l'ensemble des systèmes de production de viande bovine. Pour ces différentes catégories de bovins, il s'agit de fournir les bases afin que les animaux soient alimentés en fonction de leurs besoins et à ce que les ressources naturelles de la Suisse, comme l'herbe, soient exploitées efficacement. Les activités du groupe portent également sur la qualité de la viande, notamment sur l'influence des diverses pratiques de production sur les para-

mètres permettant de définir la qualité du produit final. La santé et le bien-être des animaux, les rejets d'éléments nutritifs font également partie des préoccupations et des paramètres pris en compte lors de l'établissement des programmes de recherche.

Les derniers essais d'Agroscope portant sur l'engraissement intensif classique remontent à plus de quinze ans. Entre-temps, la production a évolué sur le plan du type génétique des animaux d'une part, du mode de production et du contexte politico-économique d'autre part. Une mise à niveau des apports alimentaires recommandés et un élargissement des normes actuelles du Livre vert s'avèrent ainsi nécessaire. Les premiers travaux dans ce sens ont débuté avec le dernier PA 2014-17. Les essais doivent se poursuivre au cours de ce nouveau programme d'activité 2018-2021.

#### Objectifs et questions de recherche

I. Dans le but de réduire la dépendance vis-à-vis de l'importation de matières premières étrangères et d'améliorer ainsi d'une part l'autonomie alimentaire des exploitations agricoles mais également l'image du produit, l'intégration dans les rations de sources alternatives de matières premières indigènes doit être étudiée. Le soja (et ses sous-produits), notamment, fait l'objet de nombreuses critiques, dues essentiellement à ses conditions de production dans les pays concernés et la charge écologique qui en découle. Or son utilisation comme source protéique complémentaire à l'ensilage de maïs dans les rations pour taurillons à l'engrais est fortement répandue. Il s'agit par conséquent d'évaluer si des compléments protéiques pouvant être cultivés en Suisse, autres que le soja, sont susceptibles de représenter une alternative intéressante, permettant de couvrir les besoins des bovins d'engraissement. Parmi ceux-ci les graines de légumineuses, protéagineuses ainsi que les graines et fruits oléagineux, seuls ou combinés entre eux peuvent être envisagés. L'incorporation dans la ration d'une proportion importante de fourrages comme la luzerne ou à proportion élevée de légumineuses, telles que les mélanges pour prairies temporaires riches en différentes variétés de trèfles peut permettre de couvrir une partie des besoins protéiques des animaux. (Ettle et Obermaier, 2012; Lehmann, 1996; Petterson, 2000; Sami et al., 2009; Vicenti et al., 2009).

Il s'agira de répondre à la question de savoir quels résultats zootecniques, économiques, écologiques et éthologiques (moyenne de groupe et variabilité intragroupes) sont obtenus avec des rations composées de sources protéiques autres que le soja par rapport à une ration témoin.

II. Les rations destinées aux bovins d'engraissement composées de fourrages et matières premières indigènes répondent aux exigences en vue d'une production de viande durable, contribuant à la couverture des besoins croissants de la population en matière d'approvisionnement alimentaire d'une part et de prestations écosystémiques d'autre part. L'étude de l'adéquation entre le potentiel de l'animal en matière d'efficacité alimentaire et le type de ration doit permettre d'optimiser les systèmes de production du point de vue de la valorisation des ressources cellulose et des émissions de GES. En Suisse, les animaux utilisés dans les exploitations d'engraissement spécialisées sont principalement issus du croisement entre races de type laitier et taureaux de race à viande, ou de races Simmental, Brune ainsi que Montbéliarde. Selon les statistiques publiées par Swisshgenetics, 56 % des inséminations avec des races à viande le sont avec la race Limousine (Swisshgenetics, 2016). Une comparaison de différents croisements, représentatifs du type d'animaux utilisés dans la pratique, doit permettre d'évaluer l'efficacité alimentaire pour chacun d'eux pour des rations standard propres aux différentes régions mentionnées en introduction. Les exploitations d'engraissement de taurillons situées dans la zone A peuvent être considérées comme des exploitations spécialisées dans ce type de production que l'on peut qualifier d'intensives dans les conditions suisses. Les rations usuelles comportent généralement une grande proportion de maïs (plante entière, power, haute tige...), parfois des pommes de terre, de la pulpe de betterave mais en principe très peu d'herbe ou fourrages d'origine herbagère. Les rations utilisées par les exploitations d'engraissement de taurillons situées dans la zone B peuvent en revanche être constituées d'une certaine proportion d'ensilage d'herbe ou autre fourrage d'origine herbagère en complément à l'ensilage de maïs. Enfin les régions herbagères (C) se prêtent particulièrement bien à l'élevage des vaches allaitantes qui s'y est développé au cours de ces dernières décennies. On y trouve aussi depuis quelques années des exploitations ayant renoncé à la production laitière et qui se sont tournées vers l'engraissement de bœufs et de génisses. C'est dans ces systèmes de production que les rations basées sur les herbages, telles qu'encouragées par la Confédération via l'Ordonnance sur les paiements directs dans l'article 71, section 4 sur les "Contributions pour la production de lait et de viande basée sur les herbages" (PLVH) sont particulièrement adaptées.

Ici, il s'agira de définir quel type de croisement est le plus efficace pour chacune des rations caractéristiques d'une des trois régions, l'efficacité alimentaire d'une part mais également économique et écologique.

La partie II est présentée en admettant l'engagement d'un/e thésard/e à l'aide de fonds tiers. Des démarches dans ce sens sont en cours mais ne seront pas abouties avant le dépôt définitif des projets.

III) La production de viande à l'herbe (par exemple bœufs au pâturage) et la qualité de la viande issue de ce mode de production a déjà été étudiée dans plusieurs projets de recherches menés à Agroscope ou ailleurs en Suisse et à l'étranger. Ce mode de production dans les conditions propres à la Suisse est donc bien documenté pour ce qui concerne la plaine ou la moyenne montagne. Les effets négatifs de l'engraissement au pâturage sur la tendreté de la



viande observés par certains auteurs n'a pu être vérifiée dans nos essais que dans des conditions de montagne comportant de fortes déclivités et pas en plaine ni en moyenne montagne. Dufey (2009) a observé une diminution de la tendreté de 30% par rapport à une viande provenant d'animaux engraisés intensivement en stabulation libre. Le dispositif ne permettait cependant pas d'expliquer si ce résultat était dû à l'augmentation de l'activité physique sur ces pâturages escarpés ou par la plus faible croissance liée à la moins bonne valeur nutritive de l'herbe.

**Contribution concrète au CSR n° 1 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)**

L'évaluation à l'aide d'un biomarqueur de l'efficacité de l'utilisation de l'azote dans des rations pour taurillons à l'engrais comprenant 35 à 40 % de la ration de base sous forme d'herbages (région B) voire 85 % (région C) par rapport à des rations sans ou avec une part minimale de sources herbagères (région A) permettra de fournir des données nouvelles en rapport avec l'utilisation des surfaces herbagères par les bovins. Une économie au niveau des ressources externes à l'exploitation fait partie de la thématique du CSR1.

Le résultat de l'évaluation de l'efficacité de différentes races ou croisements de races à valoriser une ration à base d'herbages contribuera à la sélection de types génétiques adaptés à valoriser les ressources fourragères de façon optimale.

L'étude de l'impact des différents croisements de races et leur interaction avec des rations comportant une part d'herbages allant de 0 à 85 % sur les paramètres de qualité de la viande complètera les connaissances déjà acquises dans des précédents projets.

La réponse à la question de l'effet des différents facteurs de production sur la tendreté de la viande fournira des pistes sur les possibilités de produire de la viande bovine de qualité sur pâturage en région alpine (III).

**Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)**

**au CSR n° 4 :** Sources protéiques indigènes comme alternative au soja

**au CSR n° 6 :** Révision des recommandations alimentaires permet de fournir les bases à la pratique en vue d'une alimentation conforme aux besoins des animaux et améliorer la durabilité des systèmes de production

**au CSR n° 7 :** Typisation génétique de différents croisements de races en relation avec leur efficacité à valoriser deux rations fortement contrastées du point de vue de leur nature

**Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)**

Le type d'animal permettant de mettre en valeur de façon optimale des rations correspondant aux exigences de la PLVH sera défini

Les connaissances concernant la qualité de la viande de bœufs et de génisses issus de différents croisements de races et engraisés avec des rations correspondant aux exigences de la PLVH seront précisées de même que celle de bœufs et de taurillons engraisés extensivement par rapport à celle de bœufs et de taurillons engraisés intensivement dans des conditions semblables.

**Matériel et méthodes (description sommaire)**

**I. 2017-18.** La valorisation de différentes rations par des taurillons à l'engrais doit être évaluée en comparaison à une ration standard contenant entre autres du soja comme source protéique. Un essai avec 6 variantes à 14 taurillons par variante. La combinaison colza-pois protéagineux, le lupin, un ensilage d'herbe type L avec environ 20% de MA dans la MS et un ensilage de luzerne (>20% MA dans la MS) seront intégrés dans les différentes variantes. Les conséquences sur les paramètres mentionnés plus bas seront étudiées.

**II. 2018-2021.** En cas de financement externe, thèse portant sur deux essais d'engraissement de taurillons représentatifs des régions A et B, suivis d'un troisième essai (hors-thèse) d'engraissement de génisses et de bœufs représentatifs de la région C. Dans chaque essai 3 types d'animaux x 2 rations. Une analyse de variance à deux facteurs (types d'animaux et rations) portant sur les paramètres mentionnés plus bas sera effectuée. La possibilité de typer génétiquement les animaux est encore en discussion.

**Essai 1 – Zone de production A (2018-2019)**

Deux rations intensives, avec pas ou très peu de fourrages d'origine herbagère:

1.1 : Maïs plante entière – aliments concentrés énergétique et protéique

1.2 : Maïs plante entière ou haute tige – pulpes de betteraves – ensilage d'herbe max. 10-15% - aliments concentrés complémentaires à la ration

Les deux rations sont optimisées pour un même GMQ moyen d'env. 1550 g (1500 à 1600 g)

Choix des races : animaux issus du croisement entre une race mère d'origine suisse et trois races pères mi-tardives à tardives parmi les plus utilisées en Suisse selon les statistiques d'insémination

Race mère : race Brune

Races pères : Limousin – Simmental – Blanc Bleu Belge

### **Essai 2 – Zone de production B (2019-2020)**

Deux rations semi-intensives, visant un maximum d'autonomie alimentaire au niveau de l'exploitation, comportant des fourrages d'origine herbagère.

2.1 Maïs plante entière ou haute tige – ensilage d'herbe (30-40% de la MS de la ration de base) – compléments énergétiques et protéiques

2.2 Maïs plante entière ou haute tige – ensilage de luzerne (30-40% de la MS de la ration de base) - compléments énergétiques et protéiques

Les deux rations sont optimisées pour un même GMQ moyen d'env. 1400 g et visent un maximum d'autonomie alimentaire (sources protéiques produites en Suisse ou sur l'exploitation d'engraissement). Les sources seront choisies en fonction des résultats de MINO-2 (point I. ci-dessus, en cours jusqu'en avril 2018)

Choix des races : animaux issus du croisement entre une race mère d'origine suisse et trois races pères mi-tardives ou mi-précoces à précoces parmi les plus utilisées en Suisse selon les statistiques d'insémination

Race mère : race Brune

Races pères : Limousin – Simmental – Angus

### **Essai 3 – Zone de production C (2020-21)**

Deux rations ou systèmes de production compatibles avec la PLVH (production de lait et de viande à base d'herbages), pour l'un avec et pour l'autre sans pâture, visant à engraisser des bœufs et des génisses de façon semi-intensive

3.1 : Mélange d'ensilage d'herbe (85%) et maïs ou pulpes de betterave (max. 5-10%) – Complément minéral et protéique (max. 5-10%)

3.2 : Été : pâture – complément (max. 10%)

Hiver : mélange d'ensilage d'herbe (85%) et maïs ou pulpes de betterave (max. 5-10%) – Complément minéral et protéique (max. 5- 10%)

Les deux rations sont compatibles PLVH.

La ration 3.1 et 3.2 hiver sont identiques. Objectifs de croissance : 3.1 : 1000 à 1200 g et 3.2 : 900-1100 (croissance compensatrice en hiver)

Choix des races : animaux issus du croisement entre une race mère d'origine suisse et trois races pères mi-tardives ou mi-précoces parmi les plus utilisées en Suisse selon les statistiques d'insémination

Race mère : race Brune

Races pères : Limousin – Simmental - Charolais

Pour les essais 1 et 2, au total 90 animaux par essai, soit 30 par croisement, soit 15 de chaque croisement par ration. Les animaux sont répartis dans 3 écuries, chacune divisée en 2 compartiments (ration 1.1 ou 2.1 d'un côté, ration 1.2 ou 2.2 de l'autre côté). Dans chaque compartiment, cinq animaux de chaque croisement sont présents, ce qui correspond à 3 répétitions par traitement. Pour l'essai 3, au total 120 animaux, soit 60 par ration (système), soit 30 bœufs et 30 génisses, soit 10 de chaque croisement par genre et par ration/système.

En hiver les animaux sont répartis dans 3 écuries (mesure individuelle de l'ingestion) et une stabulation (mesure de l'ingestion par groupe), chacune divisée en 2 compartiments (bœufs d'un côté, génisses de l'autre côté). Dans chaque compartiment, cinq animaux de chaque croisement sont présents. La stabulation accueille la moitié des animaux du système 3.2.

### **Réalisation**

Achat des veaux à l'âge de 5-6 semaines en moyenne via Swissgenetics (selon répertoire des inséminations, dates de vêlage. Sevrage selon plan standard. Transfert dans les écuries d'engraissement au poids vif (PV) moyen de 160 kg. Engraissement jusqu'au PV maximum de 520 kg environ (290 kg poids carcasse)

### **Paramètres mesurés (volets I. et II. essais 1 à 3)**

Ingestion individuelle quotidienne à l'aide du système de crèches montées sur balances, excepté pour la partie pâture de la ration 3.2, où l'ingestion sera estimée selon la méthode des doubles marqueurs avec des alcanes

Poids vif individuel mesuré quotidiennement au distributeur automatique de concentrés, excepté pour la partie pâture de la ration 3.2, où les animaux seront pesés à l'aide d'une balance régulièrement

Comportement alimentaire à l'aide du système des RumiWatch (Itin und Hoch GmbH, Liestal, Suisse)

Production de méthane à l'aide du système Greenfeed

Taxation sur pied

Composition de la carcasse, estimée par dissection d'une côte

Efficiences de l'utilisation de l'azote, estimée à l'aide d'un biomarqueur

Qualité de la viande (paramètres à définir) y compris analyse sensorielle

III. Un essai permettant de distinguer l'effet de l'activité physique de celui du niveau de croissance sera réalisé. Huit variantes de 12 animaux chacune, combinaison des 3 facteurs : avec/sans exercice physique, mâles castrés/entiers, engraissement extensif/intensif. Paramètres: GMQ, BCS, activité (pédomètres), qualité de la viande (pH, potentiel glycolytique, couleur, stabilité de la couleur, force de cisaillement, pigments, graisse intramusculaire, contraction des sarcomères, typage des fibres, analyse sensorielle).

**Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)**

- Cantalapiedra-Hijar G., 2016. Comprendre et améliorer l'efficacité alimentaire des bovins allaitants. Colloque du 9.06.2016 à l'Agroscope Posieux.
- Cantalapiedra-Hijar G., Fouillet H., Huneau J.F., Fanchone A., Doreau M., Nozière P. et Ortigues-Marty I., 2016. Relationship between efficiency of nitrogen utilization and isotopic nitrogen fractionation in dairy cows: contribution of digestion v. metabolism? *Animal* 10:2, 221-229.
- Cantalapiedra-Hijar G., Ortigues-Marty I., Schiphorst A.-M., Robins R.J., Tea I. et Prache S. 2016. Natura 15N Abundance in Key Amino Acids from Lamb Muscle: Exploring a New Horizon in Diet Authentication and Assessment of Feed Efficiency in Ruminants. *J. Agric. Food Chem.* 64 (20), 4058-4067.
- Caputa J. et Lubieniecki A., 1972. Production de viande sur un pâturage d'altitude. *Exp. fourragères* 15, 17-31.
- Caputat J. et Charles J.-P., 1978. Quelques expériences récentes sur les méthodes de pâtures. *Fourrages* 74, 3-18.
- Charles J.-P. et Troxler J., 1989. Utilisation des pâturages par les bovins pour une production extensive de viande. *Revue suisse Agric.* 21 (5), 271-275.
- Chassot A. et Deslandes K.A., 2009. PASTO: résultats zootechniques et économiques. *Revue suisse Agric.* 41 (4), 237-243.
- Chassot A. et Dufey P.-A., 2008. Finition de bœufs après estivage: effets de l'intensité d'alimentation sur les performances d'engraissement. *Revue suisse Agric.* 40 (4), 157-161.
- Chassot A. et Troxler J., 2006. Engraissement extensif de bœufs avec estivage. *Revue suisse Agric.* 38 (5), 241-246.
- Dufey P.-A., 2006. Durée de finition de bœufs après estivage et qualité de la viande. *Revue suisse Agric.* 38 (6), 296-302.
- Dufey P.-A., 2009. PASTO: viande bovine de montagne et qualité. *Revue suisse Agric.* 41 (4), 245-250.
- Dufey P.-A., 2010. Qualité de la viande bovine produite à partir de l'herbe. Agroscope Changins-Wädenswil ACW. Journée d'information du 5 février 2010 "Produire de la viande au pâturage", 23-26.
- Dufey P.-A., Messadene J. et Silacci P., 2016. Ingestion de petit-lait à l'alpage par des bovins à viande et qualité de la viande. *Recherche Agronomique Suisse* 7 (1), 30-36.
- Ettle T. et Obermaier A., 2012. Untersuchungen zum Einsatz von Luzernesilage in der Bullenmast. *LfL Tierernährung, Poing-Grub*, 5 p.
- Jans F., 1974. Ochsenmast in Verbindung mit einer einmaligen Sömmerung auf Alpweiden mittlerer Höhenlage. *Schweiz. Landw. Monatshefte* 53, 119-134.
- Jans F., 1988. Weidemast von Ochsen im Berggebiet. *Landwirtschaft Schweiz* 1 (3), 181-186.
- Jans F. et Troxler J., 1996. Engraissement extensif de bœufs sur des pâturages d'altitude non fertilisés. 1. Performances des animaux. *Revue suisse Agric.* 28 (4), 223-227.
- Lehmann E., 1996. Tourteau de colza dans l'alimentation animale : effets sur les performances d'engraissement. Rapport d'essai interne VB 96/1065.
- Morel I., 2010. Aptitude de différents types de bovins à viande et alimentation complémentaire à la pâture. Agroscope Changins-Wädenswil ACW. Journée d'information du 5 février 2010 "Produire de la viande au pâturage", 19-21.
- Morel I., 2016. Le potentiel du powermaïs: essais sur taurillons à l'engrais. *Agri* 23.09.2016, 13.
- Morel I. et Oberson J.-L., 2017. Effet de trois niveaux d'intensité d'alimentation sur l'ingestion et les performances des bovins à l'engrais. *Frühjahrstagung 2017 SVT*, 28 S.
- Mosimann E., Schmied R., Thuillard C.-P. et Thomet P., 2010. Production de viande sur prairies temporaires: intérêt de la fétuque élevée. *Recherche Agronomique Suisse* 1 (5), 194-201.
- Oberson J.-L. et Morel I., 2017. Mise à niveau des normes d'alimentation pour les taurillons. *Revue-UFA* (à paraître).
- Petterson D.S., 2000. The Use of Lupins in Feeding Systems-Review. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 13 (6), 861-882.
- Priolo A., Micol D. et Agabriel J., 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim. Res.* 50, 185-200.
- Roth N., Schmied R. et Kunz P., 2011. Production de viande bovine sur les surfaces d'assolement. *Recherche Agronomique Suisse* 2 (1), 44-47.
- Thomet P. et Troxler J., 2001. Comparaison des performances de bœufs à l'engrais conduits en pâturage continu sur gazon court ou en pâturage tournant. Actes des Journées de l'AFPF.

- Sami A.S., Schluster M. et Schwarz F.J., 2009. Performance, carcass characteristics and chemical composition of beef affected by lupine seed, rapeseed meal and soybean meal. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 94, 465-473.
- Swissgenetics, 2016. Rapport d'activité 2015/16. 18 p.
- USP et Proviande, 2016. Informations de base sur le marché du bétail de boucherie et de la viande 2015/16.35 p.
- Vestergaard M., 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. Meat Science 54 (2), 177-185.
- Vicenti A., Toteda F., Di Turi L., Cocca C., Perrucci M., Melodia L. et Ragni M., 2009. Use of sweet lupin (Lupinus albus L. var. Multitalia) in feeding for Podolian young bulls and influence on productive performance and meat quality traits. Meat Science 82, 247-251.
- Wilkinson J.M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. Animal 5: 1014-1022.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet**  
 (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

**Les demandes récurrentes d'actualisation des recommandations alimentaires pour les taurillons à l'engrais tenant compte des changements survenus dans la génétique, la qualité des fourrages et le contexte politico-économique depuis l'établissement des normes actuelles sont à l'origine de ce projet qui a débuté en 2014 et qui s'élargit vers des thématiques comme l'autonomie alimentaire et l'efficience.**

Dans le cadre de l'actualisation des normes d'alimentation pour les bovins à l'engrais, deux thématiques ont été intégrées. Il s'agit d'une part de l'autonomie alimentaire et plus particulièrement la formulation de rations avec des sources protéiques pouvant être cultivées en Suisse mais autres que le soja. Ces rations contiennent soit des matières premières comme le pois, le tourteau de pression de colza ou le lupin, soit des fourrages riches en matière azotée comme la luzerne ou les mélanges riches en légumineuses. Le deuxième thème est celui de l'efficience des animaux utilisés pour l'engraissement en fonction de leur origine génétique (croisements de différentes races à viande sur vaches laitières) et des rations utilisées, ces dernières étant établies en accord avec les fourrages issus des différentes régions de production de viande en Suisse.

### Approbation du projet

Date:	29.08.2017	Visa R GR:	dofr
Date:	31.10.2017	Visa R DR / R DC:	hehd
Date:	31.10.2017	Visa R CSR:	hehd



**AP 2018-2021**

**18.01.17.06.01**

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Mischungen Futterbau

Nr. Bereich.

17 Produktionssysteme Tiere und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.6 Futterbau und Graslandssysteme  
17.3 Weidesysteme

Projektleitung/Stellvertretung

Daniel Suter / Rainer Frick

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	4030
Beitrag zu SFF	1
Beitrag zu weiteren SFF	3, 15, 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.31, 2.1, 2.6, 2.7, 2.52, 2.57, 2.108, 16.31, 16.61, 16.63, 16.64, 17.47, 18.14, 18.41, 18.42, 20.22, 20.33, 20.68, 22.10, 23.171, 28.93
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

## Qualitätssamenmischungen für Futterproduktion und Förderung der Biodiversität

### Samenmischungen Kunstfutterbau

### High-Quality Seed Mixtures for Leys and for Promotion of Biodiversity

**variety testing, forage plants, leys, grass-clover mixtures, ecological enrichment, legal task, functional biodiversity, resource efficiency, secondary metabolites**

#### Ausgangslage und Problemstellung

Mit gut 125'000 Hektaren belegen die Kunstwiesen mehr als 30 % der Ackerfläche der Schweiz. Würde man das anfallende Futter nur für die direkte Milchproduktion verwenden und das Galtvieh, die Remonte sowie andere Tiergattungen und Tierproduktionszweige nicht berücksichtigen, verfügten sie über ein physiologisches Milchproduktionspotential von jährlich gut 2 Millionen Tonnen, was etwa 60 % der Gesamtmilchmenge entspräche.

In IP- und Bioackerbausystemen bilden die in der Schweiz auf Klee-Gras-Mischungen aufbauenden Kunstwiesen mit ihren Vorfruchteigenschaften, der Stickstoffbereitstellung durch die Leguminosen, den positiven Auswirkungen auf die Bodenstruktur und die Pflanzengesundheit eine wichtige Säule einer dauerhaft tragfähigen Pflanzenproduktion. Sie lassen sich überdies mit ihrem breiten Einsatzspektrum – von kurzdauernder Zwischenfrucht bis mehrjähriger Hauptkultur – optimal in die Fruchtfolgen unterschiedlicher Landbausysteme einpassen.

Die artenreichen Mischungen zur Förderung der Biodiversität ermöglichen standortgerechte Lösungen und besitzen ein deutliches Potential zur Verbesserung der Ökoqualität von unbefriedigenden Biodiversitätsförderflächen.

Die ‚Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen‘ mit 30 berücksichtigten Futterpflanzenarten sowie die ‚Standardmischungen für den Futterbau‘, mit über 40 Mischungen für unterschiedliche Nutzungsdauern und vielfältige Verwendung (Mahd, Weide, Konservierung), sind die zentrale fachliche Grundlage für den Vollzug (Saat- und Pflanzgutverordnung), den Samenhandel, die Beratung und die Anwendung in der Landwirtschaft. Sie bilden deshalb das Fundament

des Schweizer Kunstfutterbausystems. Dieses einzigartige System steht beispielhaft für Qualität in Forschung und Entwicklung, wie auch für eine erfolgreiche Umsetzung in der Forschung erarbeiteter Konzepte in der Praxis und ist auch international richtungsweisend.

Damit dieses System den Ansprüchen der produzierenden Landwirtschaft stets Rechnung tragen und weiter verbessert werden kann, ist es unabdingbar, sich den Herausforderungen zu stellen.

- Der weltweite Zuchtfortschritt bei den Futterpflanzen muss kontinuierlich von den Ergebnissen der Sortenprüfung als Vollzugsaufgabe übertragen und ins Mischungssystem eingefügt werden.
- Die Rezepte der Mischungen sind an die Eigenschaften der neuen Zuchtsorten anzupassen, um stetig die gewünschte Zusammensetzung und Funktion der Mischbestände zu gewährleisten.
- Die Mischungen müssen auch unter künftig veränderten Anbaubedingungen (z. B. Sommertrockenheit) ihre Aufgaben erfüllen können und sind laufend dahingehend anzupassen. Dazu sind die Mischungen und Anbaumethoden aufeinander abzustimmen.
- Der Anbau, die mögliche Integration in Samenmischungen und die Verwendung von Futterpflanzenarten mit neuen Eigenschaften in den Bereichen Tiergesundheit, Futtermittelverwertung und Produktequalität fordert als noch junges Thema auch im Kunstfutterbau seinen Platz.

#### **Ziele und Forschungsfragen**

1. Die neuesten, aus weltweiter Züchtung stammenden Sorten von Futterpflanzen, die den Anforderungen des schweizerischen Futterbaues entsprechen, sind systematisch unter den typischen Anbaubedingungen der Schweiz geprüft.
2. Die besten Sorten von Futterpflanzen (siehe ‚Nationaler Sortenkatalog der Schweiz‘ und ‚Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen‘) sind bekannt und werden angewandt.
3. Der Züchtungsfortschritt kommt der landwirtschaftlichen Praxis zugute, indem Neu- und Weiterentwicklungen von Klee-Gras-Mischungen ausschliesslich auf empfohlenen Sorten aufbauen.
4. Das Angebot an Standardmischungen (‚Standardmischungen für den Futterbau‘) bildet die vielfältigen Anbaubedingungen und Anwendungsfälle des Schweizer Kunstfutterbaues ab.
5. Pflanzenarten mit speziellen Eigenschaften sind auf deren Nutzen für den Kunstfutterbau überprüft. Dazu gehören die Verwendung von tanninhaltigen Leguminosen, von Gräsern mit einem hohen Zucker- resp. Energiegehalt, Kräutern mit hohem Mineralstoffgehalt und von besonders trockenheitstoleranten Futterpflanzen für unterschiedliche Nutzungsdauern (Zwischenfutter bis längerdauernde Anlagen).
6. Die Bedeutungen der einzelnen ökonomischen und ökologischen Funktionen (Multifunktionalität) von Klee-Gras-Mischungen sind bekannt und hinsichtlich einer „nachhaltigen Intensivierung“ gewichtet.

#### **Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 1 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)**

Die im Projekt gesetzten Ziele tragen zu den zentralen Forschungsfragen betreffend Samenmischungen (Ziele 3, 4 und 5), gezielte Nutzung von Pflanzeigenschaften und Inhaltsstoffen (Ziele 1, 2, 3, 4 und 5), Steigerung der Leistungsfähigkeit und Ökologie (Ziele 3 und 4), nachhaltige Graslandproduktionssysteme (Ziele 1 bis 4) und Inwertsetzung der Prozess und Produktequalität (Ziele 2, 4, 5, und 6) bei und sind über die Forschungsfragen des SFF miteinander verbunden.

#### **Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)**

**zu SFF Nr. 3:** Das Projekt ist grundsätzlich ein der Züchtung nachgelagerter Prozess zur Umsetzung des Züchtungsfortschrittes in die Praxis und profitiert deshalb direkt vom SFF3, indem die nur besten Futterpflanzenarten für Samenmischungen verwendet werden. Gleichzeitig nimmt das Projekt über das Mischungswesen Bedürfnisse der Praxis an den Kunstfutterbau auf und gibt diese Information der Futterpflanzenzüchtung weiter, beispielsweise durch Zulassungsanforderungen und Kriterien für Sortenempfehlungen im Rahmen der Sortenprüfung.

**zu SFF Nr. 15:** Kunstwiesen erfüllen eine wichtige Funktion im Pflanzen-Boden-System und gelten als wertvolles Fruchtfolgeglied. Sie liefern Nährstoffe in Form biologisch fixierten Stickstoffs, verbessern die Bodenstruktur durch die intensive Durchwurzelung und vermindern die Erosionsgefahr dank der stetigen Bodenbedeckung.

**zu SFF Nr. 16:** Mischungen verbessern die Artenvielfalt im Landbau, wenn sie wie die artenreichen Mischungen speziell zum Zwecke der Biodiversitätsförderung zusammengestellt worden sind.

#### **Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)**

Als massgebender Rohfutterlieferant, Fruchtfolgeglied und Stickstoffquelle sind qualitativ gute Klee-Gras-Mischungen im Biolandbau eine wichtige Produktionsgrundlage sowohl für die Tierhaltung als auch für den Pflanzenbau.

**Material und Methoden (grob skizziert)**

Als Basis zur Beantwortung spezifischer Versuchsfragen dienen Feldversuche aus denen mittels Felderhebungen und anschliessenden Laboranalysen die benötigten Daten gewonnen werden. Neben kontrollierten Kleinparzellenversuchen werden auch Streifenversuche unter Praxisbedingungen durchgeführt. Entsprechend der Versuchsfrage werden örtlich und zeitlich gestaffelte Versuchsserien angelegt. Für die Sortenprüfung gelten die Vorschriften gemäss Saat- und Pflanzgutverordnung (SR 916.151.1) beziehungsweise SOPS. Die Mischungsentwicklung stützt sich ebenso auf SOPS. Die übrigen Versuche sind nach den versuchsfragebezogenen Protokollen durchzuführen. Zur Überprüfung der Silierbarkeit neuer Mischungen dienen Laborsilos. Vor und nach dem Silieren werden die Inhaltsstoffe erfasst. In den Silagen werden verschiedene Gärparameter (pH und Gärsäuren) analysiert.

**Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)**

- Brophy C., Finn J.A., Lüscher A. *et al.*, 2017. Major shifts in species' relative abundance in grassland mixtures alongside positive effects of species diversity in yield: A continental-scale experiment. *Journal of Ecology*, DOI: 10.1111/1365-2745.12754
- Connolly J., Sebastià M.-T., Kirwan L., *et al.*, 2017. Weed suppression greatly increased by plant diversity in intensively managed grasslands: a continental-scale experiment. *Journal of Applied Ecology*, accepted.
- Hofer D., Suter M., Buchmann N. & Lüscher A., 2017. Nitrogen status of functionally different forage species explains resistance to severe drought and post-drought overcompensation. *Agriculture Ecosystems & Environment* **236**, 312–322.
- Hofer D., Suter M., Haughey E., Finn J. A., Hoekstra N. J., Buchmann N. & Lüscher A., 2016. Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. *Journal of Applied Ecology* **53**, 1023–1034.
- Lüscher A., Mueller-Harvey I., Soussana J.F., Rees R.M. und Peyraud J.L. 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science* **69**, 206–228.
- Malisch C.S, Lüscher A., Baert N., Engström M.T., Studer B., Fryganas C., Suter D., Mueller-Harvey I., Salminen J-P., 2015. Large Variability of Proanthocyanidin Content and Composition in Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **63**, 10234–10242.
- Malisch C.S., Suter D., Studer B. & Lüscher A., 2017. Multifunctional benefits of sainfoin mixtures: Effects of partner species, sowing density and cutting regime. *Grass and Forage Science*, DOI:10.1111/gfs.12278
- Oberson, A., Frossard, E., Bühlmann, C., Mayer, J., Mäder, P. & Lüscher, A. 2013. Nitrogen fixation and transfer in grass-clover leys under organic and conventional cropping systems. *Plant and Soil* **371**, 237–255.
- Suter D., Frick R., Hirschi H.U. und Bertossa M., (2017). Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen 2017–2018. *Agrarforschung Schweiz* **8** (1), 1–16 Beilage.
- Suter D., Rosenberg E., Mosimann E. und Frick R., 2017. Standardmischungen für den Futterbau, Revision 2017–2020. *Agrarforschung Schweiz* **8** (1), 1–16 Beilage.
- Suter, M., Hofer, D. & Lüscher, A., 2017. Weed suppression enhanced by increasing functional trait dispersion and resource capture in forage ley mixtures. *Agriculture Ecosystems & Environment* **240**, 329–339.
- Suter M., Connolly J., Finn J.A., Loges R., Kirwan L., Sebastia M.-T. & Lüscher, A., 2015. Nitrogen yield advantage from grass-legume mixtures is robust over a wide range of legume proportions and environmental conditions. *Global Change Biology* **21**, 2424–2438.
- Wyss U. und Mosimann E., 2016. Silagequalität von Zwischenfutter. *Agrarforschung Schweiz* **7** (10), 436–441.

**Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet  
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)**

**Kunstwiesen sind ein bedeutender Futterlieferant und ein unerlässliches Glied der Fruchtfolge. Ihre Flexibilität ermöglicht standortgerechte Lösungen für jedes Landbausystem. Das Projekt hat zum Ziel, unter Ausnützung des weltweiten Zuchtfortschrittes den Bedürfnissen der Landwirtschaft angepasste Samenmischungen für den Futterbau zu entwickeln.**

Kunstwiesen, hauptsächlich Klee-Gras-Mischungen, belegen über 30 % der Ackerfläche in der Schweiz und spielen bei der Rauhfutterproduktion eine wichtige Rolle. Ihre Vorfruchteigenschaften und die Stickstoffbereitstellung durch die Leguminosen sind bedeutend für einen tragfähigen Pflanzenbau. Das Projekt entwickelt an die Vielfalt der Produktionsbedingungen angepasste Mischungen – hochproduktive, intensive für die Futtererzeugung aber auch artenreiche, extensive für die Biodiversitätsförderung. Es bedient sich dazu der neuesten Entwicklungen der Wildpflanzenvermehrung, bezieht Pflanzen mit speziellen Inhaltsstoffen, wie z. B. Tanninen, mit ein und nutzt die Ergebnisse der Pflanzenzüchtung. Mischungsversuche in Kleinparzellen und unter Praxisbedingungen bilden die experimentelle Grundlage.

**Genehmigung des Projektes**

Datum: 28.08.2017	Visum FGL: luan
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd





**AP 2018-2021**

**18.01.17.06.02**

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

AlpESS

Nr. Bereich.

17

Produktionssysteme Tiere und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.6

Futterbau und Graslandssysteme

Projektleitung/Stellvertretung

**Manuel Schneider / Matthias Volk**

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1195
Beitrag zu SFF	1
Beitrag zu weiteren SFF	11, 16, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.129, 3.15, 9.11, 9.13, 13.205, 23.81, 28.24, 28.27, 28.33, 28.40, 28.63, 28.103
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

**Erfassung und Förderung von Ökosystemleistungen auf Grasland im Berggebiet unter Berücksichtigung von Klima- und Strukturwandel**

**Ökosystemleistungen von Grasland im Berggebiet**

**Quantification and improvement of ecosystem services in mountain grassland considering climatic and structural change**

**Ökosystemprozesse, Diversität, extensive Beweidung, Minimalnutzung**

### Ausgangslage und Problemstellung

Wiesen und Weiden im Berggebiet erbringen wichtige Ökosystemleistungen für die Gesellschaft. Neben tierischen Nahrungsmitteln mit besonderen Qualitätseigenschaften und ohne Konkurrenz zur direkten menschlichen Ernährung bieten sie eine wertvolle Biodiversität und sind zentral für die kulturelle Identität der Schweiz. Die Erhaltung dieser Leistungen ist deshalb ein zentrales Ziel der Agrarpolitik.

Trotz Massnahmen im Bereich der Direktzahlungen sind verschiedene Ökosystemleistungen durch den fortschreitenden Struktur- und Klimawandel gefährdet. Die stetige Abnahme der landwirtschaftlichen Arbeitskräfte bedingt innovative Bewirtschaftungsstrategien, um die Leistungsfähigkeit und das Produktionspotential effizient zu nutzen. Dabei stehen auf aufwändig zu bewirtschaftenden Grenzertragslagen sogenannte Minimalnutzungsverfahren im Vordergrund, durch welche mit geringem Arbeitsaufwand die Flächenqualität verbessert werden kann. In Gunstlagen soll der Ressourceneinsatz so optimiert werden, damit hochwertiges Futter produziert werden kann. Der generelle Temperaturanstieg führt zu einer verlängerten Vegetationsdauer, welche die Weideperiode ausdehnt und zu Veränderungen im Kohlenstoff- und Nährstoffhaushalt führen kann. Gleichzeitig verändern Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel wie die Wiesenbewässerung die Bestandeszusammensetzung und den Stoffhaushalt von Bergwiesen.

Die Entwicklung angepasster und effizienter Bewirtschaftungsmethoden bedingt ein vertieftes Verständnis von Prozessen in alpinen und subalpinen Graslandökosystemen, sowohl von Stoffflüssen im Boden wie auch von Interaktionen zwischen Vegetation und Weidetieren. Dieses Wissen wird im Projekt gezielt erweitert um daraus innovative Bewirtschaftungsstrategien abzuleiten. Diese Strategien werden im Feld erprobt und ihre kurzfristige Wirkung auf die Bereitstellung von Ökosystemleistungen untersucht. Da viele Prozesse im Berggebiet und insbesondere auch im Boden

langsam ablaufen, werden die langfristigen Wirkungen von Bewirtschaftungsmassnahmen mit langfristigen Experimenten untersucht und mittels retrospektiver Luftbildanalysen in Kombination mit dynamischen Vegetationsmodellen analysiert.

#### **Ziele und Forschungsfragen**

1. Verbesserung des Prozessverständnisses in alpinen und subalpinen Graslandökosystemen als Grundlage für eine differenzierte Bewirtschaftung.  
Wie beeinflussen Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel, insbesondere die Bewässerung von Bergwiesen, den C-Haushalt und Zusammensetzung der Pflanzenbestände? Welche Stickstoffeinträge führen bei steigenden Temperaturen zu C-Speicherung und schützen so die CO<sub>2</sub>-Senke und die Humusvorräte im Boden? Wie wirken Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Zusammensetzung der Bodenmikroben und ihre Funktionsweise? Wie unterscheiden sich verschiedene Nutztierarten und -rassen in ihrem Weide- und Fressverhalten und welche Auswirkungen hat dies auf die Zusammensetzung der Vegetation?
2. Innovative und effiziente Bewirtschaftungsstrategien zur Erhaltung von Ökosystemleistungen auf Grenzertragslagen, insbesondere des Produktionspotentiales, der Biodiversität und des Erholungswertes.  
Wie verändert sich die Vegetation von Bergwiesen und –weiden durch die Bewirtschaftung? Wie müssen Systeme der extensiven Beweidung ausgestaltet werden, damit sie zur Landschaftspflege und zur Biodiversitätserhaltung beitragen und dennoch vermarktbar Produkte erzeugen, um den Aufwand zu decken? Welchen Beitrag leisten extensive Nutztierassen gegenüber produktionsorientierten Rassen zur Biodiversitätserhaltung auf montanen und subalpinen Weiden? Kann pflegliches Mulchen ein kostengünstiges Verfahren zur Offenhaltung von Grenzertragslagen sein? Ist die Brandrodung ein möglicher Ansatz, auf ausgewählten Standorten ein für die Artenvielfalt wertvolles Zwergstrauch-Mosaik zu erhalten?
3. Abschätzung der mittel- und langfristigen Auswirkungen veränderter Nutzungsstrategien auf extensiven Weiden auf die Vegetationszusammensetzung und die Bereitstellung von Ökosystemleistungen.  
Welche Informationen über die mittel- und langfristige Vegetationsentwicklung können aus Zeitreihen von Luftbildern unterschiedlicher Qualität und Detaillierung gewonnen werden? Welche langfristigen Vegetationentwicklungen und Sukzessionsfolgen unter veränderten Nutzungsstrategien werden durch dynamische Vegetationsmodelle vorhergesagt?

#### **Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 1 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)**

Das Projekt liefert Beiträge zu mehreren Zielen des SFF. Es liefert Grundlagen, die Auswirkungen der Graslandbewirtschaftung auf die Produktion und weitere Ökosystemleistungen zu beurteilen und untersucht konkrete Strategien zur Erhaltung und Verbesserung dieser Leistungen (Ziel 1). Das Projekt berücksichtigt den Struktur- und Klimawandel und entwickelt Anpassungsstrategien, die standortgerecht, umweltschonend und wirtschaftlich sind (Ziele 2 und 3). Das Projekt untersucht die langfristigen Auswirkungen der Bewirtschaftung auf die Vegetation und die tierischen Produkte (Ziel 6).

#### **Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)**

**zu SFF Nr. 16:** Das Projekt liefert Resultate zu allen drei Hauptzielen des SFF. Es erarbeitet Werkzeuge zum verbesserten Monitoring von Offenhaltung und Biodiversität auf Graslandflächen im Berggebiet. Es verbessert das Systemverständnis zur Erbringung von Ökosystemleistung unter Klimawandel. Es entwickelt Strategien zur Erhaltung halb-offener Landschaften mit hohem Biodiversitätswert.

**Zu SFF Nr. 17:** Abschätzung der Folgen des Klimawandels auf alpinen und subalpinen Standorten. Entwicklung und Beurteilung von Anpassungsstrategien, insbesondere der Wiesenbewässerung.

**Zu SFF Nr. 8:** Genetische Charakterisierung des Mikrobioms in subalpinem Grasland und Identifikation von Indikatorarten für verschiedene Bewirtschaftungsformen.

#### **Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)**

Die nachhaltige Nutzung von Wiesen und Weiden für die tierische Ernährung ist ein zentrales Element des Biolandbaus. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass er im Berggebiet häufig anzutreffen ist. Extensive Beweidungssysteme sind im Biolandbau besonders stark verbreitet. Sie tragen wesentlich zum tierfreundlichen Image des Biolandbaus bei.

#### **Material und Methoden (grob skizziert)**

Die gestellten Fragen werden an verschiedenen Standorten im Berggebiet untersucht, entweder in Feldstudien (Verfahren werden über die Flächenauswahl kontrolliert) oder in Feldexperimenten (Verfahren werden kontrolliert erzeugt). Zusätzlich kommen Bildanalysen sowie statistische und dynamische Modelle zur Anwendung.

1. In einer Feldstudie im Unterengadin werden die Bewirtschaftung, der C-Haushalt und die Zusammensetzung von Pflanzen, Heuschrecken und Bodenmikroorganismen in bewässerten und unbewässerten Wiesen verschiedener Intensitätsstufen untersucht. Eine Boden-C (Konzentration und Isotopenverhältnis) und Ertragsanalyse des Ökosystems wird erstellt, in der Düngungs- und Bewässerungseffekte einbezogen sind. Optimierungsmöglichkeiten bei der Bewirtschaftung werden beschrieben, bei denen C-Speicherung (Beitrag zu den nationalen Klimaschutzziele) mit der Futterproduktion vereint werden.  
In mehreren Studien im Alpenraum wird mittels GPS-tracking und Beobachtungen ermittelt wie sich verschiedene Weidetiere im Gelände bewegen und welche Einflussgrößen ihr Verhalten bestimmen. Verglichen werden extensive Hochlandrinder mit Mutterkühen produktionsorientierter Rassen sowie Rinder, Schafe und Ziegen. Aus den Studien werden Mechanismen abgeleitet, wie die Raumnutzung und die Vegetationswirkung der Beweidung durch den Bewirtschafter beeinflusst werden können.
2. In den Studien zum Weideverhalten liegt ein zentraler Fokus auf der Wirkung auf die Vegetation und es werden daraus Empfehlungen für die Beweidung von Grenzertragslagen abgeleitet, sowohl zur Auswahl geeigneter Weidetiere (Art und Rasse) als auch zur Weideführung. Zusätzlich wird die Vegetationsentwicklung auf Sukzessionsstandorten im Alpenraum langfristig verfolgt.  
In Parzellenversuchen an drei Standorten in den Alpen werden die Effekte verschiedener Frequenzen von Mulchen, Schnitt und Weide auf die Pflanzenzusammensetzung untersucht. In einem Experiment zur Brandrodung soll in Zermatt in Zusammenarbeit mit dem Ökobüro Alpe, der Schweizerischen Vogelwarte sowie kommunalen und kantonalen Stellen untersucht werden, wie sich diese traditionelle Technik zur Offenhaltung von Zwergstrauchmosaik eignet.
3. Das dynamische Vegetationsmodell WoodPaM wird für subalpine Grenzertragsweiden in Zusammenarbeit mit Prof. Gillet weiterentwickelt. Langfristige Vorhersagen der Vegetationsdynamik werden mittels Luftbildern und Besatzzeichnungen retrospektiv validiert. Zudem wird die Sukzession auf Grenzertragslagen mit Dauerbeobachtungsflächen untersucht. Mittels Zeitreihen von Luftbildern verschiedener Versuche (Beweidungsexperiment am Albula-Pass, Weidebewirtschaftungsexperiment am Sustenpass) ermittelt werden, wie weit sich diese für die Erfassung von Vegetationsveränderungen eignen.

#### Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Schneider, M., Meisser, M., Pagani, L. und Fesselet, M. (2015) AGFF Informationsblatt 5: Beweidung von Grenzertragslagen. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues, Zürich, Erste Auflage.
- Bollmann, R., Schneider, M. und Flury C. (2014) Minimalnutzungsverfahren zur Offenhaltung der Kulturlandschaft. Agroscope Science 7
- Schneider M. (2015) Grenzertragslagen gezielt nutzen. Bündner Bauer, 29/30/31, 14-16
- Homburger, H., Schneider, M.K., Hilfiker, S. & Lüscher, A. (2014) Inferring Behavioral States of Grazing Livestock from High-Frequency Position Data Alone. PLoS ONE, 9, e114522.
- Homburger, H., Lüscher, A., Scherer-Lorenzen, M. & Schneider, M.K. (2015) Patterns of livestock activity on heterogeneous subalpine pastures reveal distinct responses to spatial autocorrelation, environment and management. Movement Ecology, 3, 35.
- Kampmann, D., Lüscher, A., Konold, W. & Herzog, F. (2012) Agri-environment scheme protects diversity of mountain grassland species. Land Use Policy, 29, 569–576.
- Koch, B., Homburger, H., Edwards, P.J. & Schneider, M.K. (submitted) Phosphorus redistribution by dairy cattle on a heterogeneous subalpine pasture quantified using GPS tracking. Agriculture Ecosystems & Environment.
- Pornaro, C., Schneider, M.K., Leinauer, B. & Macolino, S. (2016) Above- and belowground patterns in a subalpine grassland-shrub mosaic. Plant Biosystems.
- Volk, M., Enderle, J. & Bassin, S., 2016. Subalpine grassland carbon balance during 7 years of increased atmospheric N deposition. Biogeosciences, 13, 3807-3817.
- Zehnder, T., Schneider, M.K., Berard, J., Kreuzer, M. & Lüscher, A. (2016) Reconciling meat production and biodiversity conservation on marginal pastures. Options Méditerranéennes, 116, 231–235.

#### Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

**Wiesen und Weiden im Berggebiet erbringen wichtige Leistungen für die Gesellschaft. Diese sind trotz Massnahmen im Bereich der Direktzahlungen durch den fortschreitenden Struktur- und Klimawandel gefährdet. Das Projekt hat zum Ziel, durch ein verbessertes Prozessverständnis innovative und effiziente Bewirtschaftungsstrategien zur Förderung von Ökosystemleistungen auf Graslandstandorten im Berggebiet zu entwickeln.**

Neben tierischen Nahrungsmitteln besonderer Qualität bietet Grasland im Berggebiet eine wertvolle Biodiversität und kulturelle Identität. Alle diese Leistungen sollen dank angepasster Bewirtschaftungsmethoden gefördert werden. Als Grundlage dient das Verständnis von Stoffflüssen im Boden wie auch von Interaktionen zwischen Vegetation und Weidetieren. Das Projekt untersucht Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel, insbesondere die Bewässerung,

und deren Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände, Bodenmikroorganismen und den Kohlenstoffhaushalt. Es quantifiziert den Beitrag extensiver Nutzierrassen zur Biodiversitätserhaltung und evaluiert kostengünstige Verfahren zur Offenhaltung wie Mulchen und Brandrodung. Zudem nutzt es Vegetationsmodelle und Luftbildanalysen für die Abschätzung der längerfristigen Auswirkungen veränderter Nutzungsstrategien auf Ökosystemleistungen.

### **Genehmigung des Projektes**

Datum: 28.08.2017	Visum FGL: luan
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR  
**Agroscope**

Programme d'activité

N° de projet

**PA 2018-2021**

**18.01.17.06.03**

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

IntoGrass

N° Domaine

17

Systèmes de production animale et santé animale

N° Groupe

17.1

Ruminants

17.3

Systèmes pastoraux

17.6

Production fourragère et Systèmes herbagers

Chef-fe de projet/suppléant-e

**Olivier Huguenin-Elie / Ueli Wyss et Marco Meisser**

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

## Projet

Total des jours de travail, sans fonds tiers	7105
Contribution au CSR	1
Contribution à d'autres CSR	5, 6, 17

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	2.6, 2.7, 2.10, 2.20, 2.21, 2.22, 2.25, 2.26, 2.27, 2.32, 2.41, 2.42, 2.51, 2.53, 2.54, 2.55, 2.58, 2.59, 2.94, 2.99, 2.128, 2.129, 9.16, 16.31, 16.63, 16.71, 18.14, 18.44, 18.47, 20.33, 20.68, 23.66
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non

Titre dans la langue originale

**Développement d'outils d'appréciation et de prévision intégrant productivité, qualité des fourrages et conduite des communautés végétales pour optimiser l'utilisation des herbages et de leurs conserves**

**Outils intégrés pour une utilisation optimisée des herbages et des fourrages**

**INtegrated TOols for an optimized GRASSland and forage utilization**

**decision support system, grass growth, yield, forage quality, secondary metabolites, forage conservation, weeds, climatic factors**

**Situation initiale et problématique**

L'optimisation de l'alimentation à base d'herbe est aujourd'hui considérée comme un élément central dans les efforts visant à améliorer les systèmes de production de ruminants, pour des raisons environnementales, d'autonomie alimentaire, de bien-être et de santé des animaux, ainsi que pour des raisons d'image des produits d'origine animale. Pour assurer une bonne valorisation de la ressource herbagère, il est indispensable de pouvoir estimer à la fois son potentiel de production, la croissance de l'herbe en temps réel, ainsi que la qualité nutritionnelle et physiologique des fourrages produits. De plus, la valeur agronomique et sociétale des herbages ne se réduit pas à leur productivité mais inclut de nombreux autres services (multifonctionnalité). La recherche de compromis optimisant la multifonctionnalité des herbages nécessite donc une approche intégrant ces divers services.

Les performances des herbages, tant en ce qui concerne leur productivité que la fourniture d'autres services, sont fortement influencées par un jeu complexe d'interactions entre les conditions pédo-climatiques locales, la composition botanique des herbages et les pratiques de gestion. Les services fournis par les herbages sont de ce fait souvent mal quantifiés. De plus, il est difficile de prévoir les effets des aléas climatiques sur la production. Dans le contexte du changement climatique, il est essentiel d'améliorer ces prévisions, par exemple à l'aide de modèles simulant la croissance en fonction des facteurs climatiques.

Pour estimer la valeur nutritive d'un herbage, il existe actuellement des tables de référence qui tiennent compte du type botanique et du stade de développement des plantes. La précision de cette méthode n'est toutefois pas toujours satisfaisante. L'appréciation de la qualité des fourrages produits sur nos herbages est en effet rendue particulièrement difficile par les contrastes très marqués de composition botanique et de conditions pédo-climatiques entre sites de production, et du fait de la variabilité interannuelle. A cela s'ajoutent plusieurs facteurs intervenant durant la conservation du fourrage (par exemple degré de préfanage, densité dans le silo, salissures) et jouant un rôle important pour la qualité des conserves. La détermination de la digestibilité *in vivo* est importante pour valider les méthodes *in vitro*.

Les prairies permanentes sont constituées d'un grand nombre d'espèces végétales dont certaines contiennent des substances bioactives influençant le métabolisme des herbivores. Des études récentes ont montré que des légumineuses riches en tanins condensés peuvent améliorer la valorisation de l'azote par les ruminants, réduire les émissions dues à la fermentation entérique et influencer positivement la qualité des produits d'origine animale. Le genre d'effets et leur expression sont cependant très contrastés, ce qui suggère que les substances bioactives doivent avoir des mécanismes d'action différents en fonction de leur concentration et de leur composition chimique.

La maîtrise de la composition botanique des herbages est un élément clef pour le maintien du potentiel de production. La conduite des herbages doit notamment s'adapter aux problèmes causés par les mauvaises herbes, en développant des stratégies de lutte évitant l'utilisation d'herbicide et restant raisonnables en termes de travail.

La complexité des interactions influençant les performances des herbages rend le développement d'outils d'aide à la décision nécessaire à l'optimisation de l'alimentation à base d'herbe. Ces outils devront intégrer les aspects quantitatifs et qualitatifs de la production herbagère et appréhender la multifonctionnalité des herbages.

#### Objectifs et questions de recherche

L'objectif global de ce projet est d'améliorer la caractérisation de la productivité et des autres services fournis par les herbages (multifonctionnalité), ainsi que de la qualité nutritionnelle et physiologique des fourrages. Cela dans le but de développer des outils d'aide à la décision intégrant les aspects quantitatifs et qualitatifs de la production herbagère afin d'optimiser l'utilisation des herbages et de leurs conserves. Ce projet lie étroitement les questions de gestion et de productivité des herbages à celles de l'utilisation des fourrages produit dans la ration des ruminants.

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

1. Comblent le manque de références en ce qui concerne la productivité, la qualité et la multifonctionnalité des herbages.
2. Préciser l'influence des facteurs climatiques et pédologiques sur la croissance et le développement phénologique de l'herbe, la productivité des herbages, la qualité des fourrages et les besoins en fertilisation, dans le contexte des fortes variations interannuelles et du changement climatique.
3. Améliorer l'estimation de la croissance de l'herbe et de la productivité des herbages, notamment avec le modèle de croissance ModVege.
4. Valider les méthodes d'analyse *in vitro* de la digestibilité du fourrage par le biais de déterminations *in vivo* de cette digestibilité.
5. Améliorer l'estimation de la qualité du fourrage frais et conservés, notamment par l'amélioration de méthodes *in vitro* et par la caractérisation des facteurs influençant la valeur nutritive des conserves.
6. Déterminer la digestibilité *in vitro* et la composition chimique d'un choix d'espèces végétales des prairies permanentes et/ou des surfaces d'estivage.
7. Déterminer les mécanismes d'action des substances bioactives dans le système digestif des ruminants.
8. Développer une stratégie de lutte biologique contre les rumex et un mode d'utilisation des prairies évitant la prolifération des millets (sétaires).
9. Développer une typologie fonctionnelle des herbages sur la base de leur composition botanique et prenant en compte leur capacité à rendre d'autres services (multifonctionnalité).
10. Développer des recommandations et des outils d'appréciation, de gestion et de prévision, notamment au travers de la modélisation et de la typologie, permettant aux agriculteurs d'optimiser l'utilisation des herbages dans leur système de production et de réagir face aux aléas climatiques.

La réalisation des échantillonnages et des analyses nécessaires à l'atteinte de l'objectif 7 dépend de l'obtention de fonds tiers.

La possibilité d'utiliser la base de données développée dans le projet ALL-EMA (esquisse n° 18.16.19.6.01) pour appuyer la caractérisation de la composition botanique des prairies permanentes sera évaluée.

Les données récoltées pour atteindre les buts 1 à 3 contribueront également à la prochaine révision des « Principes de la fertilisation des cultures agricoles en Suisse » (esquisse n° 18.14.19.2.02 « Ressourcennutzung in Agrarökosystemen »).

**Contribution concrète au CSR n° 1 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)**

En aidant à l'optimisation de l'utilisation des herbages, le projet contribue à une utilisation durable et efficiente de la ressource herbagère dans le sens d'une intensification durable de la production. Le projet cherche aussi à mieux cerner la résistance et la résilience des prairies et pâturages, et les caractéristiques qui expliquent les différences de réponse des prairies. Il apporte donc des éléments de réponse à plusieurs questions centrales du CSR1.

Il contribue directement aux objectifs suivants du CSR1:

- Gestion des herbages pour une amélioration durable de l'utilisation de la biomasse produite et pour la fourniture d'autres services écosystémiques (multifonctionnalité). Objectif général du CSR1; objectifs 1, 2, 5, 6, 8, 9 et 10 du projet.
- Utilisation efficace des fourrages et stratégies adaptées aux conditions locales (outils d'aide à la décision, influence des facteurs pédo-climatiques, caractérisation de la productivité des herbages et de la qualité des fourrages). Objectif "Wiesen und Weiden nachhaltig bewirtschaften und Futter effizient nutzen" du CSR1; objectifs 1, 2, 3, 4 et 5 du projet.
- Développement de stratégies d'évitement et de lutte contre les mauvaises herbes (rumex et sétaies). Objectif "Leistungsfähigkeit und Ökologie steigern" du CSR1; objectif 8 du projet.
- Options d'adaptation au changement climatique (modélisation de l'effet des facteurs climatiques sur la pousse de l'herbe et la qualité du fourrage, outils d'aide à la décision prenant en compte ces facteurs). Objectif "Leistungsfähigkeit und Ökologie steigern" du CSR1; objectifs 2, 3 et 10 du projet.
- Utilisation ciblée des caractéristiques des espèces végétales et de leurs constituants, y compris pour une réduction des émissions liées à la production animale (digestibilité de la matière organique, mécanismes d'action des substances bioactives). Objectif "Gezielte Nutzung von Pflanzeigenschaften und Inhaltsstoffen" du CSR1; objectifs 6 et 7 du projet.
- Valorisation de la biomasse produite par les herbages pour la production animale. Objectif « Nachhaltige Graslandproduktionssysteme » du CSR1; objectifs 4, 5, 6, 7 et 9 du projet.

**Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)**

au CSR n° 5 : lutte biologique contre les rumex; gestion des herbages pour contrôler les millets (sétaies)

au CSR n° 6 : amélioration de l'estimation des valeurs nutritives des fourrages frais et conservés

au CSR n° 17 : quantification de l'effet des facteurs climatiques sur la pousse de l'herbe pour adapter les stratégies

**Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)**

Appréciation et prévision quantitative et qualitative des ressources herbagères, caractérisation de la qualité des fourrages, aide à la décision pour la gestion des prairies et des pâturages, substances bioactives dans l'affouragement, lutte biologique contre les plantes indésirables

**Matériel et méthodes (description sommaire)**

Les méthodes sont numérotées en fonction des numéros des objectifs spécifiques qu'ils concernent (section „Objectifs et questions de recherche“).

1. Détermination du rendement, de la valeur nutritive du fourrage, de la diversité spécifique et fonctionnelle de la communauté végétale, ainsi que d'indicateurs de fertilité du sol sur un réseau de parcelles couvrant une large gamme de conditions climatiques, pédologiques et de types d'herbages. Ces parcelles seront localisées chez des éleveurs selon une stratification climatique des régions suisses.
2. Caractérisation du développement quantitatif et qualitatif de la biomasse des herbages, détermination du prélèvement en éléments fertilisants, ainsi que suivi des données climatiques et caractérisation du sol sur le réseau de parcelle décrit ci-dessus. Construction d'une base de données réunissant les données récoltées sur l'ensemble du réseau et modélisation des effets des facteurs climatiques sur ces caractéristiques (cf. point 3).
3. Amélioration de la paramétrisation pour les herbages suisses du modèle de croissance ModVege, en s'appuyant sur les données de terrain (mesurées) obtenues sur le réseau de parcelles (points 1 et 2). Évaluation d'autres modèles en fonction de leur disponibilité.
4. Détermination de la digestibilité de la matière organique a) dans le système digestif de moutons (*in vivo*), b) dans un incubateur Ankom Daisy (*in vitro*) et c) par spectroscopie proche infrarouge (NIRS). Détermination de la composition chimique du fourrage à l'aide de méthodes d'analyse chimique par voie humide et par NIRS.
5. Du fourrage légèrement préfané sera ensilé dans des silos de laboratoire et, après désilage, différents paramètres de fermentation (pH, acides fermentaires) seront analysés afin de déterminer la qualité de l'ensilage de quelques sites choisis en fonction de la composition botanique de l'herbage. La digestibilité du fourrage du nouveau mélange standard avec esparcette sera analysée. Cf. point 4 pour l'amélioration des méthodes *in vitro*.

6. Les espèces végétales seront choisies sur la base des données existantes dans la littérature. Cf. point 4 pour les analyses au laboratoire.
7. Une fois identifiées, les substances bioactives pourront être testées pour leurs effets biologiques sur des modèles cellulaires *in vitro* basés sur l'utilisation des cellules épithéliales intestinales. Cette approche permettra d'étudier un effet direct sur l'expression de gènes codant pour des canaux d'absorption ou encore d'évaluer un éventuel effet inflammatoire de ces substances sur la muqueuse épithéliales. Une étude fonctionnelle sur la perméabilité de la couche épithéliale et sur ces capacités de transport pourra se faire à l'aide d'un Ussing chamber. Ce dernier instrument permettra aussi de vérifier des effets immédiats sur des préparations tissulaires d'épithélium intestinal *ex vivo*.
8. Suivi au champ de la mortalité des rumex après l'application d'œufs de *Pyropteron chrysidiforme* selon différents procédés. L'essai rumex fait partie d'un projet financé par la Commission Européenne. Essai sur deux prairies infestées par *Setaria pumila* testant les effets de la hauteur de fauche, de la durée de l'intervalle entre les fauches et du sursemis sur l'abondance de la sétaire. L'essai sétaire est intégré dans un projet piloté par le canton de Nidwald et comportant un important volet de développement du conseil aux éleveurs.
9. Intégrer les connaissances acquises autour de la multifonctionnalité des différents types d'herbages (points 1, 2, 5, 6 et 7) afin de créer une typologie pour classer les types d'herbages en fonction des services rendus (services d'approvisionnement, de conservation de la biodiversité et de régulation).
10. Mise à disposition de références de saison sur la croissance de l'herbe et d'outils d'appréciation et de prévision pour l'aide à la gestion des herbages en fonction des conditions climatiques (internet). Publier les résultats dans des publications axées sur la pratique et utiliser les organisations faïtières et les plateformes de communication (p. ex. ADCF) pour échanger les connaissances avec les éleveurs.

**Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)**

- Andueza, D., Rodrigues, A., Picard, F., Rossignol, N., Baumont, R., Cecato, U. & Farruggia, A. (2016) Relationships between botanical composition, yield and forage quality of permanent grasslands over the first growth cycle. *Grass and Forage Science* 71, 366-378.
- Azuhwi, B. N., Boller, B., Dohme-Meier, F., Hess, H. D., Kreuzer, M., Stringanod, E. & Mueller-Harvey, I. (2013) Exploring variation in proanthocyanidin composition and content of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93, 2102–2109.
- Brophy, C., Finn, J.A., Lüscher, A. *et al.* (2017) Major shifts in species' relative abundance in grassland mixtures alongside positive effects of species diversity in yield: A continental-scale experiment. *Journal of Ecology*, DOI 10.1111/1365-2745.12754
- Calanca, P., Deléglise, C., Martin, R., Carrère, P. & Mosimann, E. (2016) Testing the ability of a simple grassland model to simulate the seasonal effects of drought on herbage growth. *Field Crops Research* 187, 12-23.
- Connolly, J., Sebastià, M.-T., Kirwan, L. *et al.* (2017) Weed suppression greatly increased by plant diversity in intensively managed grasslands: a continental-scale experiment. *Journal of Applied Ecology*, DOI 10.1111/1365-2664.12991
- Deléglise, C., Meisser, M., Mosimann, E., Spiegelberger, T., Signarbieux, C., Jeangros, B. & Buttler, A. (2015) Drought-induced shifts in plants traits, yields and nutritive value under realistic grazing and mowing managements in a mountain grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 213, 94-104.
- Dumont, B., Andueza, D., Niderkorn, V., Lüscher, A., Porqueddu, C. & Picon-Cochard, C. (2015) A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: perspectives for mountain and Mediterranean areas. *Grass and Forage Science* 70, 239-254.
- Fariaszewska, A., Aper, J., Van Huylenbroeck, J., Baert, J., De Riek, J., Staniak, M. & Pecio Ł. (2017) Mild drought stress-induced changes in yield, physiological processes and chemical composition in *Festuca*, *Lolium* and *Festulolium*. *Journal of Agronomy and Crop Science* 2013, 103-116.
- Gardarin, A., Garnier, E., Carrère, P., Cruz, P., Andueza, D., Bonis, A., Colace, M. P., Dumont, B., Duru, M., Farruggia, A., Gaucherand, S., Grigulis, K., Kernéis, É., Lavorel, S., Louault, F., Loucougaray, G., Mesléard, F., Yavercovski, N. & Kazakou, E. (2014) Plant trait-digestibility relationships across management and climate gradients in permanent grasslands. *Journal of Applied Ecology* 51, 1207–1217.
- Grosse Brinkhaus, A., Wyss, U., Arrigo, Y., Girard, M., Bee, G., Zeitz, J. O., Kreuzer, M. & Dohme-Meier, F. (2017) In vitro ruminal fermentation characteristics and utilisable crude protein supply of sainfoin and birdsfoot trefoil silages and their mixtures with other legumes. *Animal* 11, 580-590.
- Hahn, M.A., Schaffner, U., Häfliger, P. & Lüscher, A. (2016) Establishment and early impact of the native biological control candidate *Pyropteron chrysidiforme* on the native weed *Rumex obtusifolius* in Europe. *BioControl* 61, 221-232.
- Hofer, D., Suter, M., Buchmann, N. & Lüscher, A. (2017) Nitrogen status of functionally different forage species explains resistance to severe drought and post-drought overcompensation. *Agriculture Ecosystems & Environment* 236, 312-322.



- Hofer, D., Suter, M., Haughey, E., Finn, J. A., Hoekstra, N. J., Buchmann, N. & Lüscher, A. (2016) Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. *Journal of Applied Ecology* 53, 1023-1034.
- Huguenin-Elie, O., Mosimann, E., Schlegel, P., Lüscher, A., Kessler, W. & Jeangros, B. (2017) 9/ Fertilisation des herbages. *Recherche Agronomique Suisse* 8 (6), 9/1-9/22.
- Husse, S., Lüscher, A., Buchmann, N., Hoekstra, N.J. & Huguenin-Elie, O. (2017) Effects of mixing forage species contrasting in vertical and temporal nutrient capture on nutrient yields and fertilizer recovery in productive grasslands. *Plant and Soil*, DOI 10.1007/s11104-017-3372-0
- Landwehr, A., Oberson, A., Lessard-Therrien, M., Humbert, J.-Y., Arlettaz, R. & Huguenin-Elie, O. (2017) Effects of irrigation on phosphorus in soil, soil microbes and plants of semi-natural grasslands. *Grassland Science in Europe* 22, 348-350.
- Malisch, C.S., Suter, D., Studer, B., & Lüscher, A. (2017) Multifunctional benefits of sainfoin mixtures: Effects of partner species, sowing density and cutting regime. *Grass and Forage Science*, DOI: 10.1111/gfs.12278
- Meisser, M., Deléglise, C., Mosimann, E., Signarbieux, C., Mills, R., Schlegel, P., Buttler A. & Jeangros, B. (2013) Effets d'une sécheresse estivale sévère sur une prairie permanente de montagne du Jura. *Recherche Agronomique Suisse* 4, 476-483.
- Vuffray, Z., Deléglise, C., Amaudruz, M., Jeangros, B., Mosimann, E. & Meisser, M. (2016) Développement phénologique des prairies de fauche – 21 ans d'observations. *Recherche Agronomique Suisse* 7 (7-8), 322-329.
- Wyss U., Dettling T. & Reidy B., 2016. Silagequalitäten im Berggebiet: eine Praxisuntersuchung. *Agrarforschung Schweiz* 7 (4), 188-195.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet**  
 (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

**Nos herbages fournissent de multiples services en fonction de leur gestion, de leur composition botanique et du climat. Appréhender la multiplicité de ces services et optimiser leur fourniture nécessite d'intégrer productivité, qualité, conservation et utilisation des fourrages, ainsi que préservation de l'environnement dans des outils d'aide à la décision. Voici l'objectif de ce projet.**

Les herbages suisses fournissent de multiples services en fonction de leur gestion, des espèces végétales qui les composent et des conditions pédo-climatiques. Pour que l'éleveur, ou tout autre décideur, puisse appréhender ces services dans leur diversité et optimiser leur fourniture pour des conditions et des systèmes de production contrastés, il est nécessaire d'intégrer productivité des herbages, qualité, conservation et utilisation des fourrages dans la ration des ruminants, ainsi que différents aspects environnementaux dans des outils d'aide à la décision transversaux. Ce projet a pour objectif de développer de tels outils en liant les questions de gestion et productivité des herbages à celle de l'utilisation des fourrages dans la ration, en portant une attention particulière sur l'effet des facteurs pédo-climatiques.

### Approbation du projet

Date:	28-08-2017	Visa R GR:	dofr, moer, luan
Date:	31.10.2017	Visa R DR / R DC:	hehd
Date:	31.10.2017	Visa R CSR:	hehd

