



**Projekte des SFF 10:  
Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern**

***Projets du CSR 10:  
Promotion de la qualité des denrées alimentaires et de  
l'innovation en matière de produits***

- 18.10.12.09.01      Qualität pflanzlicher Produkte
- 18.10.15.07.01      Amélioration et analyse de la qualité des vins suisses
- 18.10.18.02.01      Mikrobielle Systeme in Käse
- 18.10.18.02.02      Optimierung der Käsequalität durch Praxisversuche und Wissenstransfer –  
Fachstelle IDF / Codex Alimentarius
- 18.10.18.03.02      Entwicklung von mikrobiellen Kulturen zur Förderung der Qualität, Sicherheit,  
Authentizität und Einzigartigkeit sowie zum Nachweis der Herkunft von Käse und  
weiteren fermentierten Lebensmitteln
- 18.10.18.03.03      Réguler le microbiome des denrées alimentaires par la biopréservation
- 18.10.18.03.04      Produktion von mikrobiellen Kulturen
- 18.10.18.05.01      Verbesserung des Ernährungsprofils von Lebensmitteln durch Fermentation
- 18.10.18.06.02      Qualitätswahrnehmung von traditionellen und alternativen proteinhaltigen Lebens-  
mitteln durch Schweizer Konsumenten



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

Arbeitsprogramm

Projektnummer

**AP 2018-2021**

**18.10.12.09.01**

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Qual-3P

Nr. Bereich.

12

Kompetenzbereich Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.9

Produktequalität und -innovation

Projektleitung/Stellvertretung

**Sonia Petignat-Keller / Jonas Inderbitzin**

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1480
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	02,03,05

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.26, 5.7, 13.39, 13.111, 13.57, 13.62, 13.75, 13.79, 18.9, 18.170, 18.175, 18.176, 27.4, 27.7, 27.11, 27.14
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

**Qualität pflanzlicher Produkte**

**Qualität pflanzlicher Produkte**

**Quality of Plant Products**

**(fruit, vegetables, quality, sensory, consumer science, analytics, distillates, NIRS)**

### Ausgangslage und Problemstellung

Gesund, ressourcenschonend, wertorientiert und zugleich genussvoll: Laut einer Studie im Rahmen des Zukunftsforums von Nestlé werden dies in Zukunft die ausschlaggebenden Attribute unserer Ernährung sein. Sich verändernde Konsumentenbedürfnisse (Convenience, Gesundheit, Selbstoptimierung, etc.) und Wertvorstellungen (Umwelt- und Ressourcenschonung, Ethik, Regionalität, etc.) führen zu einem starken Qualitäts- und Innovationsdruck. In einem liberalisierten Marktumfeld sind dabei qualitative Differenzierungsstrategien immer wichtiger.

Zurzeit isst die Schweizer Bevölkerung im Mittel zu wenig pflanzliche Lebensmittel, obwohl diese einen deutlich positiven Beitrag zur Erhaltung der Gesundheit leisten können. Der Konsum von einheimischen Früchten und Gemüse hat in den letzten Jahren sogar abgenommen (SOV 2016). Gemäss der nationalen Ernährungserhebung "menuCH" (BLV 2017) essen lediglich 12.4 % der Befragten täglich mindestens 5 Portionen Früchte und Gemüse.

Unter diesen Gesichtspunkten ist eine Förderung von genussvollen und qualitativ hochwertigen pflanzlichen Produkten, welche den unterschiedlichen Konsumentenbedürfnissen entsprechen, noch stärker zu gewichten. Dies soll durch sensorische und instrumentelle Analytik (chemisch, physikalisch) gewährleistet werden. Zusätzlich ermöglichen neue, nicht destruktive Methoden ressourceneffizientere Qualitätsmessungen.

Eine zusätzliche Problemstellung in Zusammenhang mit pflanzlichen Produkten liegt im immensen "Food Loss" und „Food Waste“. Neben Backwaren bilden Früchte und Gemüse den grössten Anteil des vermeidbaren Food Waste (Visschers et al. 2016). Gezielte Information von Produzenten, Lagerhaltern und Konsumenten und das Aufzeigen von innovativen Verwendungs- sowie Verarbeitungsmöglichkeiten werden wichtig sein, um diesem Problem entgegenwirken zu können.

- Nestlé; Zukunftsstudie; [www.nestle.de/zukunftsstudie](http://www.nestle.de/zukunftsstudie); März 2017.
- Schweizer Obstverband; Jahresbericht 2016; [www.swissfruit.ch](http://www.swissfruit.ch); Februar 2017.
- Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV; Früchte- und Gemüsekonsum in der Schweiz 2014/15; [www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch); März 2017.

- Vivianne H.M. Visschers, Nadine Wickli, Michael Siegrist; Sorting out food waste behaviour: A survey on the motivators and barriers of self-reported amounts of food waste in households; Journal of Environmental Psychology 45 (2016) 66-78.

## Ziele und Forschungsfragen

Das Projekt verfolgt mit dem grundlegenden Ansatz des Kettenmanagements das Ziel, die Qualität der inländischen pflanzlichen Produkte (im Speziellen Früchte und Gemüse) von der Ernte bis auf den Teller bzw. ins Glas des Konsumenten zu halten und zu verbessern. Dabei steht das Streben im Vordergrund, die Rolle der pflanzlichen Produkte sowohl in der Ernährung als auch für die Herstellung qualitativ hochstehender Lebensmittel zu verstärken. Das Projekt gliedert sich in vier Module mit folgenden Zielen und Aufgaben:

### 1. Sensorik: (OB)

Ziel: Für den Markterfolg von neuen Produkten, inkl. neuen Züchtungen (vgl. Projektskizze 18.03.14.2.01), sind sensorische Eigenschaften von zentraler Bedeutung. Bei der Förderung und Entwicklung von gesunden, ressourcenschonenden, innovativen und nachhaltig produzierten Lebensmitteln sollen die Bedürfnisse der Konsumenten, insbesondere sensorische Vorlieben, von Anfang an erfasst und miteinbezogen werden. Basierend auf der Zielsetzung einer Stärkung von pflanzlichen Produkten in der Ernährung soll mithilfe der Sensorik und Konsumentenforschung neues Wissen bezüglich Präferenzen und Abneigungen von verschiedenen Konsumenten-segmenten in der Schweiz generiert werden. Das Festlegen der Forschungsfragen erfolgt dabei in engem Kontakt mit Forschungspartnern (FG Humanernährung, Sensorik und Aroma (Projektskizze 10.18.6.02), Obstzüchtung (Projektskizze 18.03.14.2.01), Extension Obstbau (Projektskizze 18.02.12.6.01), ETHZ, ZHAW, HAFL, Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg) und der Praxis. Anliegen von Produzenten und Konsumenten werden aufgenommen und priorisiert. Die FG ist dank Kundenprojekten, Panels, Begleitgruppen und Foren stark mit der Praxis vernetzt.

#### **Aufgaben:**

- Erfassung von Konsumentenbedürfnissen/Trends, Treiberanalysen
- Produktkonzepttests, Produktdifferenzierung, Marktpositionierung, Produkteinnovation
- Sortencharakterisierung und Sortenvergleiche, Shelf Life Verhalten
- Erfassung des Einflusses von Inhaltsstoffen, Verarbeitungsparametern, Verpackung, Anbauvarianten, Pflanzenkrankheiten und Lagerungstechniken auf sensorische Eigenschaften

### 2. Destillate DARF (Drittmittelfinanziert):

Ziel: Destillate sind in der Schweiz Nischenprodukte (Jahresproduktion ca. 16'000 hLrA im Vergleich zu 83'000 hLrA Import, Alkohol in Zahlen 2016 EAV). Diese werden von ca. 600 gewerblichen Brennern und mehreren Tausend Landwirten hergestellt. Seit der Einführung der Einheitssteuer im Jahre 1999 hat die inländische Produktion über 50% Marktanteile verloren. Die in der Schweiz produzierten Spirituosen sind Premium Produkte im Hochpreissegment. Sie zeichnen sich durch eine hohe degustative Qualität aus. Der Konsument nimmt die Spirituose als Genussmittel in kleinen Mengen zu sich und erfreut sich an deren Tradition. Inländische Topprodukte sollen dank bester Qualität die verlorenen Marktanteile zurück erobern. Agroscope unterstützt die Branche in langjähriger Zusammenarbeit mit dem Zoll (ehemals EAV) durch praxisorientierte Forschung und Entwicklung. Dadurch wird zur qualitativen Verbesserung und Qualitätssicherung der CH-Destillate beigetragen. Praxisbezogene Problemstellungen werden via DARF (Destillate Agroscope Régie Fédérale des alcools) und der zuständigen Begleitgruppe eruiert und priorisiert.

#### **Aufgaben:**

- Forschung und Entwicklung auf qualitätsfördernden Technologien vom Rohmaterial bis zum fertigen Destillat, inklusive Hilfestellung zur Vermeidung von Food Loss (zB. Mitarbeit in der Agroscope Taskforce KEF)
- Branchenorientierte Kursmodule (Einmaischen und Vergären von Rohstoffen, Brenntechnik sowie Aufbereitung)
- Unterstützung bei Edelbrand-Prämierungen zur Förderung der Qualität von Schweizer Edelbrände

### 3. NIR-Analytik (Drittmittelfinanziert):

Ziel: Agroscope unterstützt den Projektpartner Migros bei der Entwicklung und Anwendung der NIR-Technologie für die Qualitätskontrolle von Früchten und Gemüse.

#### **Aufgaben:**

- Erstellen und Unterhalt von Kalibrationsmodellen für die nicht-desktruktive Qualitätserfassung (Ressourceneffizienz, Verringerung Food Loss)
- Wissenschaftlich-technischer Support des NIR-Qualitäts-Systems (NQS)
- Entwicklung einer Modellfrucht für den Kalibrationstransfer

### 4. Technisch analytische (chemisch, physikalisch) und statistische Forschungszusammenarbeit: (CO-Finanzierung)

Ziel: Fachliche Zusammenarbeit bei Agroscope Projekten und mit externen Vertragspartnern (Laimburg, ZHAW) in Bezug auf innere und äussere Qualität sowie Verarbeitung pflanzlicher Produkte. Durch Analyseaktivitäten und statistische Auswertungen werden Entscheidungsgrundlagen für den Obstbau sowie die Sortenzüchtung und -prüfung bereitgestellt.

**Aufgaben:**

- Hilfestellung bei technischen Fragen der Verarbeitungsprozesse
- Chemisch physikalische Analytik (Festigkeit, Farbe, Zucker, Säure, Antioxidatives Potential)
- Gruppenübergreifende Hilfestellung bei statistischen Analysen für den Standort Wädenswil

**Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)**

- Durch analytische und sensorische Messungen sowie Verarbeitungsversuche werden Wege aufgezeigt, um die Qualität pflanzlicher Produkte vom Feld bis zum Konsumenten zu optimieren.
- Durch Sortenversuche sowie die Förderung von regionalen Produkten wird die Differenzierung gefördert.
- Durch die gezielte Erfassung des Konsumentenverhaltens werden Wege aufgezeigt, wie die Rolle der pflanzlichen Produkte aus dem Inland in der Ernährung gestärkt und Food Waste / Loss vermindert werden kann.

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

**zu SFF Nr. 2:** Spezifische Auswirkungen von ressourceneffizienten Anbaumethoden und –systemen auf die sensorischen und verarbeitungstechnischen Eigenschaften von Spezialkulturen werden erfasst.

**zu SFF Nr. 3:** Neue Pflanzenzüchtungen müssen marktfähig sein. Von zentraler Wichtigkeit sind hierfür sensorische und verarbeitungstechnische Eigenschaften sowie die Akzeptanz bei den Konsumenten. Für ausgewählte Sorten werden diese Eigenschaften erfasst.

**zu SFF Nr. 5:** Nachhaltige und risikoarme Methoden für den Pflanzenschutz sollen die Qualität der Produkte möglichst nicht negativ beeinflussen. Für ausgewählte Pflanzenschutz Strategien soll der Einfluss auf sensorische und verarbeitungstechnische Eigenschaften geprüft werden.

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

(Beschreibung)

**Material und Methoden (grob skizziert)****Sensorik:**

Die verwendeten Methoden zur Analyse von objektiven sensorischen Eigenschaften und zur Erfassung von Konsumentenpräferenzen und -bedürfnissen, beziehen sich auf DIN/ISO Normen sowie Standardwerke (Lawless H. T., Heymann H.; Sensory Evaluation of Food - Principles and Practices. Springer, 1998). Neuere Methoden sind in Publikationen beschrieben (Beispielsweise: Delarue J., Lawlor J. B., Rogeaux M.; Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods - Applications in New Product Development and Consumer Research, Woodhead Publishing, 2015). Ergänzend zu den Methoden der Sensorik und Konsumentenforschung werden instrumentelle Messungen mittels Gaschromatographie (SmartNose), FTIR-Spektroskopie, Widerstandsmessungen sowie Photometrie durchgeführt.

**Destillate:**

Basis Methodensammlung Schweizerisches Lebensmittelbuch, Herausgeber Bundesamt für Gesundheit BAG  
Verordnung des EDI über Getränke (817.022.12)

Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe (FIV) SR 817.021.23

Verordnung des EDI über Aromen und Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften in und auf Lebensmitteln

Verordnung des EDI über die Höchstgehalte für Kontaminanten (817.022.15)

Verordnung des EDI über zulässige Zusatzstoffe (ZuV) SR 817.021.31

**NIR Analytik:**

Die angewandten Methoden werden in Publikationen beschrieben oder referenziert. Daten von Versuchen sind nach einem vereinbarten System abgelegt und leicht auffindbar.

**Technisch analytische und statistische Forschungszusammenarbeit:**

Für die Standardmethoden besteht eine Agroscope-interne Methodensammlung, welche aktuell gehalten wird. Daten von Versuchen sind nach einem vereinbarten System abgelegt und leicht auffindbar.

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

- Aprea E., Charles M., Endrizzi I., Corollaro M. L., Betta E., Biasioli F., Gasperi F.; Sweetness is one of the main drivers of Sweet taste in apple: the role of sorbitol, individual sugars, organic acids and volatile compounds. Scientific Reports, 7, 1-10, 2017.
- de Hooge, I. E., Oostindjer M., Aschemann-Witzel J., Normann A., Mueller Loose S., Lengard Almlı V.; This apple is too ugly for me!: Consumer preferences for suboptimal food products in the supermarket and at home. Food Quality and Preference, 56, 80-92, 2017.

- Feldmann C. and Hamm U.; Consumers' perceptions and preferences for local food: A review. Food Quality and Preference, 40, 152-164, 2015.
- Inderbitzin J. und Christen D.; Vielversprechende Birnenzüchtungen im Test. Obstbau, 11, 649-654, 2015.
- Inderbitzin J., Robmini S., Kellerhals M.; Untersuchung von Präferenzen und deren Einflussfaktoren für ausgewählte Apfelsorten in der Schweiz. Mitteilungen Klosterneuburg, 65, 107-120, 2015.
- Inderbitzin J., Schütz S., Perren S., Kellerhals M.; «Snackapfel» – Frucht mit Potenzial?. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 16, 11-14, 2017.
- Laaksonen O., Knaapila A., Niva T., Deegan K. C., Sandell M.; Sensory properties and consumer characteristics contributing to liking of berries. Food Quality and Preference, 53, 117-126, 2016
- Lazzarini, G. A., Visschers, V. M. H., Siegrist, M.; Our own country is best: Factors influencing consumers' sustainability perceptions of plant-based foods. Food Quality and Preference 60, 165–177, 2017.
- Meyerding S. G. H.; Consumer preferences for food labels on tomatoes in Germany – A comparison of a quasi-experiment and two stated preference approaches. Appetite, 103, 105-112, 2016.
- Verain M. C. D., Sijtsema S. J., Antonides G.; Consumer segmentation based on food-category attribute importance: The relation with healthiness and sustainability perceptions. Food Quality and Preference, 48, 99-106, 2016.
- Vigneau E., Qannari E. M., Navez B., Cottet V.; Segmentation of consumers in preference studies while setting aside atypical or irrelevant consumers. Food Quality and Preference, 47, 54-63, 2016.
- Heiri, M., Klauser, E., Petignat-Keller, S., Bongartz, A.; Sortenreine Kartoffel-Destillate - Breites Aromaspektrum vertreten. Mitteilungen Klosterneuburg, Vol. 66/2016, S 146-152
- Perrino, M., Heiri, M., Petignat-Keller, S., La mouche du vinaigre – comment minimiser les dommages sur les cerises à distiller . Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture Vol 49 (4)17, S230-233
- Petignat-Keller, S., Inderbitzin, J. Fachgremium Cidre SZOW 7/2016, S 24

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

**Gesund, ressourcenschonend, werteorientiert und zugleich genussvoll ist das Motto im Projekt Qual-3P. Ziel ist die Qualität der inländischen pflanzlichen Produkte - im Speziellen Früchte und Gemüse - von der Ernte bis auf den Teller bzw. ins Glas des Konsumenten zu halten und zu verbessern. Dabei steht das Streben im Vordergrund, die Rolle der pflanzlichen Produkte sowohl in der Ernährung als auch für die Herstellung qualitativ hochstehender Lebensmittel zu stärken.**

Durch die Förderung von qualitativ hochwertigen, gesunden, genussvollen und auf die unterschiedlichen Konsumentenbedürfnisse abgestimmten pflanzlichen Lebensmittel, soll der Konsum von Schweizer Obst und Gemüse und deren Verarbeitungsprodukte erhöht und damit die Gesundheit der Schweizer Bevölkerung positiv beeinflusst werden. Durch die Generierung und die Weitergabe von Wissen bezüglich spezifischer Problemstellungen von der Ernte bis auf den Teller bzw. ins Glas des Konsumenten, werden Produzenten von inländischen pflanzlichen Produkten unterstützt. Dies wird insbesondere durch sensorische und instrumentelle Analytik, Produktinnovationen, Erfassung von Konsumentenbedürfnissen sowie durch die Erforschung neuer Technologien, inklusive nicht-destruktiver Qualitätsmessungen, gewährleistet.

### **Genehmigung des Projektes**

Datum: 24.08.2017	Visum FGL: peso
Datum: 31.08.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 02.10.2017	Visum V SFF: i.V. waba



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**

**18.10.15.07.01**

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

Amélioration\_vins

N° Domaine

15

Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.7

Oenologie

Chef-fe de projet/suppléant-e

**Johannes Rösti / Fabrice Lorenzini**

Durée du projet

4 ans

Début du projet

2018

Fin du projet

2021

## Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	4096
Contribution au CSR	10
Contribution à d'autres CSR	2, 3

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	13.24, 29.3, 29.26, 29.41, 29.42, 29.48
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

**Amélioration de la qualité des vins suisses, techniques œnologiques, contrôles et développements analytiques**

**Amélioration et analyse de la qualité des vins suisses**

**Improvement and analysis of the quality of swiss wines**

**aroma, FTIR, sulfite, export, origin, polyphenols**

### Situation initiale et problématique

Pour augmenter leur compétitivité sur un marché toujours plus concurrentiel, les aliments issus de l'agriculture suisse doivent se distinguer par une excellente qualité et une valeur ajoutée par rapport à des produits industriels ou importés. Celles-ci ne peuvent être obtenues que si toutes les étapes de la production du champ à l'assiette sont effectuées de façon optimale et mesurée par des méthodes ou techniques analytiques fiables et performantes. Dans cette optique pour la filière viti-vinicole, des travaux de recherche aussi bien œnologiques qu'analytiques sont nécessaires pour contribuer à valoriser la qualité des vins suisses ou à résoudre ou prévenir certains problèmes œnologiques. Les positions ou les évolutions relatives à la législation viti-vinicole nationale et internationale doivent également être considérées et nécessitent, le cas échéant, une participation à des travaux collaboratifs liés à des développements technologique ou analytiques.

En étroite collaboration entre les groupes Viticulture, Oenologie, Qualité des vins et Extension viticulture les aspects suivants sont ainsi considérés :

#### 1. Aspects œnologiques :

L'expression aromatique d'un vin est une des premières perceptions du consommateur lors de la dégustation. Il est donc indispensable pour le succès commercial d'un vin de présenter un profil aromatique unique, stimulant et évoluant de manière positive dans le temps. Le profil des composés azotés et le manque de précurseurs aromatiques dans le moût seront à l'origine de l'apparition de certains faux goûts. La transformation des précurseurs en composés aromatiques pourrait être favorisée par le métabolisme levurien. La gestion de l'oxydation (inertage, sulfites, glutathion etc.) tout au long de la transformation et lors du conditionnement, de même que le vieillissement participent également à l'évolution aromatique de ces vins et doivent donc être intégrés. D'autre part la caractérisation de marqueurs

chimiques (arômes, composés phénoliques etc.) dans les vins qui corrélerent avec les faux goûts sera utile pour le soutien du conseil viti-vinicole et la recherche.

Un autre critère important pour le consommateur est l'aspect du vin. A côté de la couleur, la stabilité colloïdale, tartrique et protéique sont de facteurs importants dans ce contexte. Il convient donc de développer et tester des méthodes œnologiques maîtrisées, économiques et écologiques qui permettent une élaboration du vin avec un aspect plus stable. Un des effets du réchauffement climatique sur la production du vin est l'augmentation du pH des moûts et des vins. Malgré que ce phénomène puisse être intéressant d'un point de vue organoleptique il y a un impact important sur la dynamique microbienne de la vinification et l'efficacité des sulfites. Ceci est particulièrement le cas pour les vins issus de l'agriculture biologique sur lesquels l'utilisation des sulfites doit être limitée.

L'identification de l'origine géographique et de l'authenticité peut être déterminée grâce à la caractérisation isotopique de l'eau contenue dans le vin analysé. Cependant, cette identification n'est possible que par comparaison des résultats enregistrés avec une banque de données basée sur des échantillons de référence.

## **2. Aspects analytiques :**

Notre laboratoire est mandaté par l'OFAG pour réaliser les analyses du contrôle des vins destinés à l'exportation (tâche légale, Factsheet Nr. 5). Accrédité ISO/CEI 17025, nous effectuons des analyses selon des méthodes de références, reconnues tant au niveau national qu'international. De ce fait, toute modification dans la législation suisse ou internationale nous oblige à adapter ou développer de nouvelles méthodes d'analyses (ex. agents conservateurs, allergènes). Sur le plan national et en tant que membre de la sous-commission des méthodes d'analyse de l'OIV (Organisation internationale de la vigne et du vin) nous sommes par ailleurs invités à proposer nos propres méthodes ou à participer à des essais collaboratifs afin de valider ces méthodes et d'en faire des références pour les autres laboratoires.

La mise en valeur des essais viticoles et œnologiques réalisés à Agroscope doit également pouvoir s'appuyer sur des analyses fiables, performantes et adaptées aux besoins. Dans ce but, il est nécessaire de contrôler, d'adapter ou développer nos techniques analytiques, notamment les techniques non destructives par infra-rouge (FTIR) indispensables au suivi analytique de tous les essais de notre recherche viti-vinicole. Le développement de méthodes d'analyse plus spécifiques permettant de faire le lien entre la perception gustative des vins, notamment des tanins pour les vins rouges, et un profil analytique distinctif contribue également et de manière significative à la mise en valeur des vins issus de l'expérimentation et par conséquent des vins suisses.

### **Objectifs et questions de recherche**

#### **1. Aspects œnologiques :**

- 1.1 Détermination des seuils d'azote assimilables des moûts nécessaires pour différents cépages blanc et rouges. Développement de pratiques œnologiques (métabolisme levurien, protection contre l'oxygène) permettant de prévenir ou corriger les faux goûts. Identification des paramètres clés influençant le vieillissement des vins blancs notamment. Identification et validation de marqueurs chimiques pour les faux goûts et le vieillissement du vin notamment par métabolomique.
- 1.2 Principalement dans le cadre de l'Unité mixte de Recherche avec l'Ecole de Changins, développement des méthodes œnologiques économiques et écologiques qui permettent une élaboration du vin stable d'un point de vue colloïdale, tartrique et protéique. Mise au point et comparaison de méthodes d'analyse pour la détermination de la stabilité colloïdale, tartrique et protéique des vins.
- 1.3 Elaboration de conseils pratiques pour éviter le développement de micro-organismes non-désirables. Etude de l'influence des différents moyens de gérer la fermentation malo-lactique sur la qualité des vins rouges et blancs. Développement d'itinéraires œnologiques pour la réduction des sulfites dans les vins.
- 1.4 Sur mandat des instances de réglementation (OFAG, OSAV, CSCV) constituer une banque de données pluriannuelle, basée sur des vins de référence représentatifs de la vitiviniculture suisse, dont l'origine et l'élaboration sont authentifiées.

#### **2. Aspects analytiques :**

- 2.1 Remplir le mandat de l'OFAG concernant le contrôle des moûts de raisin, jus de raisin et vins destinés à l'exportation et maintenir l'accréditation selon ISO/CEI 17025 pour les analyses physico-chimiques des boissons d'origine viti-vinicole.
- 2.2 Participer à des groupes de travail sur le plan national ou international (OIV) pour développer ou valider de nouvelles méthodes d'analyses. Organiser des tests interlaboratoires pour les laboratoires suisses offrant des analyses de vins et de moûts.
- 2.3 En collaboration avec des partenaires externes (crédit tiers avec convention), consolider et développer de nouveaux paramètres FTIR par des contrôles réguliers et par des analyses d'échantillons les plus nombreux et variés possibles pour une validation à large échelle de notre technique analytique. Valoriser les données analytiques pertinentes, notamment celles liées à la problématique du stress hydro-azoté de la vigne et son incidence sur la qualité des vins.

2.4 Implémenter ou développer des méthodes analytiques spécifiques pour la caractérisation de la composition phénolique des vins blancs et rouges. Mettre au point une méthode de dosage et de caractérisation des tanins dans les vins rouges.

**Contribution concrète au CSR n° 10 (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)**

Le présent projet fait appel à la collaboration des groupes Viticulture, Œnologie, Qualité des vins et Extension viticulture. Par cette approche interdisciplinaire et globale il vise au renforcement de la qualité, de la spécificité et de la compétitivité des vins suisses par des techniques de production adaptées et des analyses fiables et discriminantes.

Les forts coûts de production du vin suisse ne peuvent être justifiés que par un produit unique et à forte valeur ajoutée. Ces objectifs peuvent être atteints par des petits et moyens producteurs qui élaborent des vins exprimant leur terroir et leur mode de production. Le présent projet vise à soutenir ces efforts par le développement d'itinéraires de production qui expriment l'origine du vin tout en maîtrisant les processus biotechnologiques et physico-chimiques complexes qui interviennent lors de son élaboration.

**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 : Expression aromatique et analyses des marqueurs de qualité en lien avec les techniques culturales.

au CSR n° 3 : Caractérisation de la composition (composés phénoliques, arômes) et du processus de vinification des nouveaux cépages développés dans le cadre des projets de sélection.

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

Développement d'itinéraires œnologiques pour la réduction des sulfites dans les vins. Ceci est particulièrement important pour les vins issus de l'agriculture biologique sur lesquels l'utilisation des sulfites doit être limitée.

**Matériel et méthodes (description sommaire)**

- Vignobles expérimentaux (Pully, Leytron, Changins, Cugnasco, WBZW) et caves expérimentales (Changins et WBZW)
- Vinifications pilotes (50-200L) ainsi que des vinifications industrielles (0.5-5hl)
- Procédures et méthodes du Manuel Qualité du laboratoire accrédité ISO/CEI 17025, N° registre STS 223
- Analyses multiparamètres par Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier FTIR (Winescan)
- ISO 13528:2005 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons

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

- Ordonnance de l'OFAG sur le contrôle des vins destinés à l'exportation (RS 916.145.211)
- Chira K. et al., 2009. Grape variety effect on proanthocyanidin composition and sensory perception of skin and seed tannin extracts from bordeaux wine grapes (Cabernet Sauvignon and Merlot) for two consecutive vintages. J. Agric. Food Chem, 57 (2), 545-553
- Aznar O. et al., 2011. Determination of polyphenols in wines by liquid chromatography with UV spectrophotometric detection. J. Sep. Sci., 34, 527-535
- Office international de la vigne et du vin, 2017. Code international des pratiques œnologiques et Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. <http://www.oiv.int>

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

**Les vins suisses doivent se distinguer par une excellente qualité et une valeur ajoutée par rapport à des produits industriels ou importés. Celles-ci ne peuvent être obtenues que si toutes les étapes de la production du vignoble au verre sont effectuées de façon optimale et mesurées par des méthodes ou techniques analytiques fiables et performantes.**

Agroscope développe des itinéraires de production qui expriment l'origine du vin tout en maîtrisant les processus biotechnologiques et physico-chimiques complexes de son élaboration. Des travaux de recherche aussi bien œnologiques qu'analytiques sont menés pour révéler l'expression aromatique et gustative du vin en fonction du terroir et de garantir sa stabilité physique et microbiologique face au réchauffement climatique tout en réduisant l'utilisation de conservateurs comme les sulfites. Le laboratoire accrédité ISO/CEI 1705 est mandaté par l'OFAG pour réaliser le contrôle des vins à l'exportation. Il développe constamment des techniques analytiques plus rapides (infra-rouge) et plus spécifiques et participe à l'identification de l'origine géographique des vins suisses.

**Approbation du projet**

Date:	31-08-2017	Visa R GR:	rsjo / lofa
Date:	02-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	02.10.2017	Visa R CSR:	i.V. waba

**AP 2018-2021****18.10.18.02.01**

Kurzbezeichnung/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Käsemikrobiom

Nr. Bereich.

18 (Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln)

Nr. Gruppe

18.2 Käsequalität und Authentizität

Projektleitung/Stellvertretung

**Daniel Wechsler / Hélène Berthoud**

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	4450
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	8, 9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	8.7, 17.11; 17.12; 17.17; 17.26; 17.27; 17.28, 17.29, 17.31; 17.37; 17.42
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

### **Qualitative und quantitative Charakterisierung der mikrobiellen Systeme in Käse und deren metabolischen Eigenschaften zur Optimierung der Qualität von Schweizer Käse**

#### **Mikrobielle Systeme in Käse**

#### **Microbial systems in cheese**

#### **raw milk cheeses, microbial community, cheese cultures, lactic acid bacteria, contaminants, metabolism, cheese ripening, cheese quality, cheese defects**

#### **Ausgangslage und Problemstellung**

In der Schweiz werden über 40% der Verkehrsmilch zu Käse verarbeitet. Schweizer Käse sind dank ihrer Natürlichkeit, Sicherheit und Qualität bei den Konsumentinnen und Konsumenten im In- und Ausland sehr beliebt und geniessen grosses Vertrauen. Der schweizerische Pro-Kopf-Konsum von Käse liegt bei 21.5 Kilo, wovon 70% auf inländische Käse entfallen. Käse ist das wichtigste landwirtschaftliche Export-Produkt der Schweiz. Jährlich werden etwa 68'000 Tonnen Käse mit einem Wert von über 600 Millionen Franken exportiert. Dies entspricht etwa einem Drittel der in der Schweiz produzierten Käse. Die Produktion von Käsereimilch und deren dezentrale Verarbeitung in gewerblichen Betrieben leisten einen wichtigen Beitrag für die Wertschöpfung in ländlichen Gebieten. Der Margendruck im Käseexport als Folge der Frankenstärke sowie die stetig wachsenden Sicherheits- und Qualitätsanforderungen sind gewichtige Herausforderungen, die den Strukturwandel in der Käsebranche hin zu grösseren Betrieben beschleunigen. Damit verbunden, steigt in der Beratung von Käsereien auch der Bedarf nach kostengünstigeren und leistungsfähigeren Analyseverfahren zur Überwachung der Rohmilch- und Käsequalität. Die Früherkennung und effiziente Behebung der Ursachen von Qualitätsproblemen mit modernsten Methoden ist für die Minimierung von Fehlerkosten und die Lenkung der Käsequalität ausgesprochen wichtig. Mit der Entwicklung neuer chemischer, biochemischer und molekularbiologischer Methoden hat Agroscope im Arbeitsprogramm 2014-17 wichtige Beiträge für die Weiterentwicklung der Käseanalytik und die Sicherstellung der Qualitätsführerschaft der Käsebranche geleistet.

Die Herstellung von Käse aus Rohmilch ist für die sensorische Differenzierung von grosser Bedeutung und im internationalen Wettbewerb ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal. Etwa 45% der in der Schweiz hergestellten Käse werden aus Rohmilch hergestellt. Für die Beherrschung der Qualität und Sicherheit von Rohmilchkäse ist eine hervorragende

Rohmilchqualität unabdingbar. Neben der Rohmilchflora leisten die von Agroscope hergestellten Käsekulturen sowie traditionelle Fettsirtenkulturen einen wichtigen Beitrag für die Qualität und Differenzierung von Schweizer Käse. Der rasante Fortschritt bei molekularbiologischen Methoden und Verfahren wie z.B. Next Generation Sequencing und High Throughput qPCR erlaubt einen immer detaillierteren Einblick in die Zusammensetzung des Käsemikrobioms und eröffnet damit neue Möglichkeiten, die Biodiversität und metabolische Funktion von mikrobiellen Systemen in Käse besser zu verstehen. Interaktionen zwischen den Bestandteilen des Käsemikrobioms werden immer noch nur lückenhaft verstanden. Basierend auf Genomdaten und dem Wissen, das durch vertiefte Studien des Käsemikrobioms gewonnen werden kann, lassen sich massgeschneiderte Kultursysteme entwickeln, mit denen die Qualität von Käse optimiert werden kann. Andererseits ermöglicht dieses Wissen auch, mikrobielle Ursachen für die Entstehung von Käsefehlern zu erkennen und Fortschritte bei der Diagnostik von unerwünschten Keimen in Käse zu erzielen.

#### Ziele und Forschungsfragen

Im Rahmen des vorliegenden Projektes werden folgende Ziele und Forschungsfragen zur Förderung der Qualität und Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse angegangen:

1. Ausarbeitung der methodischen Grundlagen für die Charakterisierung des Mikrobioms von fermentierten Lebensmitteln mittels 16S Metagenome und Whole Genome Sequencing
2. Ausarbeitung der methodischen Grundlagen für die quantitative Bestimmung relevanter Mikroorganismen und Mikroorganismengruppen des Mikrobioms von fermentierten Lebensmitteln mittels High Throughput qPCR
3. Erweiterung des Wissens über die mikrobielle Biodiversität in Käse und deren Bedeutung für die Käsequalität
4. Untersuchung der Zusammensetzung und Entwicklung des Käsemikrobioms im Verlauf der Reifung
5. Identifikation von metabolischen Eigenschaften, die für Keime der Reifungsflora einen Wachstumsvorteil darstellen und die Qualität von Käse beeinflussen. (z.B. Aminosäurekatabolismus)
6. Erkennen und Verstehen von Interaktionen zwischen verschiedenen Mikroorganismengruppen des Käsemikrobioms und deren Auswirkungen auf die Qualität von Käse
7. Einfluss des Stoffwechsels ausgewählter Mikroorganismengruppen auf die Qualität und die Lebensmittelsicherheit von Käse (Ausreifbarkeit, Bildung von CO<sub>2</sub>, Aromabildung, Bildung erwünschter oder unerwünschter Stoffe wie z.B. Vitamin K oder biogene Amine etc.)
8. Nutzung der erarbeiteten Grundlagen für Produktinnovationen in Zusammenarbeit mit der Praxis (Drittmittelprojekte)

#### Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Stärkung der Qualitätsführerschaft und Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse. Die seit Jahren bestens etablierte Zusammenarbeit mit den thematisch verwandten Projekten Käsequalität (18.10.18.2.02), Kulturenentwicklung (18.10.18.3.02) und Biopréservation (18.10.18.3.03) wird im Arbeitsprogramm 18-21 fortgesetzt.

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

**zu SFF Nr. 8:** Erweiterung der Kenntnisse über die mikrobielle Biodiversität in Käse. Eine enge Zusammenarbeit und gute inhaltliche Abstimmung mit dem Projekt Biodiversität in Lebensmitteln (18.08.18.3.01) ist vorgesehen.

**zu SFF Nr. 9:** Verbesserung der Lebensmittelsicherheit von Milchprodukten (Projekt 18.09.18.4.01)

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

Die im Rahmen dieses Projektes gewonnen Erkenntnisse sind uneingeschränkt auch für die Herstellung von Bio-Käse nutzbar.

#### Material und Methoden (grob skizziert)

- Charakterisierung von Mikrobiomen in Lebensmitteln mittels 16S Metagenome, Whole Genome Sequencing und High Throughput qPCR
- Identifizierung und Nachweis von Hefen und Bakterien in fermentierten Lebensmitteln
- Untersuchung des Metabolismus ausgewählter Mikroorganismen mittels molekularbiologischer und biochemischer Analysen (genetic engineering und heterologous expression)
- Herstellung von Versuchskäsen mit ausgewählten Mikroorganismen im Pilot-Plant Massstab

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

- Wüthrich D., Berthoud H., Wechsler D., Eugster E., Irmiler S., Bruggmann R. (2017). The histidine decarboxylase gene cluster of *Lactobacillus parabuchneri* was gained by horizontal gene transfer and is mobile within the species. *Front. Microbiol.*, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00218>

- Berthoud H. Wüthrich D., Bruggmann R., Wechsler D., Fröhlich-Wyder M.-T., Irmeler S. (2016). Development of new methods for the quantitative detection and typing of *Lactobacillus parabuchneri* in dairy products. International Dairy Journal, <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.10.005>
- Ascone P., Maurer J. Haldemann J., Irmeler S., Berthoud H., Portmann R., Fröhlich-Wyder M.-T., Wechsler D. (2016). Prevalence and diversity of histamine-forming *Lactobacillus parabuchneri* strains in raw milk and cheese - a case study. International Dairy Journal, <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.012>
- Turgay M., Schaeren W., Wechsler D., Bütikofer U., Graber U. (2016). Fast detection and quantification of four dairy propionic acid bacteria in milk samples using real-time quantitative polymerase chain reaction. International Dairy Journal 61, 37-43
- Fröhlich-Wyder M.-T., Bisig W., Guggisberg D., Irmeler S., Jakob E., Wechsler D. (2015). Influence of low pH on the metabolic activity of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus parabuchneri* strains in Tilsit-type model cheese. Dairy Science & Technology 95, 569–585
- Guggisberg, D., Schuetz, P., Winkler, H., Amrein, R., Jakob, E., Fröhlich-Wyder, M.-T., Irmeler, S., Bisig, W., Jerjen, I., Plamondon, M., Hofmann, J., Flisch, A., Wechsler, D., (2015). Mechanism and control of the eye formation in cheese, International Dairy Journal, 47, 118-127.

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

**Die Herstellung von Käse aus Rohmilch ist im internationalen Wettbewerb ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal und trägt stark zur qualitativen und sensorischen Differenzierung bei. Kenntnisse der Biodiversität und der Stoffwechsel der mikrobiellen Flora von Käse sind dafür sehr wichtig. Mit der Entwicklung modernster Analysemethoden leistet Agroscope einen wichtigen Beitrag zur Sicherstellung der Qualitätsführerschaft von Schweizer Käse.**

Käse ist das wichtigste landwirtschaftliche Export-Produkt der Schweiz. Rund ein Drittel der in der Schweiz produzierten Käse wird exportiert (ca. 68'000 Tonnen/Jahr, Wert ca. CHF 600 Millionen), wobei traditionelle Rohmilchkäse die höchsten Exportanteile aufweisen. Die Herstellung von Käse aus Rohmilch ist im internationalen Wettbewerb ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal und trägt entscheidend zur qualitativen und sensorischen Differenzierung bei. Mit der Entwicklung neuer chemischer, biochemischer und molekularbiologischer Methoden leistet Agroscope wichtige Beiträge zur die Sicherstellung der Qualitätsführerschaft von Schweizer Käse. Neue molekularbiologische Verfahren erlauben es, die Zusammensetzung und Funktion des Mikrobioms von Käse immer genauer zu untersuchen. Dies eröffnet neue Möglichkeiten, die Biodiversität und den Stoffwechsel der mikrobiellen Flora von Käse besser zu nutzen.

### Genehmigung des Projektes

Datum: 13.07.2017	Visum FGL: weda
Datum: 13.07.2017	Visum FBL / KBL: a.i. waba
Datum: 13.07.2017	Visum V SFF: i.V. waba



## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	3550
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	6, 7, 8, 9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.125, 17.4; 17.9; 17.10, 17.11, 17.12, 17.13, 17.17; 17.25; 17.26; 17.27; 17.31; 17.37; 17.42, 23.143, 23.154
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

## **Optimierung der Käsequalität durch Praxisversuche und Wissenstransfer - Fachstelle IDF / Codex Alimentarius**

### **Käsequalität**

### **Cheese quality**

### **Cheese quality, milk quality, livestock husbandry, milk treatment, microbial contamination, technological properties, analytical methods**

#### **Ausgangslage und Problemstellung**

Jährlich werden in der Schweiz rund 185'000 Tonnen Käse hergestellt. Davon entfallen rund 70% auf gereifte Käse, von denen ein Grossteil in gewerblichen Käsereien hergestellt wird. Mehr als 60% der gereiften Käse werden aus nicht pasteurisierter Milch hergestellt, die meisten Käse mit geschützter Ursprungsbezeichnung sogar aus reiner Rohmilch. Viele Schweizer Käsesorten zeichnen sich zudem durch eine natürliche und vergleichsweise lange Reifung aus, was sie anfälliger für zahlreiche Käsefehler macht. Der Strukturwandel in der Käsereibranche hat dazu geführt, dass die Zahl der Schadenfälle zwar abgenommen hat, die Verluste infolge von Qualitätsmängeln aber gleichwohl zugenommen haben. Erklärungen hierfür sind die grösseren Produktionschargen, die im Schadenfall betroffen sind, steigende Anforderungen an die Käsequalität, Veränderungen im Bereich der Milchproduktion (Fütterung, Stallhaltung, Melktechnik, Genetik) mit Auswirkungen auf die Käsereitauglichkeit der Milch, wechselnde Herkunft der Milch etc. Die Milchwirtschaft ist darum in hohem Masse auf Instrumente zur Überwachung der Milchqualität angewiesen. Es gilt aber auch, bestehende Methoden zu pflegen und qualitativ abzusichern. Wichtig für die Käsereibranche ist zudem die Früherkennung von neuen Herausforderungen hinsichtlich der Qualität, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse. Dazu sind je nach Fragestellung auch wissenschaftliche Abklärungen und ein rascher und breiter Wissenstransfer in die Praxis erforderlich.

#### **Ziele und Forschungsfragen**

- Es sollen neue Methoden zur Beurteilung der Käsereitauglichkeit der Milch entwickelt oder evaluiert werden (Bsp. Labgerinnungsfähigkeit der Milch, Lipolyse).

- Bestehende Methoden zur Beurteilung der Milchqualität sollen gepflegt und qualitativ abgesichert werden (Bsp: Durchführung von Proficiency Tests für die Quantifizierung käseschädlicher Keime in Rohmilch).
- Früherkennung von neuen Herausforderungen hinsichtlich der Qualität, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse durch die enge Zusammenarbeit mit Sortenorganisationen und dem Käsehandel sowie durch internationalen Austausch im Rahmen der Fachstelle IDF / Codex Alimentarius (Fortführung im Auftrag der Schweizer Milchwirtschaft)
- Konkrete Fragestellungen im Rahmen von Käsereitechnologischen Versuchen (Pilot Plant, Praxisversuche) bearbeiten.
- Gewonnenes Wissen wird durch den Unterricht an Fachhochschulen, die Weiterbildung von milchwirtschaftlichen Lehrkräften, Beratern sowie Berufsleuten und durch die Gutachtertätigkeit möglichst rasch in die Praxis fliessen.

**Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)**

Förderung der Qualitätsführerschaft von Schweizer Käse, Steigerung der Produktivität durch die Minimierung von Fehlerkosten (Food-Loss bei der Käsebereitung), Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse.  
Zusammenarbeiten mit den Projekten Käsemikrobiom (18.10.18.2.01) und Kulturenentwicklung (18.10.18.3.02).)

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

**zu SFF Nr. 8:** Weiterentwicklung der Analytik zur Beurteilung der Rohmilchqualität (bakteriell., chemisch, biochem.)

**zu SFF Nr. 9:** Verbesserung der Lebensmittelsicherheit von Käse

**zu SFF Nr. 6:** Vermeidung Negativer Auswirkungen von Tierhaltung, Tierzucht auf die Käsereitauglichkeit der Milch

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

Die im Rahmen dieses Projektes gewonnen Erkenntnisse sind uneingeschränkt auch für die Herstellung von Bio-Käse nutzbar.

**Material und Methoden (grob skizziert)**

Praxisversuche  
Pilot-Plant-Versuche  
Laborexperimente  
Praxisorientierte Publikationen  
Vorträge  
Lehrtätigkeit

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

- Jakob E., Eugster E. (2016). Lebensmittelsicherheit von Käse: Verfahren zur Behandlung von Käsereimilch. Agrarforschung Schweiz 7 (11-123) 476-483
- Vanbergue E. (2017). Facteurs de variations de la lipolyse spontanée du lait de vache et mécanismes biochimiques associés. Dissertation Université Bretagne, Agro Campus Ouest, Rennes F.
- Jakob E., Goy D., Haldemann J., Badertscher R. (2013). Melkroboter in der Käsereimilchproduktion mit Verbesserungspotenzial. Agrarforschung Schweiz 4 (6): 256–263
- Jakob E, Amrein R, Turgay M, Winkler M. (2016). Propionsäurebakterien in der Rohmilch und deren Bedeutung für die Qualität von Hart- und Halbhartkäse. Agroscope transfer Nr. 133
- Jakob E. (2012). Kappa-caséine E – une variante de protéine de lait non fromageable. Bulletin swissherdbook 6/2012

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

**Hunderte KMUs im ländlichen Raum produzieren 80% der gereiften Schweizer Käse, meist Käse aus unpasteurisierter Milch. Ihre Herstellung ist anspruchsvoll und stellt höchste Anforderungen an die Milchqualität. Agroscope untersucht den Einfluss neuer Entwicklungen in der Milchproduktion auf die Verkäsbarkeit der Milch und schafft Handlungswissen, um die gewerbliche Käsefabrikation hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Qualität und Sicherheit zu optimieren.**

Ein Drittel der in der Schweiz produzierten Milch fliesst in die Herstellung von gereiftem Käse. Rund 80% der Produktionsmenge entfallen auf ca. 600 gewerbliche Käsereien, die mehrheitlich nicht pasteurisierter Milch verarbeiten. Viele Schweizer Käsesorten zeichnen sich durch eine natürliche und vergleichsweise lange Reifung aus, was ihre Herstellung

besonders anspruchsvoll macht. Neue Entwicklungen in der Milchproduktion können sich, wie Beispiele in der Vergangenheit gezeigt haben, negativ auf die Verkäsbarkeit der Milch und die Käsequalität auswirken. Zu nennen sind insbesondere Fütterung, Stallhaltung, Melktechnik und Tiergenetik. Die gewerblichen Käsereien und die Sortenorganisationen sind stark darauf angewiesen, dass sich die landwirtschaftliche Forschung diesen Fragen annimmt.

### **Genehmigung des Projektes**

Datum: 29.09.2017	Visum FGL: jaer
Datum: 02.10.2017	Visum FBL / KBL: i.A. waba
Datum: 02.10.2017	Visum V SFF: i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

Arbeitsprogramm

Projektnummer

**AP 2018-2021**

**18.10.18.03.02**

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Kulturenentwicklung

Nr. Bereich.

18 Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln (MSL)

Nr. Gruppe

18.3 Kulturen, Biodiversität und Terroir

Projektleitung/Stellvertretung

**Petra Lüdin / John Haldemann**

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	3620
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	8, 9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	17.2; 17.10; 17.24; 17.28, 17.30, 17.35; 23.137
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

**Entwicklung von mikrobiellen Kulturen zur Förderung der Qualität, Sicherheit, Authentizität und Einzigartigkeit sowie zum Nachweis der Herkunft von Käse und weiteren fermentierten Lebensmitteln**

**Kulturenentwicklung**

**Developpement of microbial cultures**

**starter culture, proof of origin, AOP**

**Ausgangslage und Problemstellung**

### Ausgangslage:

Agroscope verfügt über eine einzigartige Sammlung von mikrobiellen Isolaten, welche während den letzten 100 Jahren gesammelt und eingepflegt wurden. Darin enthalten sind sozusagen die Fingerabdrücke des Herzstückes jedes Käasers: die bakteriellen Kulturen. Bei der Herstellung von Käse und allen anderen fermentierten Lebensmitteln geben die Mikroorganismen dem Produkt die entscheidenden Charakteristika. Sie beeinflussen massgeblich die Säuerung, Lochbildung, Textur sowie das Aroma und sind damit entscheidend für die Qualität, Differenzierung und Authentizität der fermentierten Lebensmitteln. Dass verlässliche Kulturen zu einer konstanten Produktqualität und Sicherheit beitragen und damit zu einem entscheidenden wirtschaftlichen Vorteil führen, ist schon lange bekannt. Hersteller von Schweizer fermentierten Produkten wollen die Kulturen nicht aus dem Ausland beziehen und die Produktion mit lokalen Rohstoffen nimmt erneut an Wichtigkeit zu. Mit dem AOP-Siegel werden Kulturen mit Bezug zum Terroir oder sogar eigene AOP Kulturen Teil des Pflichtenheftes und die Nutzung von eigenen Kulturen wird teilweise vom BLW als Voraussetzung zum Erhalt des AOP-Siegels auferlegt. Mehrere Sortenorganisationen haben Agroscope mit der Entwicklung von Exklusiven AOP-Kulturen beauftragt.

Die Liebefelder Rohmischkulturen (RMK) sind weltweit einzigartig und gewinnen in Zeiten mit zunehmend keimarmer Milch weiter an Bedeutung. Sie sind zuverlässig und wenig anfällig auf Phagen. Das Sortiment muss gepflegt und bei Bedarf angepasst werden um der Praxis lückenlos einwandfreie und in genügender Auswahl Starterkulturen anzubieten. Auch durch den Wandel in der Nachfrage (z.B. weniger traditionelle Hartkäse aber mehr Spezialitäten-Halbhartkäse) besteht ein Bedarf an neuen, innovativen Kulturen. So kann z.B. das Aroma und die Lagerfähigkeit der Emmentaler auch über die Auswahl der Propionsäurebakterien beeinflusst werden. Ausserdem schützen ausgetüftelte Agroscope

Kulturen traditionelle Käsesorten vor Fälschungen: die sogenannten Herkunftsnachweiskulturen (HNK) wurden erfolgreich für Emmentaler AOP, Tête de Moine AOP und Appenzeller eingeführt und weitere Forschungsaufträge wurden erteilt.

**Problemstellung:**

Fermentierte Produkte sind komplexe Systeme und das gezielte Eingreifen und Steuern der Fermentation ist nicht trivial. Deshalb braucht es zur Zusammenstellung von neuen Kulturen, profundes Wissen über die Keime und deren Stoffwechsel und Verständnis der Interaktionen in Abhängigkeit des Käse-Fabrikationsprozesses in der Praxis. Geeignete Screening-Methoden und der richtige Herstellungsprozess der Kultur (z.B. Mediumsbestandteile) müssen gefunden werden um effizient eine Auswahl aus den über 10'000 Isolaten der Stammsammlung treffen zu können. Viele Fragestellungen können erst im Pilotplant oder Praxisversuch geklärt werden und nur in enger Zusammenarbeit mit den Beratern und der Praxis gelingt die Entwicklung neuer Kulturen, die den Anforderungen aus der Praxis gerecht werden.

**Ziele und Forschungsfragen**

**Ziele:**

- Entwicklung von (exklusiven) Säuerungskulturen
- Entwicklung von neuen Herkunftsnachweiskulturen sowie Pflege und Unterhalt der bestehenden HNKs (HNK-ES, HNK-TdM und HNK-SOAK)
- Weiterentwicklung des Rohmischkultur (RMK) Sortimentes und Intensivierung des Wissens über diese undefinierte Mischkulturen
- Entwicklung einer neuen Propionsäurebakterienkultur zur Verbesserung des Flavors von Emmentaler AOP

**Forschungsfragen:**

- Nach welchen genotypischen und phänotypischen Eigenschaften muss gescreent werden um schnell und effizient die richtige Auswahl an Bakterien für neue Kulturen treffen zu können?
- Sind die neu entwickelten Kulturen sicher und für den menschlichen Verzehr geeignet (z.B. in Bezug auf Antibiotikaresistenzgene, Bildung von biogenen Aminen, Virulenzfaktoren etc.)?
- Welche Interaktionen fördern bzw. hemmen gewünschte (z.B. Säuerung, buttriges Aroma, Proteolyse) oder auch unerwünschte (z.B. malziges off-Flavor, D-Laktat Abbau) Eigenschaften? Wie müssen die Bakterien zusammengesetzt werden, damit die Kultur als Ganzes die erwünschten Eigenschaften bringt und gegen Phagen möglichst robust ist?
- Wie müssen HNK ausgewählt und hergestellt werden, damit sie den Herstellungsprozess und die Reifung überleben aber keine technologischen oder sensorischen Auswirkungen haben?
- Wie kann die Anwendung der Kulturen oder deren Darreichungsform weiter optimiert werden?
- Wie kann die Analytik optimiert und angepasst werden, damit der Nachweis auch von Keimen ohne Stoffwechsel kostengünstig, schnell aber korrekt gelingt?
- Kann durch ein geeignetes Screening und optimale Kombination von Bakterien eine Kultur zusammengestellt werden, welche zu einer schönen Lochung, gutem Geschmack und lagerfähigen Emmentaler Käsen führen?
- Wie setzt sich eine RMK im Detail zusammen und welche Faktoren führen zur Zuverlässigkeit und Stabilität von RMK über Jahrzehnte?

**Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF))**

Förderung der Stärken der Schweizer Produkte und Verteidigung der Qualitätsführerschaft durch verlässliche, innovative, regionale und einzigartige Kulturen. Verstärkung der Differenzierung zur Konkurrenz durch ein breites Angebot und eine geschickte Auswahl an Kulturen. Die seit Jahren bestens etablierte Zusammenarbeit mit den thematisch verwandten Projekten Käsequalität (18.10.18.2.02), Käsemikrobiom (18.10.18.3.01), Kulturenproduktion (18.10.18.3.04) und Biopréservation (18.10.18.3.03) wird im Arbeitsprogramm 18-21 fortgesetzt.

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

**zu SFF Nr. 8:** Erkenntnis über die Arten welche gezielt für die Steigerung der Qualität, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit der fermentierten Produkte eingesetzt werden können. Erhalt und Nutzung der Biodiversität der Agroscope Stammsammlung. Weiterführung der Zusammenarbeit mit dem Projekt MikBiodivFood (18.08.18.3.01), welches unter anderem auch Grundlagen für die Kulturenentwicklung erarbeitet oder Fragestellungen, welche wir nicht mehr beantworten können aufnimmt.

**zu SFF Nr. 9:** Ausreichende Charakterisierung der eingesetzten Keime um deren Sicherheit in der Umwelt zu garantieren sowie Verhinderung von Eintrag von ABR Genen

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

Ein grosser Teil der mikrobiellen Kulturen wird in Knospe-Qualität angeboten und eignet sich demnach auch für die Herstellung von biologischen fermentierten Produkten

**Material und Methoden (grob skizziert)**

- Stammauswahl: Litteraturstudie, Isolation von neuen Stämmen, Reinheitsprüfung, Identifikation (PCR, MALDI-TOF, Sequenzierung), Typisierung (z.B. rep-PCR)
- Charakterisierung: Analyse des Genoms (z.B. auch Virulenzfaktoren und Antibiotikaresistenzgene), phänotypische Antibiotikaresistenzgen-Prüfung, Substratverbrauch und Produktbildung (z.B. Biolog), Phagenresistenzprofil, Abklären des Potentials zur Bildung von antibiogenen Aminen, Suche nach Markersequenzen, Entwicklung spezifische PCR, Gasbildungspotential, Aromakomponenten (z.B. Diacetyl mittel GC)
- Entwicklung Fermentations- und Trocknungsprozess: Mediumscreening, Optimierung Lyophilisation
- Versuche in Käse in der Pilothalle oder in der Praxis: Herstellung, Lagerung und Pflege der Käse, Analyse der Inhaltsstoffe (Wasser, Fett, pH, flüchtige Carbonsäuren, Proteolyse etc) und biochemischen Parametern (OPA, Laktat, Galactose etc.), visuelle Analyse (z.B. Röntgenbilder), Gasbildungspotential (z.B. abiotec Behälter), sensorische Analyse mittels Degustation im Panel
- Scale-up und Transfer in die Produktion: Aufbau QS, HACCP, Zusammenstellung erforderliche Dokumentationen

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

- Lüdin P., Roetschi A., Wüthrich D., Bruggmann R., Berthoud H., Shani N. (2017). Update on tetracycline susceptibility of *Pedococcus acidilactici* based on strains isolated from Swiss cheese and whey. *Food Control*, submitted
- Bachmann H., Molenaar D., Branco dos Santos F., Teusink B. (2017). Experimental evolution and the adjustment of metabolic strategies in lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*. 41:201-2019
- Fröhlich-Wyder M.T., Bisig W., Guggisberg D., Jakob E., Turgay M., Wechsler D. (2017). Cheeses with propionic acid fermentation. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Chapter 35
- Lüdin P., Arias E., Wenzel C. (2017). Das Erbgut der Käsekulturen verrät einiges. *Alimenta* Nr. 2
- Ojala T. Laine P.K.S., Ahlroos T., Tanskanen J., Pitkänen S. Salusjärvi T. Kankainen M., Tynkkynen S., Paulin L., Auvinen P. (2016). Functional genomics provides insights into the role of *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* JS in cheese ripening. *International Journal of Food Microbiology*. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.09.022
- Lüdin P., von Ah U., Rollier D., Roetschi A., Eugster E. (2016). Lactic Acid Bacteria as Markers for the Authentication of Swiss Cheeses. *Chimia*. 70:5 349-353
- Lüdin P., von Ah U., Shani N. (2015). Langer Weg zur perfekten Starterkultur. *Alimenta*. Nr. 8
- Kohn Ch., Eugster E., (2014). Differenzieren mit "Liebefeld-Kulturen". *Alimenta*. Nr. 17

**Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet**

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

**Verlässliche mikrobielle Kulturen tragen massgeblich zur Qualität, Sicherheit, Differenzierung und Authentizität von fermentierten Lebensmitteln bei. Unter Nutzung der Biodiversität der Liebefelder Stammsammlung werden neue Starter- und Spezialkulturen entwickelt.**

Mikrobielle Kulturen beeinflussen massgeblich die Charakteristika von fermentierten Lebensmitteln und tragen dadurch entscheidend zur Qualität, Differenzierung und Authentizität dieser Produkte bei. Die Liebefelder Stammsammlung enthält eine grosse Biodiversität die zur Entwicklung von neuen Starter- und Spezialkulturen genutzt wird. In interdisziplinärer Projektzusammenarbeit wird Wissen über diese komplexen fermentierten Systeme aufgebaut und Produkte durch die richtige Auswahl und den Einsatz von Mikroorganismen gezielt beeinflusst. Es wird z.B. am Ausbau des Sortimentes der weltweit einzigartigen Rohmischkulturen gearbeitet, neue Säuerungskulturen mit Bezug zum Terroir oder Spezialkulturen zum Herkunftsnachweis entwickelt.

**Genehmigung des Projektes**

Datum: 05.09.2017	Visum FGL: lupe
Datum: 02.10.2017	Visum FBL / KBL: a.i. waba
Datum: 02.10.2017	Visum V SFF: i.V. waba



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**

**18.10.18.03.03**

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

Biopréservation

N° Domaine

18

Systèmes microbiens des denrées alimentaires

N° Groupe

18.3

Cultures, biodiversité et terroir

Chef-fe de projet/suppléant-e

**Emmanuelle Arias / Jörg Hummerjohann**

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

## Projet

Total jours de travail sans fonds tiers	1168
Contribution au CSR	10
Contribution à d'autres CSR	9, 8, 5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	CSR 5: 13.73 CSR 8: 17.1; 23.89; 23.137 CSR 9: 8.7; 23.143 CSR 10: 17.9; 17.11; 17.27; 17.41
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

**Réguler le microbiome des denrées alimentaires par la biopréservation**

**Réguler le microbiome des denrées alimentaires par la biopréservation**

**Biopreservation to control the microbiome of food**

**protective cultures, pathogens, spoilage bacteria**

### Situation initiale et problématique

La biopréservation est la conservation des aliments faisant appel à des microorganismes et/ou à leurs métabolites aux propriétés inhibitrices. Les bactéries lactiques sont utilisées pour la biopréservation des aliments fermentés depuis des millénaires. Elles ont un effet protecteur conféré par la production de métabolites antimicrobiens très variés, comme les acides lactiques et acétiques, le peroxyde d'hydrogène, les bactériocines, le diacétyl, l'acétoïne et d'autres composés antimicrobiens. Les cultures protectrices, telles les bactéries lactiques ou d'autres bactéries inoffensives colonisant les denrées alimentaires, constituent un moyen encore sous-estimé d'influencer positivement le microbiome des denrées alimentaires. Les sous-groupes de microorganismes qui seront ciblés englobent les bactéries pathogènes et les bactéries responsables de défauts.

### Objectifs et questions de recherche

#### 1. Cultures protectrices contre les bactéries pathogènes

Projet CTI (3 ans; 2017-2020): L'objectif principal du projet est la diminution du risque sanitaire associé à la présence de bactéries pathogènes dans la pâte et en surface des fromages emmorgés au lait cru et thermisé par l'application prophylactique de deux cultures protectrices. Une culture protectrice qui sera ajoutée dans le lait de chaudière sera développée pour la protection de la pâte contre les bactéries pathogènes. Les propriétés inhibitrices d'une grande variété de souches de bactéries lactiques possédant des gènes de bactériocines seront investiguées in vitro. L'expression des gènes de bactériocines sera confirmée in vitro pour les souches prometteuses. Celles-ci seront finalement testées dans des fromages modèles, seules et en mélanges pour détecter d'éventuelles synergies. Une culture d'affinage sera développée pour la protection de la surface contre les bactéries pathogènes se développant en surface. Plusieurs souches seront investiguées afin d'établir leur spectre d'inhibition, de décrire les gènes responsables

de l'inhibition exprimés in vitro et in situ, de tester l'hypothèse de concurrence pour les nutriments et de démontrer leur innocuité.

Des essais seront conduits pour évaluer si les bactéries inhibitrices peuvent être appliquées pour la biopréservation de la salade prête à l'emploi, en collaboration avec le projet 18.09.18.1.02\_SafetyPlantFoods. De plus, des tests d'inhibition in vitro investigueront le potentiel inhibiteur de la flore présente naturellement sur les plants de salades. Des développements de cultures protectrices pour des applications à d'autres denrées alimentaires (produits carnés, plantes et produits d'origine végétale ...) seront également envisagés.

## **2. Cultures protectrices contre les bactéries indésirables**

Deux projets CTI se terminent courant 2017 portant sur l'inhibition de bactéries indésirables dans les fromages. L'introduction des cultures protectrices dans la pratique sera accompagné par des analyses de composition et des dégustations. Le mécanisme d'inhibition exercé par les cultures protectrices reste inconnu et sera investigué dans le cadre d'éventuels travaux de bachelor et master.

Dans le cadre du projet CTI décrit plus haut, les spectres d'inhibition des souches sera établi pour une palette de bactéries indésirables incluant des entérocoques résistants à la vancomycine, des entérobactéries des genres Klebsiella, Citrobacter, Proteus, Serratia, Hafnia, Enterobacter, Acinetobacter et Morganella, des Lactobacillus parabuchneri, des bactéries propioniques, des moisissures (Scopulariopsis ...), et des bactéries potentiellement responsables du rancissement (Pseudomonas, Acinetobacter ...).

## **3. Exploration et étude des interactions des écosystèmes de morge.**

Le tapis microbien qui se développe à la surface des fromages emmorgés pendant l'affinage permet la protection de la surface contre la perte d'eau, les moisissures et est en partie responsable de la formation d'arômes dans le fromage. Certains de ces écosystèmes sont stables et vierges de bactéries pathogènes et indésirables grâce à la production de substances inhibitrices par les bactéries et levures présentes naturellement. L'étude de ces écosystèmes et le développement de cultures protectrices issues de ces écosystèmes permettra dans le futur de mieux contrôler la qualité sensorielle et la sécurité alimentaire de ces produits. Pour cela, des connaissances de la composition des écosystèmes sains et défectueux sont nécessaires. L'objectif sera d'isoler des bactéries bénéfiques et indésirables de ces écosystèmes et d'étudier leur interaction in vitro et dans une cave modèle. Cet objectif sera mené à bien en collaboration avec le projet 18.10.18.2.01\_Kaesemikrobiom.

## **4. Cultures protectrices comme accélérateur de formation de l'arôme**

De nombreuses enzymes responsables de la formation de l'arôme sont intracellulaires. L'utilisation ciblée de bactéricines pour renforcer le goût des produits fermentés sera testée in vitro et dans une cave modèle.

Ce projet sera conduit en collaboration avec les projets Käsequalität (18.10.18.2.02), Käsemikrobiom (18.10.18.3.01), 18.10.18.3.02\_Kulturentwicklung et Kulturenproduktion (18.10.18.3.04), qui ont des thématiques étroitement liées, chaque projet profitant des avancées faites dans les différents groupes. Les travaux des points 3 et 4 se feront dans le cadre d'éventuels travaux de bachelor et de master et de façon plus approfondie si des fonds tiers peuvent être acquis lors de la période 2018-2021.

**Contribution concrète au CSR n° 10 (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)**

Augmenter la sécurité des fromages au lait cru et thermisé, ce qui favorisera leur exportation (objectif 1). Diminuer le food loss et les défauts (objectif 2) et améliorer la qualité organoleptique (objectif 4).

**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° 9 : Diminuer le risque de toxi-infections alimentaires causées par les bactéries pathogènes (objectif 1)

au CSR n° 8 : investiguer le microbiome de la morge (objectif 3)

au CSR n° 5 : Détecter des alternatives aux produits phytosanitaires (objectif 2)

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

Les cultures protectrices développées seront utilisables pour les produits labellisés bio.

**Matériel et méthodes (description sommaire)**

- microbiologie classique et séquençage de l'ADN 16S
- PCR quantitative
- séquençage avec la technologie ILLUMINA
- tests d'inhibition in vitro
- technologie microarray (Biolog)

- transcriptome (Genomic Workbench, Bowtie2, DEseqs)
- analyses LC-MS
- analyses méatranscriptomiques
- affinage en cave pilote
- modèle de caillé produit en laboratoire BSL3 (Biosecurity Level 3)

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

**Publications propres:**

- Roth, E., Schwenninger, S.M., Hasler, M., Eugster-Meier, E., Lacroix, C., 2010. Population dynamics of two antilisterial cheese surface consortia revealed by temporal temperature gradient gel electrophoresis. BMC Microbiology, 10, article 74.
- Roth, E., Schwenninger, S.M., Eugster-Meier, E., Lacroix, C., 2011. Facultative anaerobic halophilic and alkaliphilic bacteria isolated from a natural smear ecosystem inhibit Listeria growth in early ripening stages. International Journal of Food Microbiology, 147, 26-32.
- Peng, S., Hummerjohann, J., Stephan, R., Hammert, P., 2013a. Heat resistance of Escherichia coli strains in raw milk at different subpasteurization conditions. Journal of Dairy Science 96, 3543-3546.
- Peng, S., Schafroth, K., Jakob, E., Stephan, R., Hummerjohann, J., 2013b. Behaviour of Escherichia coli strains during semi-hard and hard raw milk cheese production. International Dairy Journal 31, 117-120.
- Weiss, A., Scheller, F., Oggenfuss, M., Walsh, F., Frey, J.E., Drissner, D., Schmidt, H., 2016. Analysis of the bacterial epiphytic microbiota of oak leaf lettuce with 16S ribosomal RNA gene analysis. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 5, 271-276.

**Autres publications:**

- Ananou, S., Galvez, A., Martinez-Bueno, M., Maqueda, M., Valdivia, E., 2005. Synergistic effect of enterocin AS-48 in combination with outer membrane permeabilizing treatments against Escherichia coli O157 : H7. Journal of Applied Microbiology 99, 1364-1372.
- Perez, R.H., Ishibashi, N., Inoue, T., Himeno, K., Masuda, Y., Sawa, N., Zendo, T., Wilaipun, P., Leelawatcharamas, V., Nakayama, J., Sonomoto, K., 2015. Functional Analysis of Genes Involved in the Biosynthesis of Enterocin NKR-5-3B, a Novel Circular Bacteriocin. Journal of Bacteriology 198, 291-300.
- Callon, C., Arliguie, C., Montel, M.C., 2016. Control of Shigatoxin-producing Escherichia coli in cheese by dairy bacterial strains. Food Microbiology 53, 63-70.

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

**La biopréservation constitue un moyen encore sous-estimé d'influencer positivement le microbiome des denrées alimentaires. Les microorganismes ciblés englobent les bactéries pathogènes et les bactéries responsables de défauts. La flore de surface des fromages, pour laquelle il n'existe pas encore de moyen efficace de contrôler la biodiversité, est un des systèmes étudiés en priorité.**

La biopréservation est la conservation des aliments faisant appel à des microorganismes ou à leurs métabolites aux propriétés inhibitrices. Les bactéries lactiques sont utilisées pour la biopréservation des aliments fermentés depuis des millénaires. Elles ont un effet protecteur conféré par la production de métabolites antimicrobiens très variés, comme les acides lactiques et acétiques, le peroxyde d'hydrogène, les bactériocines, le diacétyle et l'acétoïne. Les cultures protectrices, telles les bactéries lactiques ou d'autres bactéries inoffensives colonisant les aliments, constituent un moyen encore sous-estimé d'influencer positivement le microbiome des denrées alimentaires. Les microorganismes qui seront ciblés englobent les bactéries pathogènes et les bactéries responsables de défauts.

**Approbation du projet**

Date:	26.09.2017	Visa R GR:	lupe
Date:	02.10.2017	Visa R DR / R DC:	a.i.waba
Date:	02.10.2017	Visa R CSR:	i.V. waba



**AP 2018-2021**

**18.10.18.03.04**

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Kulturenproduktion

Nr. Bereich.

18 Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.3 Kulturen, Biodiversität und Terroir

Projektleitung/Stellvertretung

**Hans-Peter Bachmann / Christoph Kohn**

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	6920
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	8, 9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	17.10, 17.16, 23.137
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

**Produktion von mikrobiellen Kulturen zur Förderung der Qualität, Sicherheit, Authentizität und Einzigartigkeit sowie zum Nachweis der Herkunft von Käse und weiteren fermentierten Lebensmitteln aus der Schweiz**

**Produktion von mikrobiellen Kulturen**

**Production of microbial cultures**

**Production of cultures, starter cultures, adjunct cultures, proof of origin**

### Ausgangslage und Problemstellung

Die Kulturenproduktion ist ein wichtiges Rückgrat, sowohl für die weltweite Qualitätsführerschaft von Schweizer Käse, als auch für die nationale und internationale Profilierung von Agroscope.

Sowohl traditionelle als auch innovative Schweizer Käsesorten - teils mit AOP-Kennzeichnung - leisten einen wichtigen Beitrag zur Wertschöpfung entlang der gesamten Lebensmittelkette von der Landwirtschaft über die verarbeitenden Unternehmen bis zum Handel. Durch die oft dezentrale Produktion und Verarbeitung in vielen kleinen und mittleren Betrieben profitieren auch strukturschwache Randregionen wie z.B. das Berggebiet.

Die von Agroscope entwickelten und hergestellten terroir- und sortenspezifischen Bakterienkulturen stellen einen zentralen Erfolgsfaktor für diverse Schweizer Käsesorten dar und gewährleisten, dass sie aufgrund ihrer weltweiten Einzigartigkeit und Qualität auch in Zukunft im globalen Wettbewerb bestehen können. Die diskriminierungsfreie und wettbewerbsneutrale Bereitstellung von einzigartigen Kulturen sichert den Erhalt der grossen Schweizer Käse-Vielfalt und bietet Raum für Innovation.

Die Kulturenproduktion von Agroscope entwickelt und optimiert mit einer komplexen Infrastruktur Prozesse, produziert verschiedenste mikrobielle Kulturen und stellt diese der Praxis zur Verfügung. In bewährter Zusammenarbeit mit der Forschung und Beratung von Agroscope werden der Praxis zielführende Lösungen für jeweils aktuelle Anliegen und Probleme angeboten und gemeinsame Projekte und Entwicklungen realisiert.

Drei Gründe zwingen Agroscope, eine neue Rechtsform für die Kulturenproduktion zu suchen:

1. Die Führung eines Unternehmens im Rahmen der Bundesverwaltung ist sehr schwierig geworden.
2. Es wird zunehmend kritisch bis ablehnend beurteilt, ob die Produktion von Kulturen eine Aufgabe des Bundes ist.

3. Im Rahmen von Forschungsaufträgen und KTI-Projekten werden aktuell viele neue Kulturen entwickelt, die dereinst auch produziert werden müssen. Im Rahmen des Neubaus in Posieux ist eine Erweiterung der Produktionskapazität geplant. Die damit einhergehenden Investitionen übersteigen die finanziellen Möglichkeiten von Agroscope klar. Die Bereiche Forschung und Beratung sind von der Diskussion um die Kulturenproduktion nicht direkt betroffen und werden durch Agroscope weitergeführt. Auch ist Agroscope bereit, die Stammsammlung weiter zu pflegen. Diese Aktivitäten sollen langfristig gesichert werden, um das gesamte System in eine erfolgreiche Zukunft zu führen. Durch die Übergabe der Kulturenproduktion sollen wieder vermehrt Mittel in der Forschung und Beratung eingesetzt werden können. Ein wichtiger Erfolgsfaktor der Kulturenproduktion ist die enge und bewährte Zusammenarbeit mit der Stammsammlung (Projekt MikBiodivFood), der Käseforschung (Projekt Käsemikrobiom), der Kulturentwicklung (Projekte Biopréservation und Kulturenentwicklung) sowie der Beratung (Projekt Käsequalität).

#### Ziele und Forschungsfragen

- Verkaufte Einheiten von mikrobiellen Kulturen >80000 / Jahr.
- Die Agroscope Kulturenproduktion Standort Liebefeld arbeitet gemäss Zielvorgaben und ist selbsttragend.
- Der Bedarf unserer Kunden nach Kulturen ist gedeckt und die nachhaltige Produktion ist gesichert.
- Funktionierendes QM (FSSC 22000) und KVP (kontinuierlicher Verbesserungsprozess) im Bereich Kulturenproduktion.
- Eine neue Rechtsform, die die erfolgreiche Weiterentwicklung des Erfolgsmodells "F&E, Produktion und Beratung aus einer Hand" langfristig sichert und die Finanzierung der Kapazitätserweiterung ermöglicht, ist eingeführt.
- Der Umzug von Liebefeld nach Posieux ist erfolgt, ohne nachteilige Auswirkungen auf die Qualität der Kulturen.

#### Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Stärkung der Qualitätsführerschaft und der Innovation von Schweizer Käse und ausgewählten weiteren fermentierten Lebensmitteln durch die diskriminierungsfreie und wettbewerbsneutrale Bereitstellung von mikrobiellen Kulturen.

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

**zu SFF Nr. 8:** Gezielte Förderung nützlicher Eigenschaften der Mikrobiome mittels dem Zusatz von Kulturen

**zu SFF Nr. 9:** Erhöhung der Lebensmittelsicherheit durch den Zusatz von Schutzkulturen

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

Ein grosser Teil der mikrobiellen Kulturen wird in Knospe-Qualität angeboten und eignet sich demnach auch für die Herstellung von biologischen Milch- und Fleischprodukten.

#### Material und Methoden (grob skizziert)

Produktion von flüssigen und lyophilisierten Kulturen gemäss den Anforderungen der Kunden und den Vorgaben aus dem QM und den Label-Organisationen (Bio, Kosher, Halal). Enge Vernetzung mit der Stammsammlung, der Forschung und Entwicklung sowie der Beratung.

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

- Jakob E., Kohn C., Eugster-Meier E. Sind Flüssigkulturen für die Käsefabrikation noch zeitgemäss? Alimenta. 3, 2015, 31-33.
- Kohn C., Eugster-Meier E. Differenzieren mit «Liebefeld-Kulturen». Alimenta. 17, 2014, 26-28.
- Bachmann H.-P., Eugster E., Guggenbühl B., Schär H. Weltmeisterliche Käse-Kulturen. Agrarforschung Schweiz. 2, (11-12), 2011, 534-541.

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

**Die von Agroscope entwickelten und hergestellten terroir- und sortenspezifischen mikrobiellen Kulturen stellen einen zentralen Erfolgsfaktor für die gewerblich hergestellten Schweizer Käsesorten dar und gewährleisten, dass diese aufgrund ihrer weltweiten Einzigartigkeit und Qualität auch in Zukunft im globalen Wettbewerb bestehen können.**

Die von Agroscope entwickelten und hergestellten terroir- und sortenspezifischen mikrobiellen Kulturen stellen einen zentralen Erfolgsfaktor für die gewerblich hergestellten Schweizer Käsesorten dar und gewährleisten, dass diese aufgrund ihrer weltweiten Einzigartigkeit und Qualität auch in Zukunft im globalen Wettbewerb bestehen können. Die

diskriminierungsfreie und wettbewerbsneutrale Bereitstellung der Kulturen sichert den Erhalt der grossen Schweizer Käse-Vielfalt und bietet Raum für Innovation.

Durch die oft dezentrale Produktion und Verarbeitung in vielen kleinen und mittleren Betrieben profitieren auch strukturschwache Randregionen wie z.B. das Berggebiet.

Damit sich die Kulturenproduktion weiterentwickeln und künftige Anforderungen gerecht werden kann, wird nach einer neuen Rechtsform gesucht.

### **Genehmigung des Projektes**

Datum: 22.08.2017	Visum FGL: lupe
Datum: 22.08.2017	Visum FBL / KBL: waba
Datum: 22.08.2017	Visum V SFF: i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

**AP 2018-2021**

**18.10.18.05.01**

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Fermentomics

Nr. Bereich.

18 Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln (MSL)

Nr. Gruppe

18.5 Funktionelle Ernährungsbiologie

Projektleitung/Stellvertretung

**Guy Vergères / Ueli Bütikofer**

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	4407
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	8

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	10.2, 10.3
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

**Verbesserung des Ernährungsprofils von Lebensmitteln durch Fermentation**

**Fermentomics**

**Improving the nutritional profile of food by fermentation**

**Fermented foods, dairy products, food quality, nutrition, metabolism, nutrigenomics, bacteria, health, aging populations**

**Ausgangslage und Problemstellung**

### Technologiegetriebene Verbesserung der Gesundheit mit hochwertigen Lebensmitteln

Die grosse Lücke zwischen Lebensmittel- und Ernährungswissenschaft lässt sich durch die Komplexität der Interaktionen zwischen Lebensmitteln und dem menschlichen Organismus erklären. Durchbrüche in der molekularen Analytik und Bioinformatik haben diese Situation geändert und Technologien wie Genomik, Transkriptomik, Proteomik und Metabolomik liefern jetzt eine enorme Datenmenge aus Lebensmitteln (Foodomics) und Humanproben (Nutrigenomics). Somit können Nährwertprofile von Lebensmitteln mit Messungen von physiologischen Parametern (Biomarkern) von Konsumenten korreliert und eventuell mechanistisch erklärt werden.

### Mikrobielle Bio-Diversität und Gesundheit

Biodiversität ist ein kritischer Aspekt der Funktion von Ökosystemen durch die sie ihre Resilienz gegenüber der Umwelt verstärkt. Die Darmflora besitzt eine genetische Diversität, die das menschliche Genom weit überragt. Diese Diversität erweitert die metabolischen Kapazitäten des menschlichen Organismus und damit seine Fähigkeit, Homöostasis durch die Regulation seiner Interaktionen mit der Umwelt, insbesondere mit der Nahrung, zu erhalten. In diesem Zusammenhang wird der westliche Lebensstil, einschließlich das Ernährungsverhalten, immer häufiger mit chronischen Erkrankungen wie Adipositas, Diabetes und Darmerkrankungen in Verbindung gebracht, die ihrerseits zu einer geringeren genetischen und funktionellen Diversität der Darmflora führen. Da das Ernährungsverhalten des Konsumenten, die mikrobielle Vielfalt im Darm insofern beeinflussen kann, dass es günstigstenfalls Spezies einbringt, welche sowohl einen kompetitiven Wachstumsvorteil gegenüber andere Spezies haben, als auch die menschliche Gesundheit positiv beeinflussen, wird die Wechselwirkung zwischen Lebensmittel und Mikroben zu einem wichtigen natürlichen Bestandteil von modernen Ernährungsstrategien.

## **Fermentierte Lebensmittel und Gesundheit**

Die Auswirkungen von fermentierten Lebensmitteln auf die Gesundheit wurde um 1900 erstmals erwähnt als Metchnikoff veröffentlichte, dass Joghurt die Lebenserwartung erhöht. Menschen fermentieren aber Lebensmittel seit fast 10'000 Jahre, anfänglich um ihre Haltbarkeit zu erhöhen, danach auch um den Geschmack zu verbessern. Abseits der Probiotika Thematik muss deswegen dieses Essverhalten einen Effekt auf die Evolution der Menschen gehabt haben. In der Tat beeinflusst die bakterielle Umwandlung der Nahrung im Darm mehrere Merkmale von Nährstoffen, die Schlüsselfaktoren für die Gesundheit sind, insbesondere deren Konzentration, Diversität, Bioverfügbarkeit und Bioaktivität. Darüber hinaus hat die Fermentation von Lebensmitteln zu einer ex vivo mikrobiellen prä-digestiven Verarbeitung der Lebensmittel geführt, die diese Eigenschaften ähnlich beeinflussen. Obwohl die gesundheitlichen Vorteile von fermentierten Lebensmitteln aktiv erforscht werden, hat sich diese Forschung bisher auf den engen Bereich der Prä- und Probiotika fokussiert. Diese Strategie geht aber das Risiko ein, Lebensmittel zu entwickeln, die die Diversität der Nährstoffe und Mikroben in der menschlichen Ernährung reduzieren. Im Gegensatz dazu, kann die Neueinführung eines breiten Spektrums an Mikroben und ihren Fermentationsprodukten in die Ernährung positiv dazu beitragen, die Vielfalt der Mikrobiota wiederherzustellen, bzw. apriori den Verlust der Diversität zu verhindern, der mit chronischen Krankheiten und dem Alterungsprozess verbunden ist. Die gesundheitliche Relevanz einer "mikrobiellen Ernährungsstrategie" wurde bereits in Mäusen dokumentiert, deren humanisierte Darmflora ihre mikrobielle Diversität über mehrere Generationen mit einer westlichen Diät verloren hatte. Bemerkenswerterweise können Strategien zur Förderung nachhaltiger Ernährungsmuster mit niedrigem CO<sub>2</sub>-Fussabdruck die funktionelle Diversität von Lebensmitteln negativ beeinflussen, insbesondere durch die Senkung des Verbrauchs von Milchprodukten, wie Käse und Joghurt, die wichtige Träger von Mikroben und Fermentationsprodukten sind.

## **Förderung eines gesunden Stoffwechselprofils**

Mangelernährung durch Über- und Unterernährung ist weltweit ein grosses Problem der Gesellschaft und verursacht hohe volkswirtschaftliche Kosten. Die Gesundheitspolitik steht mit ihren Massnahmen zur Förderung der Gesundheit via Ernährungsstrategien derzeit vor der Herausforderung, Gesundheit überhaupt zu definieren. Mangelernährung ist in diesem Zusammenhang ein wichtiges Forschungsfeld für Lebensmittel- und Ernährungswissenschaftler, da sie sich durch eine homöostatische Verschiebung der Stoffwechselprofile von Menschen kennzeichnet, die durch geeignete Lebensmittel und Ernährungsgewohnheiten korrigiert werden kann. Die Entwicklung von nährstoffreichen und -diversen Lebensmitteln, die die Bioverfügbarkeit von bioaktiven Nährstoffen gezielt fördern, ist eine vielversprechende Forschungsstrategie, insbesondere bei gefährdeten Gruppen (z.B. Senioren).

## **Ziele und Forschungsfragen**

### **Allgemeine Ziele**

„Gutes Essen, gesunde Umwelt“ - Die Mission von Agroscope ist im Zentrum der Forschungsstrategie des Programms Fermentomics, welches einen Mehrwert für Lebensmittel mittels Fermentation anstrebt. Dieser Mehrwert wird objektiv, durch eine Verknüpfung der ernährungsphysiologischen Qualität von natürlichen Lebensmitteln, via ihren Nährstoffprofilen, mit der metabolischen Gesundheit von Menschen, die diese Lebensmittel verzehrt haben, dokumentiert. Eine zentrale Herausforderung dieses Programms wird es sein, eine angewandte Ernährungsforschung durchzuführen, die Daten aus Humanstudien mit der Qualität der untersuchten Lebensmittel verbindet. Dieses Ziel wird erreicht, indem Fermentomics sich auf zwei eng-verwandte Säulen zuerst fokussiert, nämlich (i) die Erstellung von Nährstoffprofilen („nutrient profiling“), als zentrale Methode zur Charakterisierung der fermentierten Lebensmittel und (ii) die Erstellung von Stoffwechselprofilen („metabolic profiling“) in Humanblut und -urin zur Charakterisierung der ernährungsphysiologischen Qualität dieser Lebensmittel. Der Begriff "Profil" betont eine holistische Charakterisierung der Lebensmittel und Humanproben. Die sequentielle Verschiebung des Schwerpunkts der Profilierung von "Nährstoffen" in Lebensmittel auf "Stoffwechsel" in Menschen unterstreicht das Ziel des Forschungsprogramms, die Transformation der Nährstoffe in Metaboliten im menschlichen Organismus (insbesondere während der Verdauung und dem Darmtransport), was letztlich die Balance zwischen Gesundheit und Stoffwechselerkrankungen definiert. Zwei weitere Säulen ergänzen das Forschungsprogramm: (iii) Die dritte Säule bezweckt die Verlinkung der Nährstoffprofile der Lebensmittel mit den entsprechenden Stoffwechselprofilen von Menschen, die diese Produkte zu sich genommen haben, um „Fermentationsabhängige Biomarker der Gesundheit“ zu identifizieren. Analog zum glykämischen Index, sind solche Biomarker nicht nur Marker für die unmittelbare Reaktion des Organismus auf die Einnahme von Lebensmitteln, die direkt mit der Gesundheit verbunden sind (z. B. Risikofaktoren), sondern reflektieren auch die ernährungsphysiologische Qualität der verzehrten Lebensmittel. (iiii) Schließlich bieten "Omics" Technologien die analytischen Werkzeuge, die eine effiziente Verlinkung der Zusammensetzung von fermentierten Produkten (Foodomics) mit der metabolischen Antwort der Menschen, die diese Produkte verzehrt haben (Nutrigenomics), ermöglichen werden. Milch wird als Modelmatrix für diese Forschung verwendet. Die Kenntnisse, die mit Fermentomics erworben werden, werden letztlich einen Mehrwert für Milchprodukte liefern.

### **Hauptforschungsfragen**

- Kann das Nährstoffprofil der Lebensmittel, am Beispiel von fermentierten Milchprodukten, mit der metabolischen Antwort der Menschen, die diese Produkte verzehrt haben, mit Hilfe der analytischen Werkzeuge Foodomics und Nutrigenomics verlinkt werden?
- Kann die Stammsammlung von Liebefeld, mit > 10'000 Bakterienstämme, genutzt werden, um eine Verbesserung des Nährstoffprofils von Lebensmitteln, am Beispiel von fermentierten Milchprodukten, herbeizuführen und dadurch einen Mehrwert für diese Lebensmittel zu generieren?
- Sind genügend objektive ernährungsphysiologische Informationen in der Literatur vorhanden, um fermentierte Lebensmittel spezifisch in die Schweizer Lebensmittel-Pyramide zu integrieren?

### **Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (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 Ziele und Forschungsfragen des Fermentomics Programms werden Beiträge zu den wissenschaftlichen Zielen der SFF 10 „Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern“ wie folgt liefern:

- Komparative Stärken der Schweizer Produkte durch Fermentation fördern (neue Qualitätsführerschaft und Differenzierung zur Konkurrenz).
- Wegweiser für Marktnischen von fermentierten Lebensmitteln für schweizerische KMU.
- Fermentierte Lebensmittel als natürliche Produkte mit positiven Eigenschaften für die menschliche Gesundheit mittels bestehenden und neuen Biomarkern profilieren.
- Einsatz von Foodomics und Nutrigenomics Forschungsstrategie, um die Ernährung in der Bevölkerung zu verbessern.
- Einsatz von Fermentation, um Food-Loss zu minimieren.
- Potentieller Einsatz von Fermentationsprodukten in anderen Marktnischen (z.B. Kosmetika)

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

#### **zu SFF Nr. 8:**

Die Ziele und Forschungsfragen des Fermentomics Programms werden Beiträge zu den wissenschaftlichen Zielen der SFF 8 „Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen“ wie folgt liefern:

- Gezielte Förderung nützlicher Eigenschaften der Mikrobiome in fermentierten Lebensmittel auf die Gesundheit von Menschen.
- Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Lebensmitteln durch die Charakterisierung von neuen funktionellen Eigenschaften, die die Gesundheit der Menschen positiv beeinflussen.
- Nutzung der Biodiversität der bestehenden mikrobiellen Stammsammlung in Liebefeld zur Eröffnung ihres Potentials zur Verbesserung der Humangesundheit.
- Charakterisierung fermentierter Milchprodukte zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der landwirtschaftlichen Erzeugnisse, inklusiv Einfluss auf den Stoffwechsel und das Mikrobiom des Menschen und Erhöhung der Ernährungsqualität (Bioverfügbarkeit, Stoffwechsel) durch Fermentation.

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

Die im Rahmen dieses Projektes gewonnenen Erkenntnisse sind uneingeschränkt auch für die Herstellung von fermentierten Bio-Lebensmitteln nutzbar.

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

#### **Charakterisierung des metabolischen Profils von Menschen nach dem Verzehr von fermentierten Lebensmitteln**

- Sechs Humanstudien wurden bei Agroscope abgeschlossen. Bis Feb 2017 wurde ein Drittel der Ergebnisse dieser Studien publiziert. Die Veröffentlichung der restlichen Daten ist für 2017-2020 geplant. Eine zusätzliche Studie, die von der französischen Milchindustrie in Zusammenarbeit mit der INRA finanziert wird, untersucht die Auswirkungen eines frisch fermentierten Milchproduktes auf das metabolische Profil von älteren Menschen. Die Synthese dieser Studien wird eine weltweit einzigartige Informationsquelle für die ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Milchprodukten (Milch, Joghurt, Käse) in verschiedenen Kategorien (gesunde, übergewichtige, ältere Menschen) darstellen.
- Die in den oben genannten Interventionen identifizierten Biomarker werden durch die Abfrage von Ernährungserhebungen (24-h-Recall, Food Frequency Questionnaire) und Humanproben (Metaboliten in Urin und Blut) aus bereits bestehenden epidemiologischen Kohorten validiert (Zusammenarbeit mit den Universitäten Lausanne, Wageningen, Barcelona, Bologna, Kopenhagen).
- Das Konzept der personalisierten Ernährung kann bei der Bewertung von Humanstudien nicht mehr ignoriert werden. Eine internationale Kollaboration von 12 Instituten, unter der Leitung von Agroscope, wird den Einfluss der inter-individuellen Variabilität der Magen-Darm-Funktionen auf die Bioverfügbarkeit von Nährstoffen überprüfen.

- Die Qualität der obigen Arbeiten wird durch eine Harmonisierung der Nutrimetabolomics Technologien im Rahmen des Europäischen FOODBALL-Konsortiums verstärkt (Leitung: Agroscope).

#### **Herstellung von fermentierten Lebensmitteln mit verbesserten Nährstoffprofilen**

- In silico Selektion einer Kombination von LAB Stämmen, die die genetische Diversität des bakteriellen Pools maximiert, um die metabolische Diversität der fermentierten Produkte zu fördern ("Polyfermentierte Lebensmittel").
- Die Charakterisierung des Nährstoffprofils der fermentierten Produkte wird sich auf die Nährstoffdichte, die Bioverfügbarkeit und die Bioaktivität konzentrieren, die für eine gesunde Ernährung auch relevant sind.
- Milch wird als Modell Lebensmittel für die Fermentation verwendet.
- Die Veränderungen der molekularen Zusammensetzung der Lebensmittel werden mit Metabolomics-Tools (LC-MS, GC-MS, NMR) gemessen.
- Der Einfluss der fermentierten Produkte auf die Darmflora und das metabolische Serumprofil von keimfreien Mäusen und Mäusen mit einer definierten Darmflora wird getestet.
- Gesundheitsrelevante Indikationen (z.B. Modulation der Entzündung und der Cholesterin-Homöostase) werden ebenfalls berücksichtigt.
- Mit in vitro Studien und in Tiermodellen (Zusammenarbeit mit INRA, Inselspital) werden ausgewählte fermentierte Produkte, auf ihre ernährungsphysiologischen Eigenschaften getestet. Interessante Lebensmittel werden in der letzten Phase des Fermentomics Programms mittels Interventionsstudien in Menschen überprüft.

#### **Verlinkung der metabolischen Gesundheit mit dem Nährstoffprofil von fermentierten Lebensmitteln**

- Genomisches Profil ausgewählter LAB Stämme → Metabolisches Profil der entsprechenden fermentierten Produkte (Biomarkerprofil der Fermentation).
- Metabolisches Profil ausgewählter fermentierter Produkte → Metabolisches Profil in Interventionskohorten mit gesunden Menschen, die diese Produkte kontrolliert verzehrt haben (Biomarkerprofil der Nahrungsaufnahme).
- Metabolisches Profil fermentierter Produkte → Metabolisches Profil in Beobachtungskohorten von gesunden Menschen und Erhebung des Verzehrs fermentierter Lebensmittel (Biomarkerprofil der Ernährung).
- Metabolisches Profil fermentierter Produkte → Metabolisches Profil in Kohorten von Menschen mit gestörtem Stoffwechsel (z.B. übergewichtige oder ältere Menschen) und Erhebung des Verzehrs fermentierter Lebensmittel (Biomarkerprofil der Gesundheit).

#### **Translation von Nährstoffprofilen in ernährungsphysiologisch relevante Information**

- Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern aus Universitätskliniken, Lebensmittelwissenschaft- und Ernährungszentren, Bioinformatik-Instituten.
- Wissenstransfer an Stakeholders, insbesondere via Veröffentlichung der Forschungsarbeiten (national/international, Peer-reviewed, Praxis, Öffentlichkeit), Lehrtätigkeiten (ETHZ, UNIL, HAFL), Kommunikation an Medien.
- Die Resultate aus der Forschung (Ernährungswissenschaft) sollen zur Entwicklung von neuen Lebensmitteln (Lebensmittelwissenschaft), im Einklang mit Richtlinien der Regulierungsbehörden für Ernährung und Gesundheit (EFSA, BAG, BLV), beitragen.
- Das angewandte Potenzial der Fermentomics Forschungsstrategie für die Praxis wurde bereits durch die geplante Zusammenarbeit zwischen FEB und den französischen Milchproduktproduzenten aufgezeigt.
- Mittels einer COST-Aktion soll der Konsum von fermentierten Lebensmitteln Europaweit gefördert werden und als eigene Kategorie in den Lebensmittel-Pyramiden erscheinen.

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

##### **Eigene wissenschaftliche Publikationen (2014-2017)**

- Pimentel et al. Blood lactose after dairy product intake in healthy men. 2017 Br J Nutr In the Press
- Münger et al. Identification of urinary food intake biomarkers for milk, cheese and soy-based drink by untargeted GC-MS and NMR in healthy humans. 2017 J Prot Res 16: 3321-3335
- Brouwer-Brolsma et al. Combining traditional dietary assessment methods with novel metabolomics techniques: Current efforts by the Food Biomarker Alliance Proc Nutr Soc. 2017 In the Press
- Pimentel et al. The postprandial metabolome – a source of Nutritional Biomarkers of Health. Curr Opin Food Sci 2017 16: 67–73
- Egger et al. Physiological comparability of the harmonized INFOGEST in vitro digestion method to in vivo pig digestion. Food Res Int 2017
- Gille et al. Caloric dose-responsive genes in blood cells differentiate the metabolic status of obese men. J Nutr Biochem. 2017 43: 156-165
- Burton et al. Probiotic yogurt and acidified milk similarly reduce postprandial inflammation and both alter the gut microbiota of healthy, young men. Br J Nutr 2017 31: 1-11
- Bordoni et al. Dairy products and inflammation: A review of the clinical evidence. Crit Rev Food Sci Nutr 2017 57: 2497-2525

- Vergères and Gille. Personalisierte Ernährung: Wissenschaftliche Erkenntnisse und ethische Grundsätze. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2017 2: 29-30
- Mürger and Vergères G. -OMICS-Methoden zur Identifizierung von Biomarkern für den Verzehr von Milchprodukten. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2017
- Egger et al. The harmonized INFOGEST in vitro digestion method: From knowledge to action. Food Res Int 2016 88: 217-225
- Gille and Vergères. Nutri-Epigenetik: Der Zusammenhang zwischen Ernährung und Genetik. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2016 3: 9-13
- Walther et al. Mangelernährung im Alter – eine komplexe Problematik. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2016 1: 35-37
- Rémond et al. Understanding the gastrointestinal tract of the elderly to develop dietary solutions that prevent malnutrition. Oncotarget 2015. 6:13858-13898
- Schmid et al. Inflammatory and metabolic responses to high-fat meals with and without dairy products in men. Br J Nutr 2015 20:1-9
- Vergères. Gesundheitswirkung fermentierter Lebensmittel. Lebensmittel-Industrie. 2015 9/10 24-25
- Ruffert et al. Integrated microfluidic chip for cell culture and stimulation and magnetic bead-based biomarker detection. Micro and Nanosystems 2014 6:61-68
- Huang et al. Microfluidic chip for monitoring Ca<sup>2+</sup> transport through a confluent layer of intestinal cells. RSC Advances 2014 4:52887-52891
- Schwander et al. A Dose-Response Strategy Reveals Differences between Normal-Weight and Obese Men in Their Metabolic and Inflammatory Responses to a High-Fat Meal. J Nutr 2014;144:1517-23
- Sagaya et al. Lactobacillus gasseri K7 modulates the blood cell transcriptome of conventional mice infected with Escherichia coli O157:H7. J Appl Microbiol 2014; 116:1282-1296
- Vergères and Gille. Nutri(epi)genomik. In: Lux V, Richter J eds. Kulturen der Epigenetik: Vererbt, codiert, übertragen. de Gruyter. 2014: 1-9
- Kopf-Bolanz et al. Impact of milk processing on the generation of peptides during digestion. Intern Dairy J 2014; 35:130-138
- Ghaye et al. Quantitative estimation of biological cell surface receptors by segmenting conventional fluorescence microscopy images. IEEE ISCAS, 1824-1827. 2014. Conference Proceeding Ghaye

#### **Submitted (2017):**

- 24. Pimentel et al. Metabolic footprinting of fermented milk consumption in serum of healthy men. Submitted to Nutrients
- Burton et al. Distinct, dynamic changes of the whole blood transcriptome after ingestion of probiotic yoghurt and acidified milk. Submitted to Nutr Metab
- Gao et al. A scheme for a flexible classification of dietary and health biomarkers. Submitted to Genes Nutr

#### **Fremde wissenschaftliche Publikationen:**

- Heiman and Greenway. A healthy gastrointestinal microbiome is dependent on dietary diversity. Molecular Metabolism 2016. doi: 10.1016/j.molmet.2016.02.005.
- Johns and Eyzaguirre. Linking biodiversity, diet and health in policy and practice. Proc Nutr Soc 2006;65(2):182-9.
- Logan et al. Natural environments, ancestral diets, and microbial ecology: is there a modern "paleo-deficit disorder"? Part I. Journal of physiological anthropology 2015;34:1.
- Morelli. Yogurt, living cultures, and gut health. Am J Clin Nutr 2014;99(5 Suppl):1248s-50s.
- 5. Sonnenburg et al. Diet-induced extinctions in the gut microbiota compound over generations. Nature 2016;529(7585):212-5.)

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

**Gutes Essen, gesunde Umwelt" - Die Mission von Agroscope ist im Zentrum der Forschungsstrategie des Programms Fermentomics, das Mehrwert an Lebensmittel durch ihre Fermentation gewinnen wird. Dieser Mehrwert wird objektiv, durch eine Überbrückung der Qualität dieser natürlichen Lebensmittel mit der metabolischen Gesundheit von Menschen dokumentiert.**

Fermentomics – eine einzigartige Forschung:

- Wir verlinken das Nährstoffprofil der Lebensmittel, am Beispiel von fermentierten Milchprodukten, mit der metabolischen Antwort der Menschen, die diese Produkte verzehrt haben, mit Hilfe der Foodomics und Nutrigenomik analytischen Werkzeugen.
- Wir nutzen die Stammsammlung von Liebefeld, mit > 10'000 Bakterienstämme, um den Mehrwert von Lebensmittel, am Beispiel von fermentierten Milchprodukten, durch eine Verbesserung des Nährstoffprofils zu erhöhen.

- Wir holen objektive ernährungsphysiologische Information in der Literatur, um fermentierte Lebensmittel spezifisch in der Schweizer Lebensmittel-Pyramide zu integrieren.

### **Genehmigung des Projektes**

Datum: 29.09.2017	Visum FGL: vegu
Datum: 02.10.2017	Visum FBL / KBL: a.i.waba
Datum: 02.10.2017	Visum V SFF: i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

**AP 2018-2021**

**18.10.18.06.02**

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Qualitätswahrnehmung

Nr. Bereich.

18 Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.6 Humanernährung, Sensorik und Aroma

Projektleitung/Stellvertretung

**Barbara Guggenbühl** / (Barbara Walther)

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

## Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	800
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	4, 8

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.30, 3.37, 3.4, 17.2, 17.35, 17.4, 17.6, 18.72, 18.73, 23.96, 23.137
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

**Qualitätswahrnehmung von traditionellen und alternativen proteinhaltigen Lebensmitteln durch Schweizer Konsumenten**

**Qualitätswahrnehmung von proteinhaltigen Lebensmitteln**

**Quality perception of traditional food and products rich in alternative proteins by Swiss consumers**

**sensory perception, hedonic testing, consumer acceptance, sustainability, local traditional food, alternative protein**

### Ausgangslage und Problemstellung

Der Begriff Lebensmittelqualität ist in aller Munde, wird aber oft sehr unterschiedlich verstanden und interpretiert. Sehr häufig wird die Qualität als die Gesamtheit der charakteristischen Eigenschaften eines Produktes definiert. Ein Lebensmittel muss also eine Vielfalt unterschiedlichster Faktoren erfüllen, um den Ansprüchen eines Konsumenten zu genügen. Eine Umfrage in Deutschland zu 27 verschiedenen Qualitätsmerkmalen aus dem Jahr 2011 hat ergeben, dass alle Faktoren einen Einfluss haben, Geschmack aber der wichtigste Faktor ist. Genussserlebnisse sind also häufig ausschlaggebend für die Wahl eines Produktes.

Neben "klassischen" Faktoren wie Nährwert, mikrobiologische Sicherheit und Genuss, sind es Aspekte wie Frische, Herkunft oder biologischer Anbau, die von den Konsumenten mittlerweile mehr und mehr beachtet werden und teilweise als wichtiger eingestuft werden als der Preis.

Das Bewusstsein der Konsumenten hinsichtlich nachhaltiger, regionaler und biologischer Produktion von Lebensmitteln ist in den letzten Jahren stark gestiegen, was sich auch im Lebensmittelangebot von Detailhändlern aber auch Discountern bemerkbar macht. Damit verbunden ist auch ein Trend Richtung traditioneller, „hausgemachter“ Produkte zu erkennen. Die Qualität dieser Produkte wird subjektiv oft als hochwertiger eingestuft als diejenige von industriell hergestellten Lebensmitteln - eine Chance für Hersteller und Anbieter von Produkten aus der Region.

Systematisch erhobene Daten zur sensorischen Wahrnehmung und dem Konsumverhalten gegenüber traditionellen und regionalen hergestellten Lebensmitteln, wie beispielsweise AOP Produkte, fehlen aber weitgehend.

Das Wissen, dass sich die Produktion von tierischen Proteinen im heutigen Umfang negativ auf die Umwelt auswirkt, die steigende Zahl von Veganern aber auch kritische Stimmen, dass verschiedene Proteinquellen, die sich für den direkten menschlichen Verzehr eignen, als Tierfutter eingesetzt werden, haben dazu geführt, dass alternativen Proteinquellen vermehrt Interesse geschenkt wird. Für Agroscope steht sicher die Produktion von alternativen pflanzlichen Proteinquellen in der Schweiz im Vordergrund.

In der Schweiz gibt es nur wenig Forschung und öffentlich zugängliche Daten im Bereich Konsumentenverhalten. Meist handelt es sich dabei um Umfragen. Man weiss allerdings, dass Umfrageresultate nur beschränkt Aussagen über das reale Verhalten der Konsumenten zulassen. Ein Übersichtsartikel zur Wahrnehmung von Fleischkonsum und alternativen Proteinquellen auf die Umwelt ergab, dass von den rund 40 eingeschlossenen Studien nur in deren fünf reale Lebensmittelprodukte getestet wurden. In einer dieser Studien wurden Mahlzeiten mit pflanzlichen Proteinquellen als Alternative zu Fleisch angeboten, was zu einem höheren Konsum von pflanzlichen Proteinen führte. Dieses Resultat deutet darauf hin, dass "nudging" im Lebensmittelbereich funktioniert. Darunter versteht man Anreize zu schaffen, die das Verhalten von Konsumenten in eine gewünschte Richtung beeinflussen, ohne Faktoren wie Verbote oder Preis mit ein zu beziehen.

Für die Schweiz gibt es lediglich eine longitudinale Befragungsstudie zur Thematik Fleischkonsum und alternative Proteinquellen. Realitätsnahe Konsumentenstudien, welche die Wahrnehmung und die Akzeptanz von realen Produkten aus alternativen, nachhaltigen Proteinquellen untersuchen, fehlen. Um solche Studien durchführen zu können, ist es wichtig, geeignete "experimentelle" Lokalitäten (z.B. Restaurant, Laden) zur Verfügung zu haben, die es erlauben die Ausstattung gezielt zu ändern, um das Umfeld so Konsumenten nah als möglich zu gestalten.

## Ziele und Forschungsfragen

### Ziele des Projekts

Sensorische und andere qualitätsbestimmende Faktoren (Sicherheit, Produktionsmethode, Verzehrskontext; Einstellungen etc.), die für Konsumenten in der Schweiz wichtig sind für die Wahl und den Konsum von traditionellen, regionalen landwirtschaftlichen Produkten, sind bekannt. Produktetests mit regionalen und industriell produzierten „national/internationalen“ Lebensmitteln sind bekannt.

Akzeptanz und Beliebtheit bei Konsumenten von bestehenden und neuen Produkten aus alternativen einheimischen Proteinquellen im Vergleich zu Fleisch und anderen Produkten mit tierischen Proteinen ist analysiert. Konsumententests unter spezifischen, möglichst realitätsnahen Bedingungen (Personalrestaurant, Verkaufslokalen, home use test) mit ausgewählten Produkten sind durchgeführt. Konzept für die Realisierung einer geeigneten experimentellen Infrastruktur für Tests mit Verbrauchern ("experimental restaurant") liegt vor.

### Fragestellungen:

- Was erwarten Konsumenten von einem traditionellen und regional produzierten landwirtschaftlichen Lebensmittel (AOP Produkte, Produits du terroir, Früchte & Gemüse, Beeren etc.) und Produkten aus alternativen Proteinquellen?
- Gibt es ein klar definiertes sensorisches Profil der von Konsumenten gewünschten landwirtschaftlichen Topprodukte?
- Welche Faktoren sind entscheidend für den Kauf resp. Verzehr?
- Welche sensorischen Eigenschaften müssen ideale traditionelle Produkte aufweisen?
- Wie muss ein neues Produkt aus alternativen Proteinquellen schmecken, dass sie vom Konsumenten gegessen werden?
- Mit welchen anderen Lebensmitteln können Produkte aus alternativen Proteinquellen zu einer ernährungsphysiologisch ausgewogenen Mahlzeit kombiniert werden?
- Gibt es bestimmte Bevölkerungsgruppen, die Produkte aus alternativen Proteinquellen bevorzugen?
- Wie müssen diese Produkte "beworben" werden, dass sie gekauft und verzehrt werden?
- Wie wirkt sich die Tierfütterung mit alternativen Proteinquellen auf die sensorisch wahrnehmbare Qualität (Fleisch, Milch) aus?

### Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 0 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von nachhaltig produzierten Schweizer Landwirtschaftsprodukten (Zusammenarbeit 18.10.18.2.01, D.Wechsler, 18.08.18.3.01, M.Chollet, Pflanzliche Produkte)
- Aufzeigen der Akzeptanz, des Genusswerts und gesundheitlicher Aspekte von potentiellen innovativen Alternativen zu Produkten mit tierischen Proteinen, insbesondere Fleisch
- Zusammenarbeit mit Projekt "18.10.18.5.01\_Fermentomics" (G. Vergères), und "18.10.12.9.01\_Qualität pflanzlicher Produkte".

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

**zu SFF Nr. 4:** Schaffen einer Datengrundlage zur Konsumentenakzeptanz und Beliebtheit von für den Direktverzehr bestimmten Produkten mit alternativen einheimischen Proteinen (Projekt 18.04.13.6\_HumanProtSources (L.Egger)).

**zu SFF Nr. 8:** Fördern der Wettbewerbsfähigkeit von regionalen landwirtschaftlichen Produkten mittels Datenerhebung zur Qualitätswahrnehmung dieser Produkte durch die Endverbraucher.

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

Integration und Beurteilung von biologisch produzierten Produkten im Rahmen der geplanten Akzeptanz- und Beliebtheits-tests

**Material und Methoden (grob skizziert)**

- Charakterisierung der objektiv wahrnehmbaren sensorischen Eigenschaften, sowie Beliebtheit und Akzeptanz von traditionellen regionalen Lebensmitteln und Produkten aus pflanzlichen Proteinen mit anerkannten standardisierten Methoden.
- Anbau und Entwicklung von verzehrfähigen Produkten mit pflanzlichen Proteinen aus der Schweiz. Durchführung von Beurteilungen unter möglichst realen Konsumationsbedingungen, wie beispielsweise Personalrestaurants, home Use Tests (Versuche bilden Basis für Studien im geplanten Restaurant experimental, Posieux)
- Verknüpfen der Daten mit den Humanstudien zur Wirkung des Konsums verschiedener Proteinquellen auf den menschlichen Organismus inkl. Darmflora.
- Enge Zusammenarbeit mit BFH (Lebensmittelherstellung, Konsumenten) und Betreibern von Personalrestaurants.

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

- (Hartmann, C.; Siegrist, M. (2017) Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: A systematic review. Trends in Food Science & Technology 61, 11-25
- Campbell-Arvai, V., Arvai, J., & Kalof, L. (2014). Motivating sustainable food choices the role of nudges, value orientation, and information provision. Environment and Behavior, 46(4)
- Visschers, V. H. M., & Siegrist, M. (2015). Does better for the environment mean less tasty? Offering more climate-friendly meals is good for the environment and customer satisfaction. Appetite, 95, 475-483
- Dukeshire, S., Masakure, O., Mendoza, J., Holmes, B., Murray, N. (2015) Renewable Agriculture and Food Systems, Volume 30 (5), 439-449

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

**Der Einfluss von sensorischen und anderen charakteristischen Qualitätsfaktoren landwirtschaftlicher Produkte auf die Beliebtheit und Akzeptanz bei Konsumenten wird unter möglichst konsumnahen Bedingungen systematisch erfasst. Im Vordergrund stehen traditionelle, regional produzierte sowie neue, aus alternativen pflanzlichen Proteinquellen hergestellte Lebensmittel.**

Das gestiegene Bewusstsein hinsichtlich nachhaltiger, regionaler und biologischer Produktion von Lebensmitteln sowie das aktuell negative Image von tierischen Proteinquellen beeinflusst das Angebot und damit verbunden das Konsumverhalten der Konsumenten massgebend. Das Projekt leistet einen Beitrag an Studien zur systematischen Erfassung der Beliebtheit und Akzeptanz von verschiedensten, für die Schweizer Landwirtschaft wichtigen traditionellen Produkten wie beispielsweise Käse sowie von neuartigen, aus alternativen pflanzlichen Proteinquellen hergestellten Produkten. Mit modernen technischen Hilfsmitteln (immersive technologies etc.) sollen die Studien in einem möglichst konsumentennahen Umfeld durchgeführt werden können.

**Genehmigung des Projektes**

Datum: 29.09.2017	Visum FGL: waba
Datum: 29.09.2017	Visum FBL / KBL: a.i. waba
Datum: 02.10.2017	Visum V SFF: i.V. waba

