



**Projekte des SFF 11:
Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren**

***Projets du CSR 11:
Optimisation des systèmes de production grâce à Smart Farming***

- 18.11.15.02.02 **Gestion des systèmes de culture en serre par contrôles non-destructifs**
- 18.11.20.03.01 **Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen für die Bewertung von aktuellen Arbeits- und Produktionsverfahren und neuen Technologien**
- 18.11.20.03.02 **Digitalisierung der graslandbasierten Schweizer Milchproduktion – Nachhaltigkeit durch technologieoptimierte, smarte Milchproduktionssysteme**
- 18.11.20.03.03 **Grundlagen zur Bewertung der maschinellen Milchgewinnung**
- 18.11.20.04.01 **Module für die Umsetzung des Smart Farmings**



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

18.11.15.02.02

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

ND-MoniGreen

N° Domaine

15 Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.2 Cultures sous serre

Chef-fe de projet/suppléant-e

Cédric Camps / Céline Gilli

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	960
Contribution au CSR	11
Contribution à d'autres CSR	2

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	4.73; 4.74; 4.75; 6.17; 6.18; 12.93; 18.136
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

Vers une gestion des systèmes de culture en "temps réel" en serre par un contrôle non destructif des plantes et des fruits

Gestion des systèmes de culture en serre par contrôles non-destructifs

Toward a "real-time" cropping systems management in greenhouse by non-destructive monitoring of plants and fruits

Système de production, source lumineuse, substrat, hydroponie, plant monitoring,

Situation initiale et problématique

Situation initiale

La serre est l'environnement agricole le plus connecté et pour lequel les facteurs climatiques sont les plus maîtrisés. Cette maîtrise permet une gestion des cultures optimisée afin d'obtenir les plus hauts rendements. Si les facteurs environnementaux (température, humidité relative, dioxyde de carbone, etc.) sont parfaitement monitorés et adaptés au mieux en fonction des besoins présumés de la culture, il n'en est pas de même pour d'autres facteurs tels la nutrition (carences, stress) ou encore la présence de maladies et ravageurs (acariens tétranyques, oïdium, etc.). Or, les problèmes de nutriments engendrent des désordres physiologiques tandis que la présence de maladies ou de ravageurs crée des dégâts irréversibles sur les plantes. *In fine*, l'ensemble de ces facteurs induit une diminution des rendements, de la qualité et par conséquent de la rentabilité de la culture.

Problématique

Les accidents physiologiques et la présence de problèmes phytosanitaires doivent être détectés au plus tôt afin d'initier des actions correctives avant que les pertes agricoles ne soient irréversibles. Une détection précoce permettrait de gagner en efficacité, de limiter les intrants et la charge de travail. L'issue que nous proposons à cette problématique est la possibilité de faire du « monitoring » non-destructif sur la plante et les fruits de cette dernière. Cette approche permettrait de détecter des événements au plus vite, de réagir en « quasi » temps réel et ce sans endommager la plante. Parmi les options visées, l'exploitation des signaux électriques mesurés in planta et digitalisés seront exploités.

D'autre part, le « monitoring » des fruits permettrait de s'assurer de la bonne construction de leur qualité, une problématique d'intérêt pour la production de tomate en serre en Suisse. Sur fruits, l'analyse des courbes digitalisées issues des mesures de spectroscopie proche infrarouge et de tests de texture seront exploitées.

Objectifs et questions de recherche

L'objectif global de ce projet est de proposer des outils facilitant la conduite des cultures sous serre par une meilleure maîtrise des facteurs biotiques et abiotiques affectant ces cultures. Deux axes organisés en Work-Packages (WP) seront étudiés :

WP1. Monitoring des signaux électriques appliqués à la détection précoce de stress nutritionnels et hydrique

La nutrition des plantes en serre concentre l'attention de nombreuses demandes de la profession tant les effets d'une mauvaise maîtrise de cette dernière peut engendrer des dégâts irréversibles sur la plante mais aussi les fruits. Les exemples les plus connus sont :

- le stress hydrique des cultures sur substrats inertes ou à très faible inertie en serre.
- les carences nutritionnelles qui induisent dommages sur les fruits de la tomate et des pertes de rendements.

La maîtrise de la nutrition (minérale et hydrique) dépend des opérateurs en serre mais aussi des conditions climatiques changeantes ou encore du fond génétique de la plante. Les facteurs agissant sur cette contrainte sont nombreux et un « monitoring » sur la plante serait un atout innovant pour répondre au plus précis aux besoins nutritionnels de cette dernière. Cette maîtrise permettrait une gestion optimisée des intrants nutritifs et donc une meilleure efficacité de la culture.

Notre approche focalisée sur la nutrition prendra en compte le modèle végétal afin d'adapter le système de culture. En effet, si la tomate est cultivée sur substrat organique ou minéral, les systèmes culturaux des légumes feuilles et condimentaires se basent de plus en plus sur des systèmes hydro- et aéroponiques.

WP2. Exploitation des courbes digitalisées appliquées à la construction de la qualité

WP2.1. Spectres proches infrarouges

La construction de la qualité des fruits en serre est influencée par la génétique de la variété mais aussi par les facteurs environnementaux et les techniques culturales. Afin de suivre cette construction, l'utilisation de la spectroscopie proche infrarouge sera utilisée. L'objectif sera de consolider des modèles de prédiction de la qualité et d'en développer de nouveaux, en particulier liés à la qualité physico-chimique, nutritionnelle et la préférence des consommateurs (Camps and Christen, 2009; Camps et al., 2014; Camps and Gilli, 2017).

WP2.2. Courbes contraintes-déformation de texture

La texture des fruits et légume est un facteur important dans la préférence des consommateurs. Aujourd'hui, les méthodes de mesure objectives de la texture reposent sur l'analyse des propriétés rhéologiques des fruits frais. Ces analyses renvoient des indicateurs paramétrés dont la corrélation avec la préférence des consommateurs n'est que partielle. L'objectif sera de développer (1) une méthode d'analyse des courbes digitalisées des mesures de texture basée sur l'ensemble des points de mesures des courbes « contraintes-déformation » (Camps et al., 2005).

Des collaborations au sein d'Agroscope sont prévues:

- Groupe Cultures sous serre (C. Gilli)
- Groupe Baies et plantes Médicinales (V. Michel)
- Groupe Production fruitière en région alpine (P. Monney)

Des finalités pratiques aux différents WP et au projet dans son ensemble sont quantifiables :

- Développer un outil de suivi de la santé des plantes en serre directement sur la plante
- Optimiser la gestion des intrants de la culture à l'écoute de la plante
- Développer une méthode de détection des ravageurs en serre
- Vers le développement de la robotisation utilisant les méthodes non-destructives de monitoring en serre

Collaborations et/ou projet tiers:

- **VIVENT Sàrl** – CTI/KTI Check no. 26503.1 INNO-LS) -2017-2018 – Plant Electrophysiology Cheque (PEP Check) »
- **CSEM / Vivent Sàrl**– CTI en cours d'écriture pour 2017-2020 – « Monitoring non-destructif des plantes »
- **Lumartix SA** – CTI/KTI Check no. 26057.1 INNO-LS) -2017-2018 – Croissance de légumes / fruits sous lampe plasma
- **IDIAP / HESSO** – Projet sur fond tiers envisagé – Détection et robotisation en serre

Contribution concrète au CSR n° 11 (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)

Les activités décrites ci-dessous répondent pour parties aux questions no.3 et no.5 du CSR n° 11.

Question n°3. Welche Potenziale bieten autonome, kybernetische Systeme zur Optimierung von Produktionsverfahren und -systemen im Pflanzenbau und in der Tierhaltung? Quels sont les potentiels de systèmes autonomes et cybernétiques pour optimiser les processus de production et les systèmes de production végétale et d'élevage?

Question n°5. Wie lassen sich Systeme, z.B. für Bewässerung von Baum- und Gemüsekulturen und Milchproduktion durch digitale Technologien optimieren? Comment les systèmes, par exemple pour l'irrigation des cultures arboricoles et végétales et la production de lait à travers les technologies numériques?

Activités répondant aux questions no.3 et no.5 du CSR no.11 :

- ***Exploitation des signaux électriques digitalisés dans les plantes en serre***

L'enregistrement et l'analyse des signaux électriques dans les plantes est un sujet de recherche encore fondamental mais pour lequel le potentiel d'application dans l'agriculture est prometteur. En coopération avec la société Vivent Sarl (CH) et le CSEM, nous supportons le développement d'un appareil permettant la mesure des signaux électriques sur des plantes en conditions de production. En 2017, un chèque innovation de la CTI/KTI ([CTI/KTI no. 26503.1 INNO-LS](#)) a été approuvé et un projet CTI/KTI sera déposé au dernier trimestre 2017. Ce projet devrait couvrir les années 2018-2020. D'un point de vue thématique, les applications de l'étude des signaux électrique sera tournée vers :

- les stress abiotiques des plantes en serre
- la nutrition des plantes en serre
- l'efficacité des ressources en serre

- ***Analyse des mesures digitalisées dans la qualité des fruits et légumes***

L'analyse de données numérisées à partir de signaux ou données « continues » est de plus en plus courante dans l'analyse des fruits et légumes. Dans le cadre de l'analyse qualité des F&L, deux types de données numérisées sont concernées :

- (1) L'analyse des spectres proche infrarouge
- (2) L'analyse des courbes numérisées de texture

- Ces analyses seront effectuées sur des fruits exposés à diverses conditions environnementales rencontrées en serre (température, humidité, lumière, etc.). dans le cadre de cette approche qualité, un chèque innovation de la CTI/KTI ([CTI/KTI Check no. 26057.1 INNO-LS](#)) -2017-2018 est en cours avant un dépôt de CTI envisageable pour 2018.

- ***Modélisation chimiométrique des données digitalisées***

Les données digitalisées sont caractérisées par des matrices rectangulaires renfermant de grands nombres de données (plusieurs centaines à plusieurs millions). Ces données ne peuvent pas être analysées par les statistiques classiques mais doivent faire appel au domaine de la « chimiométrie ». La chimiométrie permet des analyses multifactorielles à visées prédictives (quantitatives / qualitatives), de classification et de type supervisées ou non-supervisées. L'application de la chimiométrie permettra d'optimiser l'extraction de l'information des données digitalisées.

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° 2 :

Question n°1. - « efficacité des ressources » -

Développement de méthodes de monitoring non-destructif destiné à la détection précoce de déséquilibres hydriques et/ou physiologiques. Ces méthodes devraient permettre une gestion efficace des ressources hydriques et minérales ([CTI/KTI no. 26503.1 INNO-LS](#)).

Question n°4. - « interaction systèmes de production innovant vs. qualité » -

Différents systèmes de cultures sont optimisés en fonction des variétés de légumes :

- Lumière vs. Qualité des fruits et légumes ([CTI/KTI Check no. 26057.1 INNO-LS](#)) -2017-2018.
- Systèmes de culture vs. Qualité des fruits et légumes

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

Les résultats ainsi que les méthodologies développées seront aisément transférables à l'agriculture biologique.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Matériel et méthodes.

1. Matériel végétal

Le matériel végétal concernera les cultures majeures en serre maraichères : - Tomate - Salade – Aubergine

2. Technique culturale

Seules les cultures sous serres ou sous abris seront travaillées.

3. Support de culture

Les supports de cultures sont caractéristiques des possibilités en culture sous serre : - Culture sur substrat inerte - Culture hydroponique - Culture en pot sur substrat organique - etc.

4. Mise en place de contraintes environnementales

Les thèmes agronomiques travaillés concernent les aspects stress abiotiques survenant en culture sous serre (nutrition, stress hydrique, qualité de la lumière d'éclairage).

5. Mise en place « Essais éclairage »

Une étude particulière de l'effet de la lumière sur la physiologie de la plante et la qualité des fruits sera mise en place avec diverses sources de lumières. Ces sources diffèrent dans la qualité spectrale : -Lampe HPS 1000Watt - Lampe LED eq. 1000Watt - Lampe Plasma 1000Watt/2200Watt. Cet essai sera conduit sur tomates et exceptionnellement sur fraises (demande CTI/KTI).

6. Monitoring

SERRE :

Les conditions climatiques et environnementales de la serre seront suivies en continues par divers capteurs et digitalisées via l'interface DGT-Volmatic: - T°C – HR – Lumière – CO₂ – écrans – ouvrants – etc.).

PLANTE :

- Un monitoring de mesures à interprétées et corrélées sera effectué : – Signaux électriques (plante *in vivo*) – Spectroscopie FT-NIR (fruits) –
- Le monitoring sur plante sera effectué via différents instruments équipés de capteurs non-invasifs ou non-destructifs. Ces mesures permettront d'obtenir diverses informations sur la plante *in vivo* en serre : – Pression de turgescence foliaire – Fluorescence chlorophylle – Teneur chlorophylle – Lumière au niveau plante (PAR ou capteurs Silicium 300 à 1100nm) –
- Un monitoring agronomique sera effectué par mesure manuelles : – phénologie – contrôles sanitaire.
- Un monitoring destructif sur fruits permettant d'obtenir les valeurs de : – Qualité physico-chimique – Texture / rhéologie – Analyses nutritionnelles.

7. Modélisation / chimiométrie

L'analyse de données et la modélisation sera effectuée sur l'environnement Matlab R2017 et utilisera des méthodes supervisées ou non, qualitatives ou quantitatives, etc. : PCA, PCR, SWR, PLS, etc.

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

- **Camps, C., and Christen, D.** (2009). Non-destructive assessment of apricot fruit quality by portable visible-near infrared spectroscopy. *Lwt-Food Science and Technology* 42, 1125-1131.
- **Camps, C., and Gilli, C.** (2017). Prediction of Local and Global Tomato Texture and Quality by FT-NIR Spectroscopy and Chemometric. *Eur. J. Hort. Sci.* 82, 126-133.
- **Camps, C., et al.** (2014). Qualitative and Quantitative Models Based on Handheld NIR Spectroscopy to Monitor the Tomato Fruit Development During Early and Full Season. *Global Journal of Agricultural Innovation* 1, 27-38.
- **Camps, C., et al.** (2005). Data analysis of penetrometric force/displacement curves for the characterization of whole apple fruits. *Journal of Texture Studies* 36, 387-401.
- **Gigon, V., et al.** (2016). Biological control of *Tetranychus urticae* by *Phytoseiulus macropilis* and *Macrolophus pygmaeus* in tomato greenhouses. *J. Exp. Appl. Acar.* 68, 55-70.
- **Camps, C., et al.** (2013). Stratégies de lutte contre les acariens sur tomates *Der Gemüsebau/Le maraîcher*, 5, p.27-28.
- **Gilli, C., et al.** (2017). LED dans la canopée *Der Gemüsebau/Le maraîcher*, 4, p.29-30.
- **Camps, C.** (2017). La spectroscopie NIR pour la tomate *Der Gemüsebau/Le maraîcher*, 3, p.39-40.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet

(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Le présent projet vise à extraire des informations de la plante et des fruits *in vivo* (en serre) et de s'en servir pour développer des outils permettant de rendre les cultures en serre plus efficaces. Ces informations de nature digitalisées renseigneront sur l'état physiologique de la plante à l'instant « T ».

L'efficacité des cultures sous serre est une priorité tant les enjeux écologiques et sociétaux sont pressants. Le présent projet vise à se rapprocher de la plante et des fruits *in vivo* (en serre) afin d'en extraire des informations pertinentes (nutrition, eau, maladie, éclairage, etc.) pour rendre la conduite des cultures plus efficaces.

Ces informations qui seront obtenues de façon diverses et plurielles (différents capteurs) devront être digitalisées et « Wireless » transmises afin d'être exploitées en temps quasi-réel. *In fine*, l'exploitation de ces données devra être utilisée pour le pilotage des cultures sous serre.

Approbation du projet

Date:	31-03-2017	Visa R GR:	gice
Date:	14-09-2017	Visa R DR / R DC:	Cach
Date:	28-10-2017	Visa R CSR:	elna



Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1953
Beitrag zu SFF	11
Beitrag zu weitem SFF	5, 6, 13, 14

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.87, 12.78, 12.94, 12.103, 12.105, 23.225
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen für die Bewertung von aktuellen Arbeits- und Produktionsverfahren und neuen Technologien

Grundlagen SAK, Arbeitsvoranschlag, Technischer Fortschritt, Arbeitsbelastung, Arbeitsbeanspruchung

Revision and provision of key figures regarding labour for the evaluation of actual and new technologies

Labour, work budget, workload, technical progress

Ausgangslage und Problemstellung

Arbeitswirtschaftliche Kalkulationsdaten bilden die Grundlage für eine vollständige Arbeitsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb, für die Berechnung von Arbeitskosten und Arbeitsproduktivität sowie für die Abschätzung der physischen und psychischen Arbeitsbelastung. Konkret kommen arbeitswirtschaftliche Kennzahlen u.a. in folgenden Bereichen der Politik, der Praxis und der Beratung zur Anwendung:

- *Landwirtschaftliche Begriffsverordnung (LBV, Kap. 2.1, Art. 3)*: „Die Standardarbeitskraft (SAK) ist eine Einheit zur Bemessung der Betriebsgrösse, berechnet anhand von standardisierten Faktoren, die auf arbeitswirtschaftlichen Grundlagen basieren.“ Und: „Im Zweifelsfall ist der ART-Arbeitsvoranschlag von Agroscope für die Berechnung beizuziehen.“ (LBV, Kap. 2.2, Art. 6)
- *Direktzahlungsverordnung (DZV, 2.1, Art. 6)*: „Der Arbeitsaufwand berechnet sich nach dem «ART-Arbeitsvoranschlag 2009» von Agroscope, in der Version des Jahres 2013.“
- *Bundesamt für Sozialversicherungen, AHV/IV*: Die Abklärungsfachpersonen der kantonalen IV-Stellen in der Schweiz nutzen den IV-Arbeitsvoranschlag zur Feststellung der Leistungsfähigkeit von in der Landwirtschaft arbeitenden Personen mit einer Beeinträchtigung der körperlichen, geistigen oder psychischen Gesundheit. (Zusammenarbeitsvertrag IV-Stelle des Kantons Bern und Agroscope vom 19.12.2016)
- *Datensammlungen für die Praxis*: Wirz-Handbuch (Hrsg. Agridea), verschiedene Vollkostenkalkulationstools, beispielsweise ProfiCost (Hrsg. Schweizerische Zentralstelle für Gemüse)

Zudem ermöglichen die arbeitswirtschaftlichen Kalkulationsmodelle eine Quantifizierung des technischen Fortschritts in der Landwirtschaft, sowie eine Bewertung von Alternativen und Smart Farming (SF)-Technologien im Vergleich zu bisher verbreiteten Technologien.

Um die Planungsgrundlagen aktuell zu halten, müssen die arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen fortlaufend überarbeitet und ergänzt werden.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele:

1. Aktualisierung und Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen
 - Vervollständigung des Arbeitsvoranschlags mit arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen für ausgewählte Produktions- und Arbeitsverfahren der Betriebszweige Grasland und Gemüsebau.
 - Austausch mit FG Extension Obst: Vervollständigung des Arbeitsvoranschlags mit arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen für den Gemüsebau (Projektskizze 18.13.12.6.03).
 - Erfassung des aktuellen Stands der Mechanisierung und Digitalisierung auf Schweizer Landwirtschaftsbetrieben. Daraus werden die Standardvorgabewerte für die Einflussgrößen in den Kalkulationsmodellen abgeleitet. Diese bilden die Grundlage für die arbeitswirtschaftlichen Planungsinstrumente.
2. Unterhalt und Weiterentwicklung von arbeitswirtschaftlichen Planungsinstrumenten, inklusive IV-Arbeitsvoranschlag
 - Entwicklung eines Modelliertools zur Erstellung von dynamischen Kalkulationsmodellen
3. Erarbeitung von Grundlagen für die von der Politik geforderte periodische Beurteilung des technischen Fortschritts:
 - (siehe auch 1., Erfassung des aktuellen Stands der Mechanisierung und Digitalisierung) Durchführung eines Methodenvergleichs zur Erfassung des technischen Fortschritts und Festlegung des Vorgehens
4. Arbeitswirtschaftliche Bewertung von neuen (SF-)Technologien:
 - Austausch mit FG Extension Gemüse: Beurteilung des Zusatznutzens (Fokus: Wirksamkeit, Mehrertrag) bzw. auch der Zusatzkosten (Kosten Technologie) von neuen (SF-)Technologien im Vergleich zu etablierten Technologien aus arbeitswirtschaftlicher Sicht (Projektskizze 18.05.12.7.03).
 - Adaption und Transformation von neuen (SF-) Technologien
 - Quantifizieren der physischen und psychischen Arbeitsbeanspruchung durch neue (SF-)Technologien (falls DM vorhanden)
5. Entwicklung eines Nachhaltigkeitsindikators, Dimension „Arbeitsbelastung“:
 - Austausch mit der FG Gewässerschutz und Stoffflüsse und FG Betriebswirtschaft zur Verknüpfung der Dimensionen „Umwelt“, „Ökonomie“ und „Arbeitsbelastung“ für die Nachhaltigkeitsbewertung

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 11 (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 Erfassung der Mechanisierung und Digitalisierung auf Betrieben ermöglicht die Bereitstellung von Informationen zur Verbreitung von SF-Technologien in der Schweizer Landwirtschaft
- Mithilfe von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zu SF-Technologien kann sowohl eine Quantifizierung des entsprechenden Arbeitszeitbedarfs für deren Einsatz als auch ein Vergleich zu konventionellen Systemen erfolgen

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

zu SFF Nr. 5: Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zur Bewertung von alternativen und SF-Technologien zur Herbizidreduktion

zu SFF Nr. 6: Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zur Bewertung der maschinellen Milchgewinnung

zu SFF Nr. 13: Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen für den Obst- und Gemüsebau

zu SFF Nr. 14: Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zur Entwicklung eines Nachhaltigkeitsindikators

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

Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen für Arbeitsverfahren, die im Biolandbau zur Anwendung kommen. Dies betrifft vor allem den Bereich Gemüsebau (SF-Technologien zur Herbizidreduktion: Einsatz von Hackrobotern).

Material und Methoden (grob skizziert)

Zeitliche Arbeitsbeanspruchung:

- Umfrage zum Stand der Technik auf Schweizer Landwirtschaftsbetrieben:
Nach Absprache mit BLW und BFS werden 4000 Betriebe angeschrieben. Der Fragebogen ist modular aufgebaut, jedes Modul deckt einen Betriebszweig ab. Pro Betrieb versenden wir zwei Module.
- Methodenvergleich zur Erfassung des technischen Fortschritts: Umfrage vs. erweiterte Delphi Studie
- Dynamische Modellierung von Arbeitsverfahren zur Bewertung von neuen Technologien:

Die Modellierungen erfolgen bis zur Implementierung des Modelliertools (siehe unten) sowohl mit dem Arbeitsvoranschlag als auch mit Excel basierten Kalkulationsmodellen (PROOF).

- Datenerhebung auf Praxisbetrieben nach der Arbeitselementmethode (nach REFA): Erstellung von Planzeitwerten für die dynamische Modellierung
- Entwicklung eines Modelliertools

Neue Smart Farming-Technologien:

- Analyse der Determinanten und Hemmnisse („barriers of uptake“) bei der Einführung von SF-Technologien einerseits und der Auswirkung auf die psychische Arbeitsbelastung andererseits mittels standardisierter Fragebögen aus der Psychologie sowie Expertenbefragungen und qualitativen Interviews

Mögliche DM-Projekte (geplant):

Physische Arbeitsbeanspruchung:

- Erfassung der körperlichen Beanspruchung im Melkstand durch EMG (Elektromyographie) beim Einsatz von technischen Hilfsmitteln zur Erleichterung der Melkarbeit

Psychische Arbeitsbeanspruchung beim Einsatz von Smart Farming Technologien:

- Berechnung der Rhythmisität auf der Basis von Aktivitätsdaten erfasst durch 3-D Accelerometer
- Berechnung des Baevskii Stress-Indexes während der Nachtschlafphasen auf der Basis der Herzratenvariabilität

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

- Capalbo, S. M., Antle, J. M., & Seavert, C. (2017). Next generation data systems and knowledge products to support agricultural producers and science-based policy decision making. *Agricultural Systems*, 155, 191-199.
- Hart, L., Saile, J., Umstätter, C. und Schick, M. (2015). Wie schätzen Sie Ihren Stress ein? *Schwäbischer Bauer* 67(50) 12. Dezember, 5 (Langfassung in der Onlineausgabe).
- Heitkämper, K., Umstätter, C. und Schick, M. (2016): Administrative Vereinfachung in der Landwirtschaft, *Agrarforschung Schweiz* 7 (9), S. 390-395.
- Heitkämper, K. et al. (2015): Development of an online application for labour planning data, in: *Environmentally Friendly Agriculture and Forestry for Future Generations: Proceedings of the International Scientific XXXVI CIOSTA CIGR V Conference*, 26.-28.05.2015 Sankt Petersburg, Russland.
- Kenny, G. (2011). Adaptation in agriculture: lessons for resilience from eastern regions of New Zealand. *Climatic Change*, 106(3), 441-462.
- Mačuhová, J. et al. (2017): Creation of calculation models for estimation of labour requirement for barn dried hay production and its feeding on dairy farms, in: *Proceedings of the International Scientific XXXVII CIOSTA CIGR V Conference*, 13.-15.06.2017, Palermo, Italy.
- Riegel, M. and Schick, M. (2007): Working time requirement in agriculture – recording method, model calculation and work budget. In: T. Banhazi and C. Saunders (eds.), *Agriculture and Engineering – Challenge Today, Technology Tomorrow*. Society for Engineering in Agriculture, Adelaide, South Australia, national conference, 23.-26. September, 328.
- Umstätter, C. et al. (2016): Können virtuelle Zäune Arbeitszeit einsparen? in: *VDI-MEG Kolloquium Landtechnik 41 – Arbeitswissenschaften*. 1.-2. März 2016, Hrsg. VDI, Hohenheim, Germany, S. 51-58.
- Umstätter, C., Stark, R., Schmid, D. und Schick, M. (2016): Auswirkung des technischen Fortschritts auf die Arbeitszeit in der Landwirtschaft. *Agrarforschung Schweiz* 7(4), S. 204-209.
- Willock, J. et al. (1999). Farmers' attitudes, objectives, behaviors, and personality traits: The Edinburgh study of decision making on farms. *Journal of Vocational Behavior*, 54(1), S. 5-36.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Detaillierte Kenntnisse bezüglich des Arbeitszeitbedarfs von landwirtschaftlichen Tätigkeiten ermöglichen es, Schwachstellen zu erkennen und Arbeitsabläufe zu optimieren, um die knappe und teure Ressource Arbeit bestmöglich zu nutzen.

Technischer Fortschritt kann als Einsatz neuer Technologien zur Steigerung der Arbeitsleistung verstanden werden und stellt in der Schweizer Landwirtschaft einen wichtigen Faktor zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe dar.

Arbeitswirtschaftliche Kalkulationsdaten bilden die Grundlage für eine vollständige Arbeitsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb, für die Berechnung von Arbeitskosten und Arbeitsproduktivität sowie für die Abschätzung der physischen und psychischen Arbeitsbelastung. Eine unserer Hauptaufgaben ist die regelmässige Aktualisierung dieser Grundlagen. Agroscope stellt arbeitswirtschaftliche Kennzahlen in Form von Handbüchern und Online-Anwendungen zur Verfügung. Die Produzenten verwenden diese Daten für Vollkostenrechnungen, zur Einsatzplanung der verfügbaren Arbeitskräfte sowie zur langfristigen Betriebsplanung und –entwicklung, beispielsweise für Vergleiche zwischen bestehenden und

Smart-Farming-Technologien. Für eine Bewertung der Nachhaltigkeit von neuen Technologien im Hinblick auf die Arbeitsbelastung entwickeln wir einen Indikator.

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.08.2017	Visum FGL: umch
Datum: 28.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 30.10.2017	Visum V SFF: elna



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.11.20.03.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Digitale Milchproduktion

Nr. Bereich.

20 Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung

Nr. Gruppe

20.3 Automatisierung und Arbeitsgestaltung
20.4 Digitale Produktion

Projektleitung/Stellvertretung

Christina Umstätter/ Marianne Cockburn

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre 2018 2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2101
Beitrag zu SFF	SFF11 Smart Farming
Beitrag zu weitem SFF	1, 6, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.64, 4.71, 4.72, 4.73, 4.76, 9.48, 20.84, 20.86
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

Digitalisierung der graslandbasierten Schweizer Milchproduktion – Nachhaltigkeit durch technologieoptimierte, smarte Milchproduktionssysteme

Digitale (smarte) Milchproduktion

Digitisation of Swiss grassland-based dairy production - sustainability by technology-optimized, smart, dairy production systems

Digitisation, Smart Farming, Dairy Production, Grasslandbased Milkproduction, Precision Livestock Farming

Ausgangslage und Problemstellung

Die Milchproduktion steht vor grossen Herausforderungen, vor allem in wirtschaftlicher Hinsicht. Neue Technologien ermöglichen die automatisierte Erhebung, Verknüpfung und Verarbeitung von Daten für die Optimierung der Produktionssysteme. Auch unter dem hohen Rationalisierungsdruck soll ein zukünftiges, technologiegetriebenes Milchproduktionssystem in den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit eine Verbesserung bringen. Anzustreben ist für das gesamte Produktionssystem eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit (Ökonomie) und Tiergesundheit, bei gleichzeitiger Verringerung der Arbeitsbelastung und Erhöhung der Lebensqualität für den Landwirt (sozialer Standard) sowie die Reduktion der Umweltbelastung (höhere Energieeffizienz, tiefere Emissionen, tiergerechte Haltung).

Ein grosser Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche besteht aus extensiv bzw. intensiv bearbeiteten Natur- und Kunstpflanzen. Die Schweiz ist aber auch ein Weideland. Ein optimales Management aller futterbaulichen Bestände spiegelt sich in optimaler Futterqualität, einem exzellenten Management der Schnitt- und Beweidungszeitpunkte, einer gezielten, messbaren Fütterung der Tierbestände und letztendlich auch der verarbeiteten tierischen Endprodukte wider.

Diverse Rückmeldungen der Stakeholder fordern von der Forschung eine intensive Auseinandersetzung mit neuen digitalen Technologien und Smart Farming - Ansätzen. Die technischen Entwicklungen insgesamt und speziell auch die Möglichkeiten für die Tierhaltung verzeichnen seit einigen Jahren einen starken Anstieg, werden aber auch in ihrer

Anwendung immer komplexer. Sensortechnik und Datenverarbeitung haben sich in den vergangenen Jahren in einem ungeahnten Ausmass und mit enormer Geschwindigkeit weiterentwickelt. Dennoch, oder gerade deswegen, besteht ein grosser Bedarf der Landwirte, die zunehmenden Datenmengen durch entsprechende Aufbereitung und produktionsspezifische Algorithmen zu praxistauglichen Ergebnissen zusammenzufassen, welche zur Entscheidungsunterstützung nutzbar sind.

Optimierung, Weiterentwicklung, Validierung sowie Empfehlungen für neue technische und insbesondere digitale Möglichkeiten, sind für die praktische Landwirtschaft aus wirtschaftlicher und arbeitswirtschaftlicher Sicht sehr wichtig. Im Rahmen dieses Projektes wird untersucht, in wie weit die Digitalisierung eine Chance für die graslandbasierten Milchviehhaltung ist. Dazu wird vor allem ein Schwerpunkt auf die Weiterentwicklung und Bewertung von Entscheidungsunterstützungssystemen und automatisierten Datenerfassungssystemen gelegt. Dank einer interdisziplinären Zusammenarbeit soll ein systemischer Ansatz für die Bewertung verfolgt werden.

Ziele und Forschungsfragen

Oberziel

Entwicklung, Optimierung und Bewertung automatischer Datenerfassungs- und Entscheidungsunterstützungssysteme, die für die Landwirtschaft leicht verständlich und nutzbar sind.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit über die FG und Bereiche von Agroscope hinaus sollen den systemischen Ansatz unterstützen und den methodischen Austausch stärken.

Ein umfassendes, automatisiertes Datenerfassungssystem von Stall bis Feld ist für die Milchproduktion prototypisch aufgebaut. Digitale Technologien sind mit Fokus auf Teilweidesysteme untersucht:

1. Entscheidungsunterstützungssysteme für die Weideplanung sind bewertet und ggf. weiterentwickelt; eine automatisierte Erfassung der Futteraufnahme auf der Weide (Basis für Steuerung der Ergänzungsfütterung im Stall) ist bewertet und optimiert.
2. Früherkennungssystem für Erkrankungen und die Überwachung des Wohlbefindens der Tiere sind bewertet und weiterentwickelt.
3. Milchproduktionssysteme sind mittels ausgewählter automatisiert erhobener Indikatoren in einem systemischen Ansatz bewertet.
4. Zur Ableitung der Indikatoren für die ökonomisch-ökologische Bewertung der zu untersuchenden Milchproduktionssysteme sind die Versuchsbetriebe Tänikon und evtl. Sorens in Form einzelbetrieblicher Optimierungsmodelle in das bereits existierende Multiagentenmodell SWISSland eingebettet. Prognoserechnungen auf Basis verschiedener Szenario-Annahmen sind durchgeführt. Die Milchproduktionssysteme der Versuchsbetriebe sind sowohl auf betrieblicher Ebene als auch im Gesamtkontext der Entwicklungen des Schweizer Agrarsektors bewertet.
5. Weiterentwicklung und Bewerten von Management-Tools für die Entscheidungsunterstützung der Praxis.

Beispiele von Forschungsfragen

Kann die Qualität und Menge des Futteraufwuchses bei unterschiedlichen Pflanzengesellschaften z.B. mit Hilfe von Grasshopper und Drohnen in Echtzeit erfasst werden? Kann mittels Werkzeugen wie RumiWatch, SmartBow die effektive Futteraufnahme automatisiert erhoben werden? Gibt es Software-Tools, die diese Daten und andere relevante Informationen für den Landwirten zusammenführen und nutzergerecht aufbereiten als Entscheidungshilfen z.B. der exakten Zufütterung im Stall bei einem Teilweidesystem? Welche Stallklimaparameter haben einen signifikanten Einfluss auf die Tiergesundheit? Mit welchen Methoden sind massgebende Stallklimaparameter in der Praxis erhoben und Indikatoren für die Steuerung und Regelung von Lüftungen bewertet? Wie aussagekräftig sind im Stall automatisch erfasste Bewegungsmuster für den Gesundheitsstatus des einzelnen Tieres (z.B. Früherkennung von Lahmheit)?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 11 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Zur Optimierung von Produktionssystemen und zur Qualitätssicherung stehen vermehrt sensorgesteuerte, automatisierte und digitalisierte Verfahren zur Verfügung. Dieses Projekt will am Beispiel der weidebetonten Graslandbewirtschaftung aufzeigen, wieweit „Smart Farming“ (SF-) Systeme und deren Vernetzung Potenziale bieten für eine wirtschaftlichere, emissionsmindernde, tiergesundheitsrelevantere und ressourcenschonende Produktion. Dabei besteht vordergründig die Frage, unter welchen Voraussetzungen diese neuen Technologien in der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft einen Mehrwert bringen. Aufgrund der besonderen kleinräumigen Struktur unserer Landwirtschaft, hohen Arbeitsbelastungen sowie Lohn- und Investitionskosten, aber auch hohen Qualitätsansprüchen der

Konsumenten sowie dem steigenden Bedarf an Dokumentationspflichten im Zusammenhang mit den Direktzahlungen, müssen digitale Lösungen speziell ausgerichtet und angepasst werden.

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

zu SFF Nr. 1 Multifunktionale Graslandnutzung:

Aufzeigen des Beitrags neuer Technologien für eine standortangepasste, ressourceneffiziente Milchproduktion. Die aus betriebswirtschaftlichen Gründen und für das Wohlbefinden der Tiere anzustrebende weidebetonte Milchproduktion kann mittels digitaler, smarterer Technologien in Kombination mit entsprechenden Management-Tools möglicherweise bezüglich Ressourceneffizienz noch verbessert werden. Die Betriebe sollen befähigt werden, ihre standortangepasste, vielfältige Ökosystemleistung zu dokumentieren und transparent zu kommunizieren. Ausserdem kann ein Entscheidungs-Tool sie unterstützen, flexibel auf wechselnde, zukünftige Herausforderungen bezüglich Nutzung des Graslands zu reagieren.

zu SFF Nr. 6 Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit:

Mit der gezielten Nutzung neuer Technologien können unter anderem die Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit in der Tierhaltung gesteigert werden, bei gleichzeitiger Verbesserung von Tierwohl und Gesundheit der Tiere. Die Betriebe sollen unterstützt werden bei der Dokumentation solcher Aspekte gegenüber Vollzug, Konsument und Qualitätslabel.

zu SFF Nr. 13 Wettbewerbsfähigkeit verbessern:

Kosten und Nutzen von digitalen Innovationen können am Bsp. weidebetonter Milchproduktionssysteme aufgezeigt werden. Zudem gibt es Hinweise zu einer möglichen Steigerung der Ressourceneffizienz auf Betriebs- und Betriebszweigebene.

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

Die Optimierung der Milchleistung aus dem Grundfutter ist für Biobetriebe essentiell. Teilprojekt 1 zielt auf eine Optimierung der Grünlandnutzung ab und kann auch in Biobetrieben die Arbeitsproduktivität steigern.

Material und Methoden (grob skizziert)

Die Untersuchungen sollen in mehreren Teilprojekten ablaufen:

Teilprojekt 1. Weidetechnologie – Weiterentwicklung der technologiegetriebenen Weideführung einer Milchviehherde.

Technologien: Drohne, Grasshopper, SmartBow, Rumiwatch, Virtueller Zaun

Im ersten Schritt werden die Aufwuchsmengen von Weideflächen mittels Drohnen (NIR-Fotografie) und einem automatisierten Herbometer (Grasshopper) bestimmt. Hierzu finden während der Vegetationsperiode 2018 Versuche statt. Die so bestimmten Aufwuchsmengen werden mit den tatsächlichen Aufwuchsmengen verglichen, welche per Quadratrahmenmethode erhoben werden.

Im selben Zeitraum sind Versuche zum Weideverhalten von Kühen geplant. Hierbei geht es zunächst darum, Systemgrenzen zu eruieren und die Datenströme gebündelt zu erfassen, sowie um die Eichung und Weiterentwicklung der Technik. In Pilotversuchen werden 10-20 Kühe mit Smartbow auf der Weide überwacht. Bei diesen Untersuchungen steht zunächst die technische Funktionalität im Vordergrund. In 2018 und 2019 finden weitere Versuche mit Smartbow und Rumiwatch an 20 Tieren statt. Sie dienen zur Untersuchung des Fressverhaltens auf der Weide, sowie zur Ortung im Stall und auf der Weide. Unter anderem wird der Einfluss von unterschiedlich hohen Aufwuchsmengen auf das Fressverhalten, sowie das Verhältnis von Fress- und Kaubissen untersucht. Im Jahr 2020 findet während der Vegetationsperiode ein Weideversuch mit 40 laktierenden Milchkühen (zwei Gruppen à 20 Tiere) statt. Eine Gruppe à 20 Tieren wird in Teilweide gehalten, die zweite Gruppe dient als Kontrollgruppe und wird im Stall gehalten. Die bis dahin evaluierten Methoden zum Messen der Aufwuchsmengen werden eingesetzt um den Einfluss des Weidemanagements, unter Berücksichtigung des Tierverhaltens, auf die Futterqualität zu erfassen und zu optimieren. Dabei geht es auch um arbeitswirtschaftliche Ansätze, wie die Veränderung von Treibwegen. Weiterhin werden unterschiedliche Weidesysteme, wie z.B. Kurzrasen vs. Portionsweide untersucht. Ziel des Teilprojektes ist die Entwicklung von praxisnahen Methoden zur Schätzung der individuellen Futteraufnahme von Milchkühen unter Einbeziehung der Standorte Tänikon und Posieux auf der Basis von Sensoren.

Ein neuer Prototyp eines virtuellen Zauns wird entwickelt und in einer Pilotstudie getestet. Weitere Arbeiten hängen von einer DM Akquise ab.

Zur Bewertung der Weidetechnologie werden betriebs- und arbeitswirtschaftliche Daten unter Einbeziehung der Einflussgrößen modelliert. Weitere Daten werden sowohl händisch, als auch teil- oder vollautomatisiert gemessen. Dies

gilt bis hin zu den Emissionen. Weitere ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren werden unter Einbezug eines adaptierten Betriebsmodells in einem ganzheitlichen Ansatz bewertet. Der Fokus liegt dabei in den Bereichen der Nährstoffeffizienz, der Wirtschaftlichkeit, der Arbeitswirtschaft und des Tierwohls und -gesundheit.

Die Untersuchungen sollen auf den Versuchsbetrieben Tänikon, Posieux und Sorens durchgeführt werden.

Teilprojekt 2. Entwicklung von Entscheidungsunterstützungssystemen

Monitoring der Gesundheit und des Wohlbefindens in der Rinderhaltung auf der Basis von automatisiert erhobenen Daten. Methoden zur Gesundheitsüberwachung mittels des Erfassens von Bewegungsmustern werden z.B. via 3D-Beschleunigungssensoren sowohl im Stall als auch auf der Weide eingesetzt. Neue Auswertungsmethoden z.B. zur Berechnung der biologischen Rhythmicität auf Basis von tierischen Aktivitätsdaten führen zu innovativen Entwicklungen im Bereich der Entscheidungsunterstützungssysteme. Die Daten die in den Teilprojekten 1 und dem Teilprojekt „Farm Management Informationssystem“ des Projektes Smart Modul erfasst wurden, werden unter verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Einerseits ist die Effizienzsteigerung des Betriebes zentral, andererseits sind das Gesundheitsmonitoring der Tiere sowie ein optimiertes Weidemanagement Ziele dieses Teilprojektes. Die Untersuchungen werden durch den erfolgreich eingeworbenen ICT-Call „CowData“ finanziert ([\\levdad.admin.ch\AGROSCOPE_OS\2\6\3\3\1886\2017-ICT-AgriCowData](http://levdad.admin.ch/AGROSCOPE_OS/2/6/3/3/1886/2017-ICT-AgriCowData)).

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

- Bargo, F., L. D. Muller, J. E. Delahoy and T. W. Cassidy (2002). "Performance of High Producing Dairy Cows with Three Different Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Rations." Journal of Dairy Science **85**(11): 2948-2963.
- Baur, I., M. Dobricki and M. Lips (2010). "Einstellungen zu Hochleistungs- und Vollweidestrategie." Agrarforschung Schweiz **1**(9): 326–333.
- Dawson, L. E. R., P. O'Kiely, A. P. Moloney, J. E. Vipond, A. R. G. Wylie, A. F. Carson and J. Hyslop (2011). "Grassland systems of red meat production: Integration between biodiversity, plant nutrient utilisation, greenhouse gas emissions and meat nutritional quality." Animal **5**(9): 1432–1441.
- Gillespie, J., R. Nehring, C. Hallahan and C. Sandretto (2009). "Pasture-based dairy systems: Who are the producers and are their operations more profitable than conventional dairies?" Journal of Agricultural and Resource Economics: 412-427.
- Hofstetter, P., H. Frey, R. Petermann, W. Gut, L. Herzog and P. Kunz (2011). "Stallhaltung versus Weidehaltung–Futter, Leistungen und Effizienz." AgrAr forschung schweiz: 402.
- Hofstetter, P., H.-J. Frey, C. Gazzarin, U. Wyss and P. Kunz (2014). "Dairy farming: indoor feeding v. pasture-based feeding." The Journal of Agricultural Science **152**(06): 994–1011.
- Leiber, F., J. K. Probst, N. Zehner and A. Spengler Neff (2015). "Fress- und Wiederkäuerhalten von Milchkühen bei verschiedenen Fütterungsregimes." Agrarforschung Schweiz **6**(10): 462–469.
- McSweeney, D., C. Foley, B. O'Brien, C. Umstätter and P. Halton (2014). Novel concept to allow automation of grazing management within a dairy farm system. AgEng 2014: International Conference of Agricultural Engineering, Zürich.
- Misselbrook, T., Fleming, H., Camp, V., Umstatter, C., Duthie, C.-A., Nicoll, L. and Waterhouse, T. (2016). "Automated monitoring of urination events from grazing cattle." Agriculture, Ecosystems & Environment **230**, 191-198.
- O'Brien, B. (2016). Strategies to optimize grazing management and get the most from grass – an Irish perspective. Tänikon, Switzerland.
- Rombach, M., A. Mürger, K.-H. Südekum and F. Schori (2015). "Anpassung und Validierung des RumiWatch® Halfters zur Anwendung bei weidenden Milchkühen." ETH Schriftenreihe zur Tierernährung **38**: 139–141.
- Schori, F. (2015). "Sward surface height estimation with a rising plate meter and the C-Dax Pasturemeter." Grassland Science in Europe **20**: 310–312.
- Sollenberger, L. E. and E. S. Vanzant (2011). "Interrelationships among forage nutritive value and quantity and individual animal performance." Crop Science **51**: 420–432.
- Umstätter, C., Waterhouse, A. and Holland, J.P. (2008). "An automated sensor-based method of simple behavioural classification of sheep in extensive systems." Computers and Electronics in Agriculture **64**, 19-26.
- Umstatter, C. (2011). "The evolution of virtual fences: A review." Computers and Electronics in Agriculture **75**, 10-22.
- Umstatter, C., Morgan-Davies, J. and Waterhouse, A. (2015). "Cattle Responses to a Type of Virtual Fence." Journal of Rangeland Ecology & Management **68**, 100-107.
- Zehner, N., Umstätter, C., Niederhauser, J.J., Schick, M. (2017). „System specification and validation of a noseband pressure sensor for measurement of ruminating and eating behavior in stable-fed cows.“ Computers & Electronics in Agriculture **136**, 31-41.

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

Agroscope erarbeitet Grundlagen zur Digitalisierung in der Milchproduktion und trägt somit zu einer effizienten und tiergerechten Landwirtschaft bei. Optimierte Weidewirtschaft sowie smarte Systeme zum Gesundheitsmonitoring bieten ein grosses Potential, die Tierhaltung für Mensch und Tier zu verbessern.

In der Milchproduktion nimmt der Einsatz von Sensoren eine zunehmende Bedeutung ein. Sensoren geben in der Innenwirtschaft unter anderem Auskunft über das Tierverhalten, den Tieraufenthalt und die Milchleistung. An der Schnittstelle zur Aussenwirtschaft, im Futterbau und beim Weidemanagement, stehen Daten zur Futterqualität im Vordergrund. Die Verknüpfung dieser beiden Aspekte bietet ein enormes Potential, um die Tierhaltung effizienter und tiergerechter zu gestalten. Hierbei liegen die Schwerpunkte auf der Weiterentwicklung von Weidetechnologien und dem Gesundheitsmonitoring.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: umch
-------------------	-----------------

Datum: 31.08.2017	Visum FBL / KBL: elna
-------------------	-----------------------

Datum: 31.08.2017	Visum V SFF: elna
-------------------	-------------------



AP 2018-2021

18.11.20.03.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Milchgewinnung

Nr. Bereich.

20

Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung

Nr. Gruppe

20.3

Automatisierung und Arbeitsgestaltung

Projektleitung/Stellvertretung

Pascal Savary / Michael Zähler

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Dienstage ohne Drittmittel	984
Beitrag zu SFF	11
Beitrag zu weitem SFF	6, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.46, 3.135, 4.58, 17.36, 18.163, 20.85, 23.222, 23.71, 26.9
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

Grundlagen zur Bewertung der maschinellen Milchgewinnung

Maschinelle Milchgewinnung

Milking Process Analysis

Tierhaltung, Melktechnik, Tierwohl, Eutergesundheit, Milchqualität

Ausgangslage und Problemstellung

Das Grundprinzip der maschinellen Milchgewinnung basiert auf dem Zwei-Raum-Becher und wird sowohl bei Eimer als auch bei Rohrmelkanlagen und beim Melkroboter angewendet. Gesteuert vom Pulsator befindet sich im Pulsraum des Zwei-Raum-Bechers abwechselnd atmosphärischer Druck und Vakuum. Im Zitzengummi-Innenraum wird hingegen kontinuierlich Vakuum erzeugt. Durch die Druckdifferenzen zwischen beiden Räumen öffnet und schliesst sich der Zitzengummi. Dabei wird in der Zitzengummi-Offen-Phase die Milch aus der Zitzenzisterne gewonnen und in der Druck-Phase wird die Zitze massiert. Diese dynamischen Vakuumverhältnisse im Melkzeug und die durch den Zitzengummi ausgeübten Kräfte an der Zitzen spitze haben eine grosse Bedeutung für den Ausmelkgrad und die Eutergesundheit, und somit nicht zuletzt für das Tierwohl und die Melkeffizienz. Blümel (2015) stellte fest, dass ein langsames Schliessen des Zitzengummis zu einem höheren Ausmelkgrad führen kann. Herrmann (2017) und Haubrich (2016) wiesen nach, dass durch die Reduktion der Öffnungsgeschwindigkeit die Nachgemelksmenge reduziert werden kann. Dies aber nur, wenn die Zitzenbreite zu der Schaftbreite des Zitzengummis passt.

Die technische Einstellung einer Melkmaschine hängt deshalb stark von herdenspezifischen Aspekten, wie z.B. Melkleistung, Zitzendimensionen usw., aber auch vom Melkanlagen-Typ ab. Die richtige Auswahl der Zitzengummi zusammen mit der Pulsationseinstellung stellen eine grosse Herausforderung für Melkmaschinen-Installateure und Tierhalter dar. Sind Auswahl und Einstellungen der Melkmaschine für die Herde nicht abgestimmt, können diese negative Auswirkungen auf das Tierwohl und die Eutergesundheit haben. Diese "Fehler" werden meist erst festgestellt, wenn die Eutergesundheit bereits beeinträchtigt ist. Eine Standardmethode zur Bewertung von technischen Einstellungen bei der Inbetriebnahme einer Melkanlage wäre daher notwendig. Sowohl die wissenschaftlichen Grundlagen als auch eine standardisierte Bewertungsmethode fehlen bisher.

Ziele und Forschungsfragen

Ziel des Projektes ist die Bestimmung und Überprüfung von relevanten Grundlagen zur betriebsindividuellen Bewertung von Melkanlagen in Bezug auf das Wohlbefinden und die Eutergesundheit von Milchkühen, sowie die Entwicklung der dafür erforderlichen objektiven und standardisierten Prüfmethodik. In diesem Zusammenhang werden drei Untersuchungen (U) mit folgenden Forschungsfragen durchgeführt:

- U1: Auswirkung einer verlängerten a-Phase der Pulscurve auf den Ausmelkgrad von Milchkühen in Melkanlagen mit hochverlegter Melkleitung und simultaner Pulsation.
- U2: Einfluss der Dimension (Bohrung- und Schaftdurchmesser) und der Form (rund, dreieckig) des Zitzengummis auf die Vakuumverhältnisse im Melkzeug, auf das Tierwohl und auf die Zitzenkondition.
- U3: Eignung der Hinterbeinaktivität zur Erkennung von Belastungen bei Milchkühen durch Fehleinstellungen der Melkanlagen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 11 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Für eine Prüfung von Melkanlagen wurde eine neue Technologie entwickelt. Das "Milking Process Analysis System" (MPAS) ermöglicht das Vakuum im Melkzeug und das Verhalten der Kuh während der gesamten Melkung parallel zu erfassen. Diese Messvorrichtung wird in den drei geplanten Untersuchungen dieses Projektes eingesetzt. Die Resultate der MPAS Messungen stellen Grundlagen zur Optimierung des Produktionsverfahrens maschinelle Milchgewinnung dar.

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

zu SFF Nr. 6: Die Ergebnisse des Projektes zeigen die Auswirkung und Bedeutung der technischen Einstellungen der Melkanlage auf das Wohlbefinden und die Tiergesundheit von Milchkühen auf. Nachhaltige Lösungen zur Verbesserung der Tierhaltung beim Melken liegen vor.

zu SFF Nr. 13: Eine optimierte technische Einstellung von Melkanlagen erhöht den Ausmelkgrad, verbessert die Persistenz, vermeidet Euterentzündungen und sichert eine hohe Milchqualität. Dadurch wird die Wettbewerbsfähigkeit von Milchviehbetrieben in der Schweiz gestärkt.

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

Eine optimierte Einstellung der Melkanlage stellt eine wichtige Voraussetzung für die prophylaktische Förderung der Eutergesundheit und die Reduktion vom Antibiotika-Einsatz dar.

Material und Methoden (grob skizziert)

U1: Verlängerte a-Phase mit simultaner Pulsation

Das Experiment findet im Melkstand des Emissionsversuchsstalls statt. In einem gekreuzten Design werden zwei Gruppen à 20 Milchkühe unter zwei verschiedenen Einstellungen der Pulsation (Dauer der a-Phase: 140 ms, Kontrolle; 300 ms) gemolken. Die 20 Kühe pro Gruppe sind bezüglich Laktation und Laktationsstadium ausbalanciert. Der Ausmelkgrad und der Vakuumverlauf im Zitzengummikopf werden untersucht. Die Datenerfassung erfolgt mit LactoCorder und MPAS. Die Untersuchung dauert 4 Wochen nach 2 Wochen Angewöhnung.

U2: Zitzengummis mit verschiedenen Dimensionen und Formen

Zwei Experimente finden im tänikonner Versuchsmelkstand statt. In einem gekreuzten Design werden zwei Gruppen à 17 Milchkühe mit zwei verschiedenen Dimensionen (Experiment 1: Schaft- und Bohrungsdurchmesser) und Formen (Experiment 2: rund und dreieckig) des Zitzengummis gemolken. Die 17 Kühe pro Gruppe sind bezüglich Laktation und Laktationsstadium ausbalanciert. Die Milchabgabe, die Zitzenkondition sowie das Verhalten anhand der Hinterbeinaktivität werden untersucht. Die Datenerfassung erfolgt mit LactoCorder und MPAS. Die beiden Experimente dauern jeweils 4 Wochen nach 2 Wochen Angewöhnung.

U3: Hinterbeinaktivität als Indikator für Belastungen bei Milchkühen

Die Untersuchung findet auf 15 Milchviehbetrieben (5 ATD-, 5 FG- und 5 SbS-Melkstände) mit guter Eutergesundheit statt. Während einer Abendmelkung werden die Hinterbeinaktivität sowie der Vakuumverlauf im Melkzeug (im kurzen Milchschauch, im kurzen Pulsschlauch und im Zitzengummikopf) mit den MPAS erfasst. Parallel erfolgt die Bonitierung (Hyperkeratose, Ringwulst an der Zitzenbasis und Zitzenfarbe) und die Abmessung (Länge und Breite) der Zitzen. Die Erhebung dauert 4 bis 6 Wochen.

Die drei Untersuchungen werden jeweils im Frühjahr durchgeführt. Die Veröffentlichung der Ergebnisse in wissenschaftlichen Zeitschriften erfolgt im Anschluss an den Versuchen. Nach Abschluss aller Experimenten werden die landwirtschaftliche Praxis, die Beratung und die Industrie via praxisorientierte Publikationen informiert. Der Wissenstransfer findet zudem durch die Aktualisierung von Richtlinien und im Rahmen der Grundausbildung und der Weiterbildungen von Melkmaschinenkontrolleuren statt.

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

- Blümel F. (2015). Investigating dairy cow welfare by optimizing pulsation cycles and improving activity measurements during milking from a technical perspective. Dissertation, Universität Hohenheim.
- Blümel F. E., Savary P. E, Schick M. E. (2016). Effects of an extended c-phase on vacuum conditions in the milking cluster. Biosystems Engineering 148, 68-75.
- Fricker S., Blümel F., Savary P., Schick M. (2014). Validierung eines 3-Achsen-Lagesensors am Melkzeug zur automatischen Erfassung der Hinterbeinaktivität bei Milchkühen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2014, KTBL-Schrift 505, 236-237.
- Gómez Y., Terranova M., Zähner M., Hillmann E., Savary P. (2016). Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. Journal of Dairy Science, Vol 100(2), 1331-1339.
- Haubrich H. (2016). Auswirkungen eines verlangsamten Öffnens des Sitzengummis auf den Ausmelkgrad bei Milchkühen und den Vakuumverlauf im Sitzengummikopf. Masterarbeit, Universität Hohenheim.
- Herrmann S., Grimm H., Schick M., Savary P. (2017). Auswirkung einer verlängerten a-Phase der Pulskurve auf das Nachgemelk. In: Savary P. und Schick M. (2017). 6. Tänniker Melktechniktagung – Aspekte zur Optimierung der maschinellen Milchgewinnung, Agroscope, Tänikon, S. 51.
- Savary P., Weber O., Richter Th. (2014). Ethologische Untersuchungen im Melkstand – ein Vergleich zwischen Gruppen- und Einzelmelkständen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2014, KTBL-Schrift 505, 184-191.
- Savary P., Waizmann B., Grimm H. (2017). Influence of an extended a-phase of the pulsation cycle on liner movement. Proceedings of The Liner Conference, Copenhagen.

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

Eine maschinelle Gewinnung der Milch, die sowohl den Anforderungen des Tieres als auch den Aspekten Wirtschaftlichkeit und Qualitätssicherung genügt, kann nur durch optimale Schnittstellen zwischen Tier und Technik gewährleistet werden. Agroscope strebt mit seiner Forschung eine tiergerechte Melktechnik an.

Internationale Normen sichern die Funktionalität von Melkanlagen. Das Wohlbefinden und die Gesundheit der Tiere werden durch diese Normen aber nicht garantiert. Eine betriebsindividuelle Einstellung der Melktechnik ist daher notwendig. Sie stellt aber eine grosse Herausforderung für den Installateur der Melkanlage und den Tierhalter dar. Agroscope als Kompetenzzentrum für Melktechnik entwickelt deshalb Methoden zur Bewertung von Melksystemen. Anhand von Vakuummessungen im Melkzeug, sowie ethologischen, physiologischen und klinischen Parameter werden die betriebspezifischen Einstellungen der Melkanlage bei der Inbetriebnahme standardmässig geprüft und optimiert.

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.08.2017	Visum FGL: umch
Datum: 28.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 30.10.2017	Visum V SFF: elna



Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1940
Beitrag zu SFF	SFF11
Beitrag zu weitem SFF	SFF2, SFF5

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.33, 3.120; 4.11, 4.72, 4.73, 4.74, 4.75, 4.76, 9.47, 9.48, 12.94, 13.10, 13.25, 13.44, 13.79, 13.156, 13.173, 18.7, 18.20, 18.39, 20.53, 23.50, 23.220
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

Module für die Umsetzung des Smart Farmings

Smart Farming Module

Modules for smart farming applications

Digitalisierung, Automatisierung, Smart Farming, Roboter

Ausgangslage und Problemstellung

Die Digitalisierung bietet der Landwirtschaft viele neue Möglichkeiten zur Erfassung von Zuständen, zur Steuerung von Prozessen und nicht zuletzt für die Verbesserung der Dokumentation und der Rückverfolgbarkeit. Die grosse Anzahl landwirtschaftlicher Anwendungen erfordert eine grosse Vielfalt adäquater und eigens angepasster Lösungen. Basierend auf dem technischen Fortschritt der Industrie gilt es mögliche Potentiale für neue kreative Lösungen in der Landwirtschaft zu orten und umzusetzen. Neben neuen und verbesserten Sensortechnologien, sind auch verfeinerte aktorische oder autonome Systeme wie Controlled Traffic Farming oder Roboteranwendungen gefragt. Da die neuen Systeme alle datenbasiert funktionieren, stellt sich die Frage, wie sich aus diesen Daten ein Mehrwert generieren lässt und wie diese Daten abgelegt und verknüpft werden können.

Ziele und Forschungsfragen

Digitale Technologien sollen entwickelt und genutzt werden, um landwirtschaftliche Produktionsverfahren präziser, ressourcenschonender und effizienter zu gestalten.

- Automatisierte Unkrautbekämpfungsgeräte werden sowohl für den konventionellen wie für den Biolandbau weiterentwickelt
- Die ortsspezifische Wiesenübersaat ist funktionell ausgereift und ist agronomisch wie ökonomisch bewertet.
- Eine Internet of Things-Plattform für das Prognosemodell SOPRA und die Bewässerung von Kulturen ist entwickelt und in der Praxis eingeführt.
- Ein Farm Management Informationssystem ist auf dem Versuchsbetrieb Tänikon umgesetzt.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 11 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- 3) Neu entwickelte Systeme sollen ökonomisch, ökologisch und ergonomisch bewertet werden.
- 4) Kybernetische Systeme: In den beiden Teilprojekten werden eigens neue Sensortechnologien für den landwirtschaftliche Einsatz adaptiert und weiterentwickelt.

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

zu SFF Nr. 2: Anbaumethoden: Im Bereich der IoT-basierten Bewässerung wird eng mit SFF 2 zusammengearbeitet (T. Anken & Ph. Monney)

zu SFF Nr. 5: Pflanzenschutz: Das Prognosesystem SOPRA wird prototypisch im Teilprojekt "IoT basierte Applikationen" auf eine neue Plattform portiert.

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

Der Blackenroboter wird speziell für den Biolandbau mit einem Heisswasserverfahren konzipiert. Das Farm Management Informationssystem, die teilflächenspezifische Wiesenübersaat und IoT-Applikationen bringen allen Landbausystemen einen gleichwertigen Nutzen.

Material und Methoden (grob skizziert)

Teilprojekt "Automatisierte Unkrautbekämpfung"

In Zusammenarbeit mit Herstellern von autonomen Fahrzeugen soll der Blackenroboter fertig entwickelt und in der Praxis getestet werden. Für den Biolandbau wird das Heisswasserverfahren adaptiert und mittels Roboter eingesetzt. Weitere Anwendungen wie beispielsweise das Hacken in Zuckerrüben oder im Gemüsebau sind in Kombination von Unkrauterkenntnis und Bekämpfung zu entwickeln und zu bewerten.

Weiter ist beabsichtigt, in Zusammenarbeit mit dem FiBL und der HAFL den Unkrautjäroboter "Ecorobotix" für den Biolandbau anzupassen.

Teilprojekt "Ortsspezifische Wiesenübersaat"

Mittels Kameras sollen unbewachsene Stellen im Grasland detektiert und spezifisch übersät werden. Die im KTI Projekt "Wiesenübersaat" entwickelte Technik soll in der Praxis fertig entwickelt und deren Wirkung bewertet werden.

Teilprojekt "IoT-basierte Applikationen"

Im KTI-Projekt "Sustainable Intensification of Agricultural Cropping Systems Supported by Smart Swiss ICT-AGRI Solutions" werden internetbasierte Applikationen für die Prognose von Schädlingen, Steuerungen von Bewässerungen und dem Monitoring von Pflanzen- und Bodendaten entwickelt. Das Projekt läuft bis Ende 2018, anschliessend ist eine Weiterführung geplant, die Abhängig von Drittmitteln ist.

Teilprojekt Farm-Management Informationssystem (FMIS) – Prototypischer Aufbau eines umfassenden Datenerfassungs- und Verarbeitungssystems auf dem Versuchsbetrieb in Tänikon.

Automatisch und manuell gesammelte Daten aus der Innen- und Aussenwirtschaft werden miteinander in eine generische Datenbank eingespeist. Dies soll es ermöglichen, unterschiedliche Sensordaten zu kombinieren und so neuartige Auswertungsalgorithmen zu entwickeln, die das Datenmanagement erleichtern. Die Untersuchungen werden durch das ERANet ICT-agri Projekt „CowData“ mitfinanziert.

Vollzugshilfe Spritzenprüfung.

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

- Anken T., Holpp M., Weisskopf P., 2016. Controlled Traffic Farming improves soil physical parameters. In: International Conference on Agricultural Engineering. June 26–29, Hrsg. AgEng, Aarhus, Denmark. 1-8.
- Holpp M., Anken T., Stehle T., Martin D., Hatt M., 2016. Präzisionsunkrautkontrolle in Reihenkulturen: Effizienteres Hacken mit sensor- und satellitenbasierten Steuerungen und Lenksystemen. Agroscope Transfer. 130, 1-4.
- Holpp M., Anken T., 2015. Satellitengesteuert den Boden schonen. Rheinische Bauernzeitung. 37, (September), 2015, 27-29.
- Latsch A. J., 2017. Controlled Traffic Farming : Eine Lösung zur Verminderung von Bodenverdichtungen? In: 4. Nationale Ackerbautagung. 23 - 24. Januar, Hrsg. PAG - CH, Murten. 2017, 1-13.
- Latsch R., 2015. Dock control for organic farmers – From an idea to practice. EurAgEng Newsletter. June, 2015, 6.
- Latsch R., 2015. Ein marktfertiges Gerät zur Ampfer-Regulierung mit Heisswasser. In: ÖKL-Kolloquium Moderne Technik auch im Grünland. 2. Dezember, Hrsg. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung ÖKL, Salzburg. 22-23.

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

Agroscope entwickelt verschiedene Module für die Weiterentwicklung und Umsetzung verschiedener Anwendungen von Smart Farming. Neben Farm Management Informationssystem, Blackenroboter, und ortsspezifischer Wiesenübersaat werden auch internetbasierte Systeme wie Bewässerung bearbeitet.

Die Digitalisierung bietet der Landwirtschaft viele neue Möglichkeiten zur Erfassung von Zuständen, zur Steuerung von Prozessen und nicht zuletzt für die Verbesserung der Dokumentation und der Rückverfolgbarkeit. Die grosse Vielfalt landwirtschaftlicher Anwendungen erfordert eine grosse Vielfalt adäquater und eigens angepasster Lösungen. Basierend auf dem technischen Fortschritt der Industrie gilt es mögliche Potentiale für neue kreative Lösungen in der Landwirtschaft zu orten und umzusetzen.

Genehmigung des Projektes

Datum: 00.00.2017	Visum FGL:	Kürzel
Datum: 27.10.2017	Visum FBL / KBL:	elna
Datum: 27.10.2017	Visum V SFF:	elna

