

Rapport final relatif au projet OFAG

Stratégies de lutte contre le souchet comestible



Impressum

Edition	AGRIDEA Jordils 1 • CP 1080 • 1001 Lausanne T +41 (0)21 619 44 00 • F +41 (0)21 617 02 61 contact@agridea.ch • www.agridea.ch
Auteur	Jean-François Vonnez, AGRIDEA
Illustration de couverture	Hochstrasser Markus, Fachstelle Pflanzenschutz ZH
Mise en page	Gomes Béatrice
Impression	AGRIDEA © AGRIDEA, août 2020

Sans autorisation expresse de l'éditeur, il est interdit de copier
ou de diffuser de toute autre manière, tout ou partie de ce document.

Les informations contenues dans ce document sont sans garantie.
Seule la législation fait foi.

Table des matières

1	Origine du projet	5
1.1	Description botanique de la plante et de son cycle de vie	5
1.2	Bases du projet.....	5
2	Objectifs du projet	6
3	Organisation du projet et participants	7
4	Structure du projet.....	9
5	Surfaces pilotes	9
5.1	Übersicht teilnehmende Betriebe.....	10
5.2	Datenerhebung (Material und Methoden).....	11
5.3	Beschreibungen der einzelnen Betriebe.....	12
5.3.1	Betriebe die EMG erfolgreich bekämpft haben	12
	Betrieb 2 (n°2), Golaten (BE)	13
	Betrieb 4 (n°4), Lotzwil (BE).....	15
	Betrieb 7 (n°7a + 7b), Diepoldsau (SG).....	17
	Betrieb 12 (n°12a+12b), Chavornay (VD).....	20
	Betrieb 13 (n°13a + 13b), Otelfingen (ZH)	23
5.3.2	Betriebe bei denen es zu einer starken Vermehrung des EMG kam	26
	Betrieb 1 (n°1a+1b), Herzogenbuchsee (BE)	27
	Betrieb 6 (n°6a+6b), Murten (FR).....	30
	Betrieb 11(n°11a+11b), Gudo (TI)	34
5.3.3	Betriebe bei denen der EMG Befall unverändert blieb	38
	Betrieb 3 (n°3), Golaten (BE)	39
	Betrieb 5 (n°5), Kerzers (FR).....	41
	Betrieb 8 (n°8), Deitingen (SO)	43
	Betrieb 9 (n°9), Aeschi (SO).....	45
	Betrieb 10 (n°10), San Antonio (TI)	47
	Betrieb 14 (n°14a+14b), Buch am Irchel (ZH)	49
5.4	Schlussfolgerungen.....	51
6	Ateliers d'échanges d'informations (Workshops)	53
7	Méthodes de lutte	55
7.1	Excavation manuelle.....	55
7.2	Dégrappage et mise en décharge de la terre contaminée.....	55
7.3	Sarclage manuel	55
7.4	Sarclage mécanique	55
7.5	Lutte herbicide.....	56
7.6	Lutte herbicide plante par plante	56
7.7	Lutte à la vapeur	57
7.8	Lutte à l'électro-herbicide.....	57
8	Prévention et mesures de lutte.....	58
8.1	Prévention et dépistage	58

8.2	Mesures de lutte	58
9	Annonce des foyers.....	59
10	Voyage en Hollande	59
11	Jachères noires.....	60
12	Actions de sensibilisation entreprises	61
13	Les recommandations le lutte en 5 points	62
14	Coûts de la lutte	63
15	Conclusions finales.....	64
16	Remerciements.....	65
17	Résumé.....	66
18	Liste des annexes.....	67

1 Origine du projet

1.1 Description botanique de la plante et de son cycle de vie.

Le souchet comestible (*Cyperus esculentus*) est une néophyte envahissante. C'est une plante de couleur vert clair prononcé qui peut atteindre une hauteur de 30 à 70 cm, et dont les feuilles sans poils à la surface sont de 5 à 10 mm de large et dispersées en forme de V. La tige du souchet comestible est triangulaire et sans nœuds. Ses fleurs sont disposées sur 4 à 10 branches portant des épillets jaunes ou bruns de 6 à 12 mm de longueur.

Le souchet comestible peut être confondu avec des graminées, de type millet ou carex.

En fonction de la température, son cycle de vie démarre à partir de mi-avril par la germination de tubercules et fleurit à partir de juin dans les conditions favorables. En mai-juin, il forme des tubercules au bout des rhizomes jusqu'à la fin de la végétation en automne. Après la fin du développement des tubercules, respectivement du premier gel, les parties aériennes des plantes se dessèchent.

Les tubercules sont des organes qui hivernent et qui survivent à de basses températures (-10°C à la surface du sol).

Le potentiel de multiplication du souchet comestible est immense, puisqu'à partir d'un tubercule se développant au printemps, il est possible d'en générer plus de 700 à l'automne.

En raison de son potentiel de nuisibilité, le souchet comestible a été placé au 16^e rang du classement des « worlds worst weeds » selon Holm et al 1977. A titre indicatif et pour comparaison, le chardon des champs y figure en 30^e place.

La présence du souchet comestible en Suisse est connue dans les cantons de AG, BE, FR, LU, NE, SG, SO, TG, TI, VD, VS, ZG, ZH, ainsi, et de manière résumée, il est présent sur l'ensemble du plateau suisse, mais à des niveaux d'infestation différents en fonction de l'utilisation des parcelles et des assolements.

La dissémination des tubercules par les machines de préparation des sols et/ou de récolte ainsi que par les retours de terre contaminée sur des parcelles saines, ainsi que l'absence d'herbicides efficaces dans les cultures principales sont les problèmes majeurs de cette néophyte invasive qui arrive de manière invisible dans des parcelles saines, qui se multiplie allègrement dans les nouvelles terres et sont ensuite dispersées à l'intérieur des terres par les opérations traditionnelles de mise en culture et/ou de récolte. Ainsi, au vu de ce mode de propagation, la priorité de la lutte doit être conduite de manière à éviter les contaminations primaires.

Le repérage des plantes de souchet est relativement aisé dans les cultures sarclées, mais c'est aussi dans ce type de production qu'il se multiplie le mieux car il profite de la lumière disponible dans les interlignes pour se développer. Dans les autres cultures couvrant intégralement le sol, le souchet peut également se multiplier, mais il est ralenti par la concurrence de la culture et par le manque de lumière. Toutefois, il ne régresse pas dans ces types de cultures; il patiente, il survit et se multiplie lentement, mais sûrement. Vu ce qui précède, il est important de vérifier les parcelles dans les cultures sarclées et spécialement depuis mi-avril jusqu'aux premiers gels.

L'identification des foyers primaires est déterminante pour limiter les coûts liés à la lutte, pour assurer l'efficacité de la destruction des plantes et pour éviter les importantes pertes de rendement causées par cette néophyte invasive.

Le marquage des surfaces contaminées, la planification des opérations de préparations des sols, ainsi que des récoltes, le lavage soigneux des machines après utilisation dans les surfaces contaminées et le nettoyage rigoureux des véhicules de transport sont des mesures indispensables pour éviter la dissémination de ces plantes et la multiplication des foyers.

1.2 Bases du projet

Au vu des capacités de nuisances décrites ci-dessus, plusieurs services officiels et organismes représentant des branches de production sont intervenus auprès de l'office fédéral de l'agriculture (OFAG) à plusieurs reprises pour demander de l'aide afin de trouver des solutions pour combattre ce fléau en prenant des mesures coordonnées et en mettant en place un cadre légal qui permette de limiter la propagation et la dissémination, de restreindre la multiplication et pour permettre la lutte contre cette plante invasive à fort potentiel de nuisances.

Ainsi, en concertation avec les partenaires, un projet de recherche de mesures de lutte et de vulgarisation des résultats intitulé : « Stratégies de lutte contre le souchet comestible » a été proposé, discuté, négocié et finalement validé et signé en date du 6 novembre 2016, par l'office fédéral de l'agriculture et AGRIDEA. La copie de ce contrat figure en annexe de ce rapport.

2 Objectifs du projet

Ce contrat d'aide financière qui porte le numéro 627000636 définit, à son article 2, les tâches attribuées à AGRIDEA qui conduit ce projet, à savoir en particulier :

- Etablir un rapport d'essais scientifiques sur les résultats et les découvertes obtenus par les essais de lutte effectués sur les parcelles pilotes.
- Conduire avec les acteurs concernés des Workshops thématiques et en rédiger les rapports.
- Résumer les résultats des deux projets partiels en un rapport final dont les conclusions des expériences effectuées permettent de résoudre le problème du souchet comestible hors du périmètre des organismes de quarantaine.
- Mettre à disposition des praticiens un catalogue consolidé de mesures adaptées pour effectuer la lutte contre le souchet comestible sur les exploitations maraîchères et de grandes cultures.

Ce projet doit permettre une contribution importante de la recherche, de la vulgarisation et des branches de production à la stratégie nationale de lutte contre le souchet comestible

Malgré la volonté de lutte de la part des organismes officiels, il n'a pas été possible jusqu'ici de réduire son développement; ainsi, avec ce projet coordonné qui regroupe la recherche, les services de conseils, la vulgarisation, les branches et les agriculteurs, l'objectif est de suivre des mesures actuelles de lutte mises en place et de vérifier leur efficacité, de les optimiser et de recenser également les éléments techniques qui permettront de proposer des mesures pratiques de lutte efficace et pertinente pour réduire le développement de cette plante envahissante.

En participant à ce projet, tant physiquement que financièrement, les acteurs démontrent leur volonté de recherche de solutions pour combattre un fléau doté d'un énorme potentiel de nuisibilité. Ils prennent ainsi leurs responsabilités et disposent de références pour motiver leurs membres à prendre toutes les mesures utiles pour stopper la dissémination des plantes et la multiplication des foyers.

Les expériences positives qui seront recensées dans le cadre de ce projet devront ensuite être vulgarisées et diffusées dans la pratique.

3 Organisation du projet et participants

Dans le but d'intégrer les parties, lors de la conception du projet, une structure quelque peu complexe avait été mise en place. Elle était composée comme suit :

- **Les porteurs du projet**
 - o OFAG
 - o Cantons
 - o Organisations de producteurs
 - o USP
 - o Agroscope
 - o AGRIDEA
- **Le groupe de projet**
 - o AGRIDEA (Direction du projet)
 - o Stations phytosanitaires cantonales
 - o Services de vulgarisation
 - o Agroscope
 - o USP
- **Le groupe d'accompagnement**
 - o Groupe de travail souchet comestible (ouvert)
- **Les groupes cibles**
 - o Agriculteurs, maraîchers
 - o Entrepreneurs agricoles
 - o Cercles betteraviers (Rübenringe)
 - o Entreprises de transformations
 - o Branches de production
 - o Firms phytosanitaires
 - o Et divers

En raison de la complexité du fonctionnement de ces diverses structures, à mi-projet, il a été décidé de simplifier cette organisation pour en améliorer son efficacité en fusionnant en une seule et même entité tous les partenaires actifs dans **un seul et unique groupe de projet** comprenant :

Organisme représenté	Membres
OFAG/BLW, Office fédéral de l'agriculture	Alfred Klay
USP/SBV, Union suisse des paysans	Brugger David
FSB/SVZ, Fédération suisse des betteraviers	Jenni Samuel, Vonlanthen Irène
USPPT/VSKP, Union suisses de producteurs de pommes de terre	Kunz-Gerber Christa, Ramseyer Niklaus
FSPC/SGPV, Fédération suisse des producteurs de céréales	Perrin Pierre-Yves
UMS/VSGP Union maraîchère suisse	Duckert Fanny, Meyer Simone, Künzler Lina
Swisssem, Fédération suisse des producteurs de semences	Ruefenacht Christof
Bio Suisse, Fédération des entreprises agricoles biologiques suisses	Guyer Urs
SwissTabac, Association suisse des producteurs de tabac	Vonnez Jean-François
Agroscope	Wirth Judith, Bohren Christian, Keller Martina

Organisme représenté	Membres
Fachstelle Pflanzenschutz BE	Schroeder Alexandra
Zentralstelle für Gemüsebau FR	Collet Lutz
Fachstelle Pflanzenschutz SO	Jenzer Martina, Bader Severin
Service phytosanitaire FR	Heyer Jonathan
Service de l'agriculture NE	Horner Michel, Jobin Aurèle
Fachstelle Pflanzenschutz und Ackerbau SG	Aeschbacher Martina
Station de protection des plantes VD	Jaquiéry Pierre-Yves
Fachstelle Pflanzenschutz ZH	Hochstrasser Markus
Beratungsdienst ZH	Feichtinger Georg
Beratungsring Gemüse	Müller-Weber Rahel
AGRIDEA	Arnold Bruno, Dugon Jacques, Alberto Pier Francesco, Vonnez Jean-François

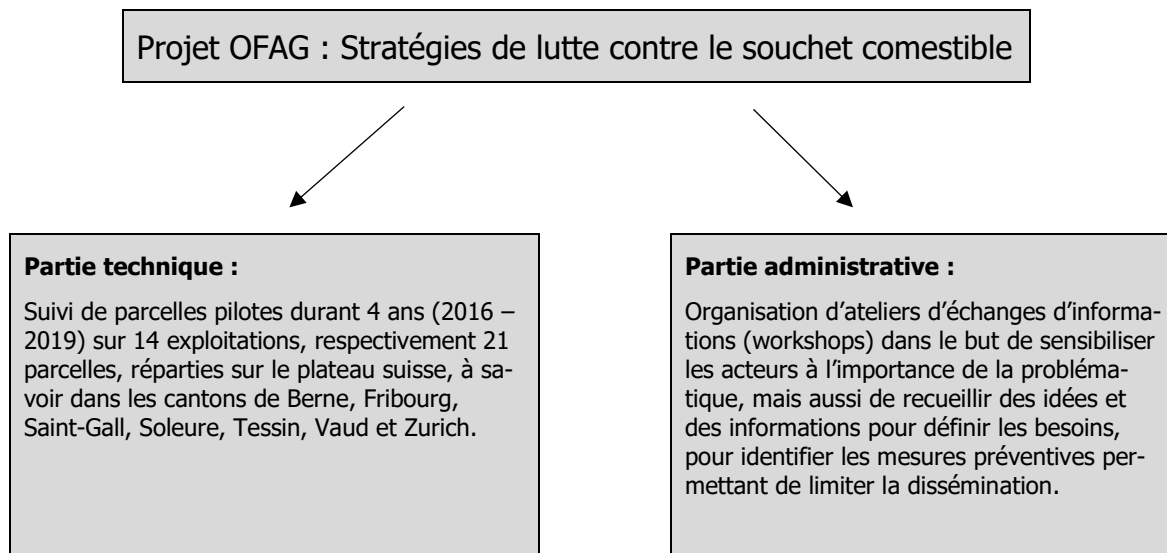
Afin de faciliter le fonctionnement de ce groupe en lui permettant de prendre les décisions et orientations rapides nécessaires à la bonne marche du projet, un **groupe de pilotage** a été désigné. Il était composé des personnes suivantes :

Organisme représenté	Membres
USP/SBV, Union suisse des paysans	Brugger David
Agroscope	Wirth Judith
Service phytosanitaire FR	Heyer Jonathan
Fachstelle Pflanzenschutz und Ackerbau SG	Aeschbacher Martina
AGRIDEA	Vonnez Jean-François

4 Structure du projet

Dès sa conception, le projet a été structuré avec deux projets partiels, à savoir : le projet partiel relatif aux surfaces pilotes et le projet partiel relatif aux ateliers d'échanges d'informations (Workshops).

Au cours du temps, d'autres projets partiels sont venus compléter l'idée de base et seront mentionnés dans ce rapport au fur et à mesure de leur arrivée.



5 Suivi de parcelles pilotes

Durant ce projet, nous avons suivi, durant 4 années (2016 – 2019), 21 parcelles pilotes sur 14 exploitations réparties sur le plateau suisse, à savoir dans les cantons de Berne, Fribourg, Saint-Gall, Soleure, Tessin, Vaud et Zurich.

L'objectif de ces suivis de parcelles était de vérifier l'efficacité de mesures mises en place dans le cadre de la lutte contre le souchet comestible et d'en mesurer l'efficacité par un contrôle scientifique par comptage annuel du nombre de tubercules de souchet prélevés par échantillonnages sur des points déterminés des parcelles.

Dans le cadre du projet, toutes les exploitations qui ont participé à ce suivi ont été accompagnées par un membre de leur service phytosanitaire cantonal qui était chargé de les accompagner, de les conseiller en matière de lutte et de mesures préventives, et de récupérer les enregistrements des pratiques agricoles effectuées sur les exploitations.

La coordination et le suivi de ces parcelles pilotes a été placé sous la responsabilité d'Agroscope qui a régulièrement informé les membres du groupe de projet de l'avancée des travaux et des résultats intermédiaires. Ces échanges ont permis d'identifier des pratiques plus ou moins efficaces dans le cadre de la lutte contre le souchet comestible.

Avant de passer aux résultats techniques de ces suivis de parcelles pilotes, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements aux producteurs qui ont collaborés à ces suivis de parcelles, aux responsables des services phytosanitaires cantonaux qui ont accompagnés ces agriculteurs durant toute la durée du projet, et à Madame Judith Wirth et Monsieur Christian Bohren qui ont assuré toute la partie relative au prélèvement d'échantillons, au comptage des tubercules, à la mise en valeur des résultats et aux analyses statistiques.

Le résultat de ces suivis de parcelles pilotes figure ci-dessous :

5.1 Übersicht teilnehmende Betriebe

Insgesamt wurde die Entwicklung der Knöllchenzahlen über 5 Jahre (Frühjahr 2016 bis Herbst 2019) auf 14 Betrieben verfolgt (Tabelle 1). Teilweise wurden 2 Parzellen pro Betrieb beprobt (Parzellennummer n°).

Betrieb	Parzellen Nummer (n°)	Ort (Kanton)	Verantwortlicher	Mail
1	1a	Herzogenbuchsee (BE)	Alexandra Schröder	alexandra.schroeder@be.ch
	1b			
2	2	Golaten (BE)	Esther Mulser seit 2020 (Rahel Müller 2016-2020)	
3	3	Golaten (BE)		
4	4	Lotzwil (BE)	Alexandra Schröder	alexandra.schroeder@be.ch
5	5	Kerzers (FR)	Jonathan Heyer seit 2019 (Lutz Collet 2016- 2019)	Jonathan.Heyer@fr.ch
6	6a	Murten (FR)		
	6b			
7	7a	Diepoldsau (SG)	Martina Aeschbacher	Martina.Aeschbacher@sg.ch
	7b			
8	8	Deitingen (SO)	Severin Bader seit 2019 (Martina Jenzer (ehemals Ruh) 2016-2019)	Severin.Bader@vd.so.ch
9	9	Aeschi (SO)		
10	10	San Antonino (TI)	Pier Francesco Alberto	PierFrancesco.alberto@agridea.ch
11	11a	Gudo 1 (TI)		
	11b	Gudo 2 (TI)		
12	12a	Chavornay (VD)	Pierre-Yves Jaquiéry	pierre-yves.jaquier@vd.ch
	12b			
13	13a	Otelfingen (ZH)	Markus Hochstrasser	markus.hochstrasser@bd.zh.ch
	13b			
14	14a	Buch a. I. (ZH)	Georg Feichtinger	georg.feichtinger@bd.zh.ch
	14b			

Tabelle 1: Liste der teilnehmenden Betriebe am AGRIDEA EMG Projekt. Betrieb = Betriebsnummer von 1 bis 14, Parzellennummer n° = Nummer der Beprobungsfläche im Feld, Ort (Kanton), Verantwortlicher = kantonaler Verantwortlicher der für die Betreuung des jeweiligen Landwirts zuständig war, Mail = Mailadresse des kantonalen Verantwortlichen

5.2 Datenerhebung (Material und Methoden)

In den **Tabellen 2, 3 und 4** werden Betriebe mit unterschiedlichen Bekämpfungserfolgen zusammengefasst. Tabelle 2 beschreibt 5 Betriebe die bei der EMG Bekämpfung erfolgreich waren. Tabelle 3 beschreibt 3 Betriebe bei denen es zu einer starken Vermehrung des EMG kam. In Tabelle 4 sind 6 Betriebe zusammengefasst, bei denen der EMG Befall unverändert ist.

Die Feldkalender sind für die Zeit von 2016 bis 2019 zusammengefasst. Bei den Herbizidnamen die **fett** gedruckt sind, wird davon ausgegangen, dass die Wirkstoffe einen Bekämpfungseffekt auf EMG haben.

In den **Abbildungen 1 bis 21** wird die durchschnittliche Knöllchenzahl ($n=6$) pro Beprobungszone (4 Zonen à 16m² pro Parzelle) angegeben (jeweils als Grafik (A) und in absoluten Zahlen (B)).

Die Ausgangsverseuchung jeder Parzelle wurde mit der ersten Probenahme, beginnend am 23.03.16 im Tessin, im Frühjahr 2016 bestimmt. Die Zeit der Probenahme war so gewählt, dass erste Keimlinge die Präsenz von EMG anzeigten, damit möglichst Zonen beprobt werden konnten, in welchen viele Knöllchen zu erwarten waren.

Alle anderen Probenahmen erfolgten jeweils im Herbst nach Ende der Vegetationsperiode. Probenahme, Auszählen der Knöllchen und Analyse der Daten wurde von der Forschungsgruppe «Herbologie im Ackerbau» von Agroscope in Changins durchgeführt.

Die statistische Auswertung bezieht sich auf den Knöllchenwert im Frühjahr 2016 (Ausgangsverseuchung) und es wird angezeigt ob es in den Folgejahren signifikante Veränderungen **im Vergleich zur Ausgangsverseuchung** gibt. **Rote Zahlen** zeigen signifikante Zunahmen im Vergleich zum Frühjahr 2016, **grüne Zahlen** signifikante Abnahmen im Vergleich zum Frühjahr 2016.

5.3 Beschreibungen der einzelnen Betriebe

5.3.1 Betriebe die EMG erfolgreich bekämpft haben

Auf keinem der teilnehmenden Betriebe konnte das EMG vollständig ausgerottet werden. Die Landwirte müssen daher weiterhin wachsam sein und die Bekämpfung fortsetzen.

Allerdings schafften es 5 Betriebe die Knöllchenzahlen im Versuchszeitraum signifikant zu reduzieren (Tabelle 2).

- Auf den Ackerbaubetrieben wurde der Mais in der Regel spät angebaut (gelb unterlegte Felder). Vor der späten Maissaat wurde der Boden wiederholt mechanisch bearbeitet (in der Regel durch Eggen). Zusätzlich wurde vor der Maissaat Dual Gold eingearbeitet. **Diese Kombination führte in allen Fällen zu einer signifikanten Abnahme der Knöllchenzahlen.** Auf Parzelle n° 7a wurde Frontier X2 eingearbeitet. Es kam ebenfalls zu einer Abnahme der Knöllchenzahlen. Frontier X2 wurde allerdings nur in diesem einen Fall angewandt, es kann daher keine abschliessende Aussage bzgl. der Wirksamkeit gemacht werden.
- Der früh gesäte Mais (braun unterlegte Felder) führt nur teilweise zu einem signifikanten Rückgang der Knöllchenzahlen.
- Der Weizenanbau führte ebenfalls durchgehend zu einem signifikanten Rückgang des EMG.
- Auf dem Gemüsebaubetrieb 2 (n°2) wurde das EMG ebenfalls sehr erfolgreich durch kurze Kulturen und viele Bodenbearbeitungsgänge bekämpft.
- Generell sind die 5 Landwirte, die das EMG erfolgreich bekämpft haben, sehr engagiert und motiviert. Empfehlungen der kantonalen Beratung wurden gut umgesetzt.

Betrieb	n°	2016	EMG	2017	EMG	2018	EMG	2019	EMG
2	2	Salat/Fenchel/Nüssler	↓	Nüssler/Salat	↓	Kohlrabi	↓	Salat/Ruccola/Nüssler	↓
4	4	Silomais (26.05.16)	↓	Weizen (01.11.16)	↓	Triticale (03.10.17)	↑	Silomais (14.06.19)	↓
7	7a	Silomais (27.05.16)	↓	Mais (18.05.17)	↓	Soja (26.05.18)	↓	Weizen (12.10.19) +	↓↓
	7b		↓		→		↓	Zwischenfutter (26.07.19)	↓↓
	12a		x		↓		↓		↓
12	12b	Silomais (10.05.16)	x	Silomais (27.05.17)	↓	Silomais (09.05.18)	↓	Weizen (13.10.18)	↓
					↓		↓		↓
13	13a	Silomais (30.04.16)	→	Weizen (01.11.16)	→	Gerste (28.09.17) +	→	Zwischenfutter + Silomais	→
	13b	Silomais (01.06.16)	↓		↓	Zwischenfutter (07.08.18)	↓	(16.05.19)	↓↓

Tabelle 2: Zusammenfassung der Fruchtfolgen und Entwicklung der Knöllchenzahlen von 2016 bis 2019. Betrieb = Betriebsnummer von 1 bis 14, n° = Nummer der Beprobungsfläche im Feld, 2016 bis 2019 = angebaute Kultur im jeweiligen Jahr (mit Saatzeitpunkt), alle **gelben Felder** bedeuten späte Maissaat (nach dem 20. Mai), alle **braunen Felder** bedeuten frühe Maissaat (vor dem 20. Mai), EMG: ↓ = Abnahme der Knöllchenzahlen, → gleichbleibende Knöllchenzahlen, ↑ = Zunahme der Knöllchenzahlen, **graue Felder** = keine signifikante Veränderung der Knöllchenzahlen, **grüne Felder** = signifikante Abnahme der Knöllchenzahlen im Vergleich zur Ausgangsverseuchung im Frühjahr 2016.

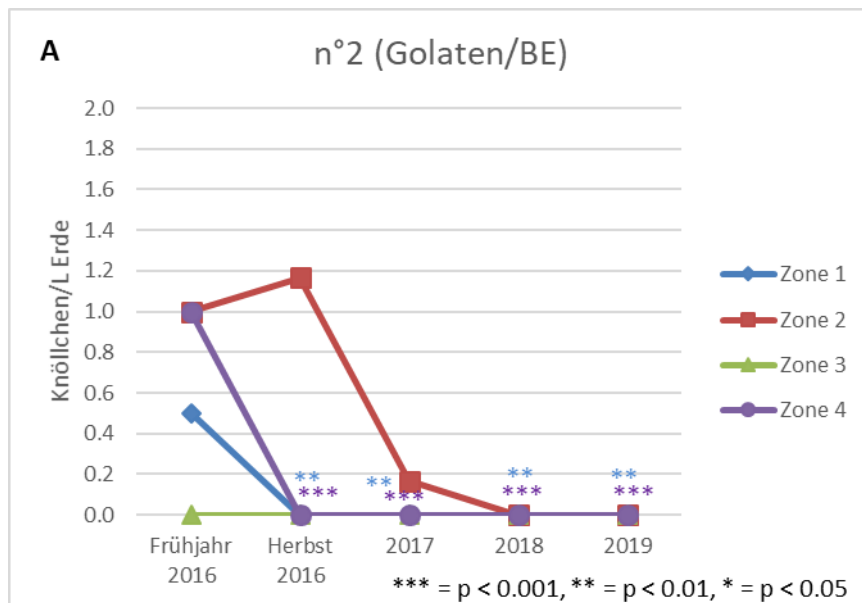
Betrieb 2 (n°2), Golaten (BE)

Fachstelle: Rahel Müller, ÖLN-Betrieb, 32.6 ha, Gemüsebetrieb, keine Tierhaltung

Bodentyp: mittelschwer und lehmig

Zusammenfassung Feldkalender n°2:

n°2	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Salat (31.03.+12.04.+28.04.16/11.06.+18.06.+27.06.16); Fenchel (07.07.+18.07.+27.07.+03.08.16/05.09.+16.09.+29.09.+17.10.16); Nüssler (14.09.16/13.10.16)	Linuron	2x Pflug (30.03.+03.07.16), Kreiselegge vor Pflanzung jeder Satz Salat, Fenchel und Nüssler, Scheibenegge nach Ernte Salat (27.06.16) + nach Ernte jeder Satz Fenchel, zusätzlich hacken maschinell und von Hand in den Kulturen
2017	Nüssler (27.03.+05.04.+11.04.17/21.04.+03.05.+05.05.17); Salat (15.05.+23.05.+30.05.+09.06.+13.06.+20.06.+27.06.17/24.06.+10.07.+19.07.+25.07.+31.07.+08.08.17); Nüssler (30.08.+06.09.+14.09.+20.09.+27.09.+12.10.17/27.09.+06.10.+10.10.+16.10.+02.11.+04.12.17)	Stomp Aqua, Kerb Flo	3x Pflug (20.02.+05.05.+22.08.17), Kreiselegge vor Pflanzung jeder Satz Nüssler und Salat, Scheibenegge nach Ernte jeder Satz Salat, zusätzlich hacken maschinell und von Hand in den Kulturen
2018	Kohlrabi (20.06.+04.07.+18.07.+31.07.+20.08.+28.08.+03.09.18/27.07.+10.08.+27.08.+11.09.+09.10.18)	Bredola	1x Pflug (05.05.18), Kreiselegge vor Pflanzung jeder Satz Kohlrabi, Scheibenegge (22.05., 16.06.18) und nach Ernte jeder Satz Kohlrabi, zusätzlich hacken maschinell und von Hand in den Kulturen
2019	Salat (31.05.+07.06.+14.06.+21.06.+28.06.19/08.07. bis 17.08.19); Rucola (02.08.+09.08.19/08.07. bis 17.08.19); Nüssler (12.08.+23.08.+10.09.19/08.07. bis 17.08.19)	Stomp Aqua, Proman	1x Pflug (08.04.19), Scheibenegge (06.05.19 + nach Ernte Salat + vor Pflanzung Rucola), Kreiselegge (06.05.19 + nach Ernte Rucola), Beetfräse (vor Saat Nüssler)



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°2	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	0.5	0.0**	0.0**	0.0**	0.0**
Zone 2	1.0	1.2	0.2	0.0	0.0
Zone 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zone 4	1.0	0.0***	0.0***	0.0***	0.0***

Abbildung 1: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°2 in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). Grüne Zahlen bedeuten signifikante Abnahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.

Ergebnis Parzelle 2

→ Starker Rückgang der Knöllchenzahlen. Wahrscheinlich auf die kurzen Kulturen und sehr vielen Bodenbearbeitungsdurchgänge zurückzuführen. Bei jedem Bodenbearbeitungsdurchgang wird das EMG mechanisch zerstört und die Knöllchenbildung wird erfolgreich verhindert.

→ Landwirt und Einschätzung der kantonalen Verantwortlichen

Telefon Gemüsegärtner (03.04.20): Vereinzelt noch Pflanzen in der Parzelle sichtbar, aber sehr wenige. Es gibt Probleme am Feldrand: Gras wird eingesät und gemäht. Schattige Parzelle. Pachtparzelle (seit circa 15 Jahren), vorher mit Mais, EMG war bereits in der Parzelle und wurde langsam verteilt bevor sich der Bewirtschafter des Problems bewusst war.

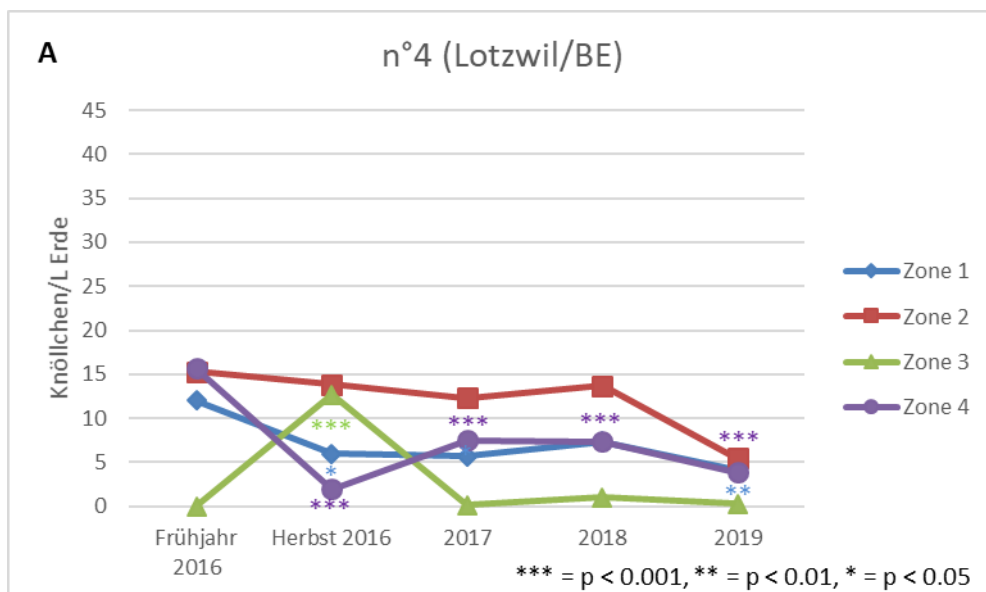
Betrieb 4 (n°4), Lotzwil (BE)

Fachstelle: Alexandra Schröder, ÖLN-Betrieb, 18 ha, mit Tierhaltung

Bodentyp: Braunerde, nicht so schwer

Zusammenfassung Feldkalender n°4:

n°4	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Silomais (26.05.16/19.10.16)	Dual Gold (2 l/ha) VS, Calaris, Titus, Basagran (500 g/ha)	1x Grubber (20.04.16) + 3x Egge vor Saat (26.04., 11.05., 21.05.16), Stoppelbehandlung wahrscheinlich mulchen
2017	Weizen (01.11.16/21.07.17)	Monitor (25 g/ha) NA, Ally Class, Glyphosat 360 (10 l/ha, Stoppelbehandlung)	1x Grubber (??), 1x Egge (??) vor Saat, 2x Grubber (07.08., 26.08.17)
2018	Triticale (03.10.17/12.07.18)	Glyphosat 360 (10 l/ha, Stoppelbehandlung)	1x Egge (03.10.17) vor Saat
2019	Silomais (14.06.19/24.10.19)	Dual Gold (2 l/ha) VS, Calaris, Titus, Glyphosat ?? (Einzelstockbehandlung in der Kultur)	1x Grubber (25.05.19) + 3x Egge vor Saat (31.05. +03.06. + 13.06.19) vor Saat



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°4	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	12.0	6.0*	5.7*	7.3	4.2**
Zone 2	15.3	13.8	12.3	13.7	5.5
Zone 3	0.0	12.7***	0.2	1.0	0.3
Zone 4	15.7	2.0***	7.5***	7.3***	3.8***

Abbildung 2: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°4 in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). Grüne Zahlen bedeuten signifikante Abnahmen, rote Zahlen signifikante Zunahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016..

Ergebnis Parzelle 4

→ Signifikante Abnahme der Knöllchenzahlen ab dem ersten Jahr in der Hälfte der Zonen.

Starker Rückgang der Knöllchenzahlen v.a. nach später Maissaat mit mehrmaliger Bodenbearbeitung 2016 und 2019.

Leichte Zunahme der Zahlen 2018 in Triticale.

Starke Zunahme der Zahlen in Zone 3 2016 nicht nachvollziehbar. Evtl. liegt ein Eingabefehler der Daten vor. Kann nicht zurückverfolgt werden.

→ Landwirt und Einschätzung der kantonalen Verantwortlichen

Der Betriebsleiter hat die Massnahmen gut und wie gewollt umgesetzt. Manchmal war er etwas spät, was für die Maissaat von Vorteil ist. Die Glyphosat-Spritzung wurde oft etwas zu spät appliziert. Der Betriebsleiter hat während der Projektdauer gelernt, dass er unbedingt Lücken vermeiden muss, und hat dies gut umgesetzt. Er hat wohl viel gelernt während den 4 Jahren und die kantonale Verantwortliche denkt, dass er auch weiterhin das EMG gut bekämpfen wird. Manchmal hatte sie den Eindruck, dass der Landwirt das EMG etwas unterschätzt und das Problem zu wenig ernst nimmt. Einmal hat er gesagt: «Das EMG kann ja gut bekämpft werden mit Dual Gold, und ist also kein Problem. »

Betrieb 7 (n°7a + 7b), Diepoldsau (SG)

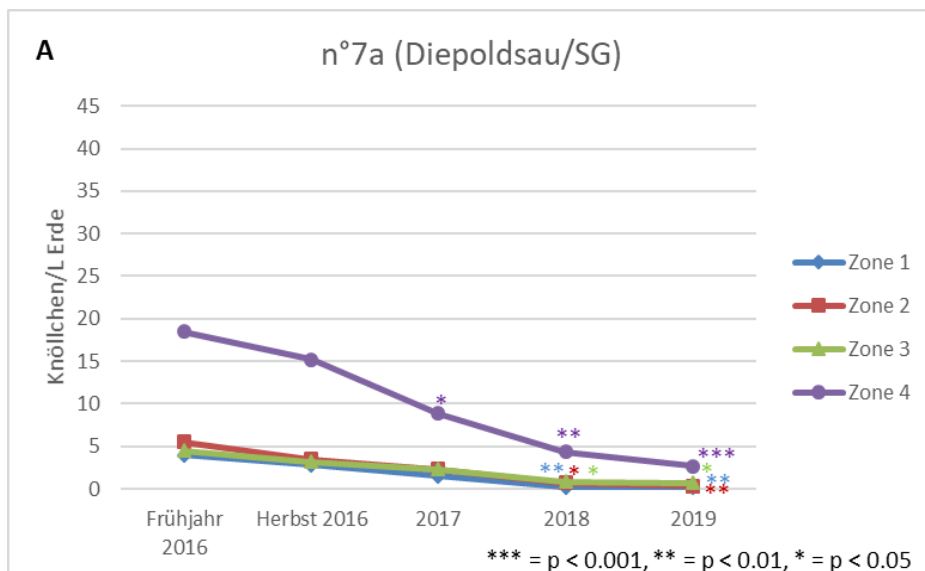
Fachstelle Pflanzenschutz SG Martina Aeschbacher, ÖLN Betrieb, 31 ha, Tierhaltung: Mastmunis und Fischzucht
Bodentyp: Halbmoor (stark gleyig, grundnass, tieftorfig)

Bei den Parzellen n°7a und 7b handelt es sich um das gleiche Feld, welches zweigeteilt wurde. Auf der einen Hälfte (Parzelle 7a) wurde 2016 und 2017 Frontier X2 (Dimethenamid) eingearbeitet, auf der anderen Hälfte (Parzelle 7b) wurde 2016 und 2017 Dual Gold (S-Metolachlor) eingearbeitet.

2018 und 2019 wurde das gesamte Feld gleich bewirtschaftet.

Zusammenfassung Feldkalender n°7a:

n°7a	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Silomais (27.05.16/11.10.16)	Frontier X2 (1.4 l/ha, VS), Equip Power (1 l/ha), Basagran (1 kg/ha) + Dasul	3x Grubber (22.04., 13.10.+ 30.10.16.) + 1x Pflug (11.05.16) + 1x Egge (26.05.16)
2017	Silomais (18.05.17/20.10.17)	Frontier X2 (1.4 l/ha, VS), Equip Power (1 l/ha) + Frontier X2 (1 l/ha), Basagran (1 kg/ha) + Dasul	1x Pflug (08.04.17) + 1x Egge (17.05.17) + 1x Mulcher (20.10.17)
2018	Soja (26.05.18/10.09.18)	Dual Gold (1 l/ha) VS, Bolero NA	1x Pflug (26.03.18) + 1x Grubber (10.04.18) + 1x Egge (25.05.18)
2019	Weizen (12.10.18/19.07.19)+ Zwischenfutter (26.07.19)	Refine Extra/Tomigan NA, Glyphosat 480 (8 l/ha, Stoppelbehandlung)	2x Grubber (09.10.18 + vor Saat Zwischenfutter), 1x Egge (12.10.18)

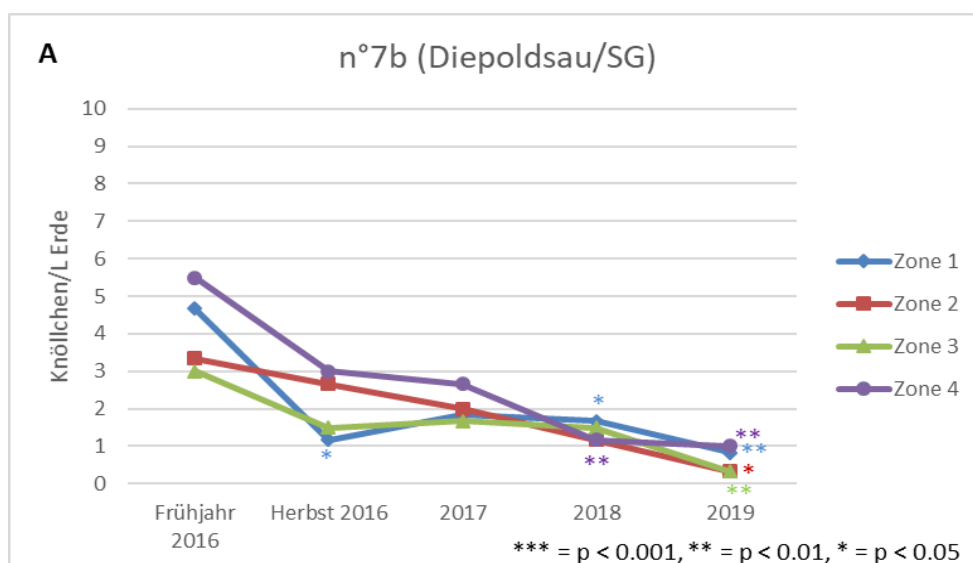


B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°7a	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	4.0	2.8	1.5	0.2**	0.2**
Zone 2	5.5	3.5	2.3	0.7*	0.3**
Zone 3	4.5	3.2	2.3	0.8*	0.7*
Zone 4	18.5	15.2	8.8*	4.3**	2.7***

Abbildung 3: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°7a in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). Grüne Zahlen bedeuten signifikante Abnahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.

Zusammenfassung Feldkalender n°7b:

n°7b	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Silomais (27.05.16/11.10.16)	Dual Gold (2 l/ha, VS), Equip Power (1 l/ha), Basagran (1 kg/ha) + Dasul	3x Grubber (22.04., 13.10.+ 30.10.16.) + 1x Pflug (11.05.16) + 1x Egge (26.05.16)
2017	Silomais (18.05.17/20.10.17)	Dual Gold (2 l/ha, VS), Equip Power (1 l/ha) + Frontier X2 (1 l/ha), Basagran (1 kg/ha) + Dasul	1x Pflug (08.04.17) + 1x Egge (17.05.17) + 1x Mulcher (20.10.17)
2018	Soja (26.05.18/10.09.18)	Dual Gold (1 l/ha, VS), Bolero NA	1x Pflug (26.03.18) + 1x Grubber (10.04.18) + 1x Egge (25.05.18)
2019	Weizen (12.10.18/19.07.19)+ Zwischenfutter (26.07.19)	Refine Extra/Tomigan NA, Glyphosat 480 (8 l/ha, Stoppelbehandlung)	2x Grubber (09.10.18 + vor Saat Zwischenfutter), 1x Egge (12.10.18)



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°7b	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	4.7	1.2*	1.8	1.7*	0.8**
Zone 2	3.3	2.7	2.0	1.2	0.3*
Zone 3	3.0	1.5	1.7	1.5	0.3**
Zone 4	5.5	3.0	2.7	1.2**	1.0**

Abbildung 4: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°7b in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B) . Grüne Zahlen bedeuten signifikante Abnahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.

Ergebnis Parzellen 7a und 7b

→ Generell konnten die Knöllchenzahlen auf dem gesamten Feld im Beobachtungszeitraum stark reduziert werden.

Unterschied Parzellen 7a und 7b:

Ziel war es herauszufinden, ob es Unterschiede in der Wirkung von Dimethenamid und S-Metolachlor auf EMG gibt. Es konnten keine Unterschiede in der Wirkung der beiden Herbizide festgestellt werden. In beiden Parzellen kam es tendenziell zu einer Abnahme der Knöllchenzahlen in 2016 und 2017 (jeweils einmal signifikant).

Zu stärkeren Abnahmen der Knöllchenzahlen kam es in 2018 und 2019.

→ Landwirt und Einschätzung der kantonalen Verantwortlichen

Der Landwirt ist sehr motiviert, zeigt viel Eigeninitiative und setzt die Vorgaben durch die Beratung unkompliziert und selbstständig um. Er hat ein grosses Interesse daran, dass EMG auf seinen Parzellen nach gegebenen Möglichkeiten zu bekämpfen. Er nimmt den entstehenden Mehraufwand in Kauf und ist sich des entstehenden Mehraufwands bewusst.

Der Betriebsleiter ist mit der Reduktion der Knöllchen auf seiner Parzelle zufrieden und wird die Bekämpfungsmassnahmen so weiterführen. Entsprechend seiner Meinung, ist eine deutliche Reduktion ersichtlich.

Es wurde mit einer sehr hohen Belastung auf diesem Feld gestartet und es konnte dennoch eine deutliche Reduzierung festgestellt werden. Die gewählten Bekämpfungsmöglichkeiten in der Fruchtfolge haben sich bewährt. Die eher einfache Fruchtfolge, ohne Gemüse, Kartoffeln oder andere Kulturen bei denen schlechtere Bekämpfungsmöglichkeiten, gegen das EMG zur Verfügung stehen, hat die Aufgabe eher erleichtert. Bei Mais lassen sich viele Möglichkeiten die eine gute Wirkung auf das EMG haben, kombinieren. Bei Soja lässt sich der Saattermin so verschieben, dass auch hier mehrmalige, vorgängige Bodenbearbeitung möglich ist. Zudem führt der Winterweizen, durch seine Konkurrenzkraft während den Keimwellen, zu erschwerten Entwicklungsbedingungen für das EMG. Nach der Ernte ist eine Stoppelbearbeitung, allenfalls in Kombination mit einem Pflanzenschutzmittel unabdingbar.

Entscheidend für den Erfolg ist, dass es sehr viel Eigeninitiative und Verständnis für Mehraufwand vonseiten des Landwirts braucht, um nachhaltig erfolgreich zu sein.

Wird beispielsweise die Kultur Mais, wie in diesem Versuch, so intensiv angebaut, kann dann irgendwann die Wirtschaftlichkeit ein starker Hemmfaktor werden.

Den Einfluss des Bodentyps, auf den Erfolg zur Bekämpfung des Erdmandelgrases, kann durch die kantonale Verantwortliche leider nicht beurteilt werden. Was aber in diesen 4 Jahren ersichtlich war ist, dass der Boden sicherlich einen grossen Einfluss auf die Umsetzung der Möglichkeiten hat. Je nach Bodentyp wird eine mehrmalige Bodenbearbeitung schwierig. Gerade in Jahren in denen viel Niederschlag fällt, müssen dann Kompromisse eingegangen werden.

Der Boden ist ein wichtiger Einflussfaktor. Je nach Bodentyp sind nämlich die Möglichkeiten für die Landwirte eingeschränkter.

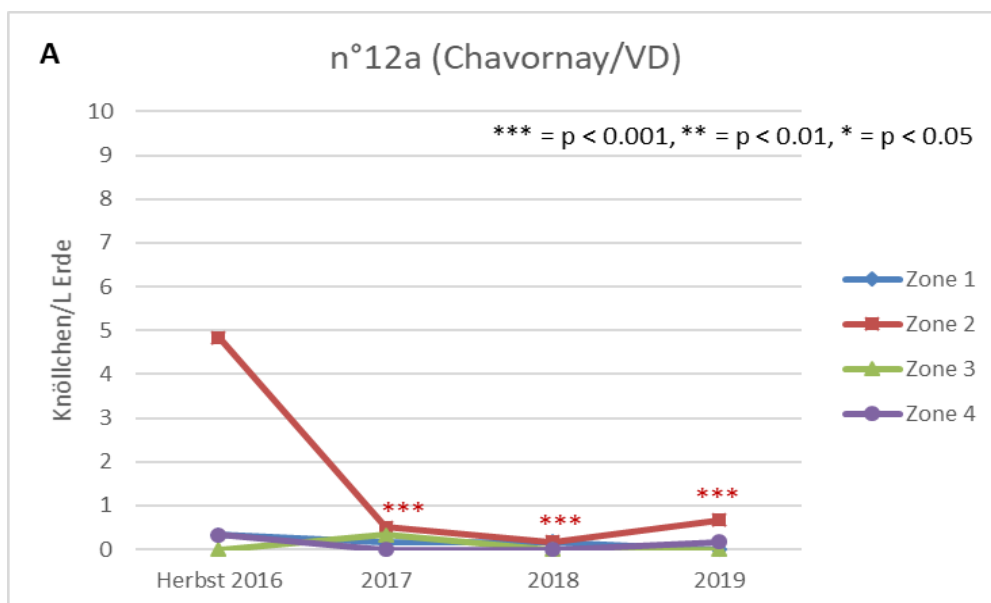
Betrieb 12 (n°12a+12b), Chavornay (VD)

Fachstelle: Pierre-Yves Jaquier, Exploitation IP-Suisse, 46 ha, mit Tierhaltung

Bodentyp: schwerer Boden (> 30% Ton)

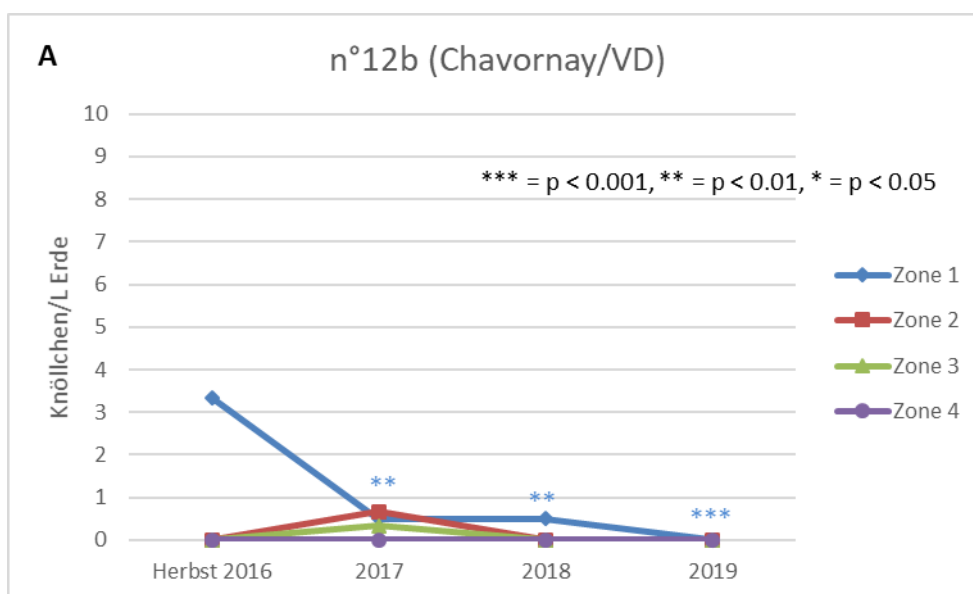
Zusammenfassung Feldkalender n°12a und 12b (gleiches Feld mit gleicher Bewirtschaftung)

n°12a+12b	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Silomais (10.05.16/01.10.16)	Glyphosat 360 (5 l/ha) VS, Equip Power (1.5 l/ha) NA	1x Pflug (23.12.15) + 1x Egge (08.05.16)
2017	Silomais (27.05.17/05.10.17)	Dual Gold (2 l/ha) VS, Equip Power (1.5 l/ha) NA + Manivel	2x Grubber (25.10., 27.11.16) + 2x Egge (08.04, 26.05.17)
2018	Silomais (09.05.18/14.09.18)	Dual Gold (2 l/ha) VS, Equip Power (1.5 l/ha) NA + Manivel	2x Grubber (19.10., 23.11.17) + 2x Egge (13.04, 09.05.18)
2019	Weizen (13.10.18/28.07.19)	Othello	1x Pflug (05.10.18) + 1x Egge (06.10.18)



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°12a	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	/	0.3	0.2	0.2	0.0
Zone 2	/	4.8	0.5***	0.2***	0.7***
Zone 3	/	0.0	0.3	0.0	0.0
Zone 4	/	0.3	0.0	0.0	0.2

Abbildung 5: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°12a in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). Grüne Zahlen bedeuten signifikante Abnahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Herbst 2016.



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°12b	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	/	3.3	0.5**	0.5**	0.0***
Zone 2	/	0.0	0.7	0.0	0.0
Zone 3	/	0.0	0.3	0.0	0.0
Zone 4	/	0.0	0.0	0.0	0.0

Abbildung 6: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°12b in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). Grüne Zahlen bedeuten signifikante Abnahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Herbst 2016.

Ergebnis Parzellen 12a und 12b

→ Generell konnten die Knöllchenzahlen auf dem gesamten Feld im Beobachtungszeitraum reduziert werden. 2019 sind nur noch wenige Knöllchen vorhanden.

In 6 der 8 Beprobungsflächen sind praktisch keine Knöllchen vorhanden. In den beiden Beprobungsflächen mit > 3 Knöllchen/Liter Erde, ab 2017 starker Rückgang der Knöllchenzahlen nach später Maissaat mit Einarbeitung von Dual Gold.

→ Einschätzung des kantonalen Verantwortlichen

Der Landwirt ist motiviert und wachsam. Die Vorgaben durch die Beratung werden gut umgesetzt.

Betrieb 13 (n°13a + 13b), Otelfingen (ZH)

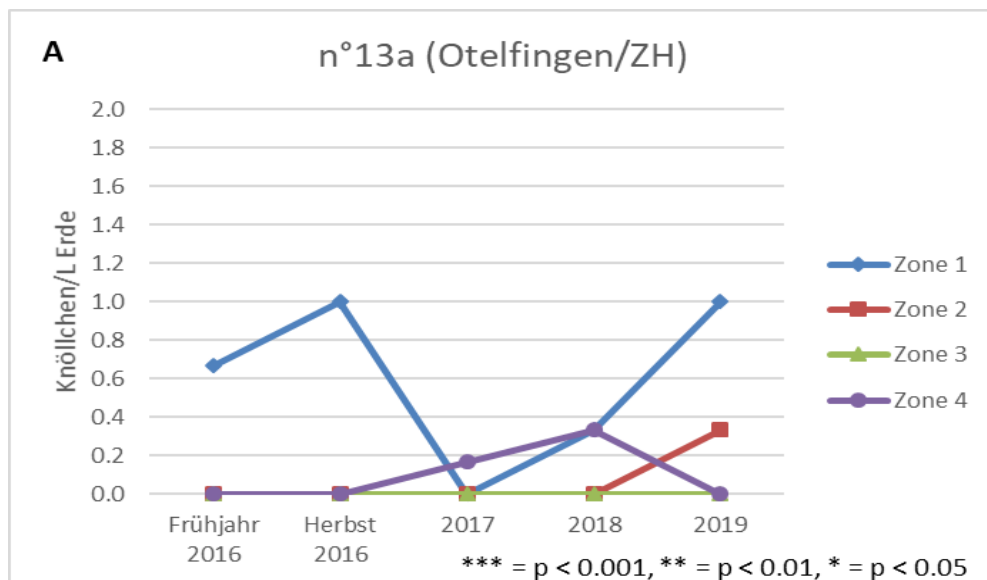
Fachstelle: Markus Hochstrasser, ÖLN mit Tierhaltung, 35 ha

Bodenart: Ton 26%, Schluff 21%, Humus 3%

Bei den Parzellen n°13a und 13b handelt es sich um das gleiche Feld! Der einzige Unterschied besteht im Datum der Maissaat 2016. In einer Feldhälfte (n°13a) wurde früh gesät (Ende April), in der anderen Hälfte (n°13b) wurde spät gesät (Anfang Juni). Alle weiteren Bewirtschaftungen waren identisch.

Zusammenfassung Feldkalender n°13a (frühe Maissaat 2016)

n°13a	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Silomais (30.04.16/08.09.16)	Dual Gold (2 l/ha) VS, Adengo NA, Glyphosat 360 (2 l/ha, Stoppelbehandlung)	1x Pflug (28.04.16) + 2x Egge (29.04., 30.04.16)
2017	Weizen (01.11.16/18.07.17)	Othello, Concert SX, Husar Duo, Monitor (25 g/ha)	1x Pflug (22.10.16) + 1x Egge (31.10.16) + 3x Grubber (03.08., 26.08., 08.09.17)
2018	Gerste (28.09.17/14.07.18) + Zwischenfutter (07.08.18 + Schnitt 27.09.18)	Herold SC, Glyphosat 360 (5 l/ha, Stoppelbehandlung)	1x Grubber (31.07.18) + 1x Egge (07.08.18)
2019	Zwischenfutter (Schnitt 31.03.19) + Silomais (16.05.19/??)	Dual Gold (2 l/ha) VS, Adengo + Equip Power (1.5 l/ha) NA	1x Pflug (03.04.19) + 2x Egge (24.04., 16.05.19)



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°13a	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	0.7	1.0	0.0	0.3	1.0
Zone 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Zone 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zone 4	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0

Abbildung 7: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°13a in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B) .

Zusammenfassung Feldkalender n°13b (späte Maissaat 2016)

n°13b	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Silomais (01.06.16/08.09.16)	Dual Gold (2 l/ha) VS, Adengo NA, Glyphosat 360 (2 l/ha, Stoppelbehandlung)	1x Pflug (28.04.16) + 2x Egge (21.05., 01.06.16)
2017	Weizen (01.11.16/18.07.17)	Othello, Concert SX, Husar Duo, Monitor (25 g/ha)	1x Pflug (22.10.16) + 1x Egge (31.10.16) + 3x Grubber (03.08., 26.08., 08.09.17)
2018	Gerste (28.09.17/14.07.18) + Zwischenfütter (07.08.18 + Schnitt 27.09.18)	Herold SC, Glyphosat 360 (5 l/ha, Stoppelbehandlung)	1x Grubber (31.07.18) + 1x Egge (07.08.18)
2019	Zwischenfütter (Siloschnitt 31.03.19) + Silomais (16.05.19/??)	Dual Gold (2 l/ha) VS, Adengo + Equip Power (1.5 l/ha) NA	1x Pflug (03.04.19) + 2x Egge (24.04., 16.05.19)

B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°13b	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	1.7	0.7	0.8	0.2**	0.2**
Zone 2	5.5	2.5	2.5	0.5**	0.2**
Zone 3	1.7	0.8	0.2*	0.2*	0.2*
Zone 4	7.3	2.3***	1.0***	1.0***	1.7***

Abbildung 8: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°13b in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). **Grüne Zahlen** bedeuten signifikante Abnahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.

Ergebnis Parzellen 13a und 13b

→ Die Knöllchenzahlen gingen stark zurück, v.a. auf der Parzelle n°13b. Die Knöllchenmenge in der Parzelle n°13a ist allerdings so niedrig, dass keine Veränderungen festgestellt werden können. Aufgrund der niedrigen Knöllchenzahlen im Teil n°13a kann auch keine Aussage darüber getroffen werden, ob die späte Maissaat im Jahr 2016 einen stärkeren Effekt auf die Reduzierung der Knöllchenzahlen hatte. Im Teil n°13b sieht man, dass die Knöllchenzahlen 2016 nach der späten Mais Saat in allen Zonen zurückgehen, allerdings nur einmal signifikant (Zone 4). Im weiteren Verlauf, starke Abnahme der Knöllchenzahlen, v.a. 2018 (Gerste und Zwischenfutter) und 2019 (Zwischenfutter und Mais).

→ Einschätzung des kantonalen Verantwortlichen und des Landwirts

Aus Sicht des Landwirts hat der Versuch gezeigt, dass es mit gezielten Massnahmen eine deutliche Reduktion des EMG Befalls gibt. Der Landwirt muss aber gewillt sein, auf den betroffenen Parzellen eine separate Fruchtfolge zu fahren. Am besten aus Mais und Getreide, allenfalls noch Wiese.

Der Landwirt ist sehr gewissenhaft mit den Versuchsflächen umgegangen. Er hat in den letzten Jahren selber erfahren, dass nur eine Kombination der Massnahmen (Saatzeitpunkt spät, mechanische Bekämpfung und Einsatz von Herbiziden) zum Erfolg führen. Er will seine Flächen säubern und setzt alles daran das EMG effektiv zu bekämpfen. Er hat vor gut 10 Jahren aus 2-3 belasteten Feldern EMG in neue noch unbelastete Felder verschleppt. Seit 5 Jahren ist dies nicht mehr der Fall, weil er mehr acht gibt und weil er auf den betroffenen Feldern aktiv bekämpft. Das gibt Ansporn keine weiteren Felder zu verseuchen.

5.3.2 Betriebe bei denen es zu einer starken Vermehrung des EMG kam

Auf 3 Betrieben nahmen die Knöllchenzahlen, bzw. die Verseuchung des Feldes im Versuchszeitraum signifikant zu (Tabelle 3). Die angewandten Massnahmen waren nicht erfolgreich.

- Generell sind die 3 Landwirte, die das EMG nicht erfolgreich bekämpft haben, weniger engagiert und motiviert. Empfehlungen der kantonalen Beratung wurden nicht immer gut umgesetzt. Teilweise wurden Bekämpfungsschritte vergessen (z.B. n°1a 2019, n°6a 2019).
- Die starke EMG Zunahme auf Parzelle n°1a im Jahr 2019 ist auf die mangelnde Bodenbearbeitung nach der Weizenernte und das Fehlen einer Gründüngung zurückzuführen.
- Auf Parzelle n°6a im Jahr 2019 wurde die Bodenbearbeitung auf der Brache Fläche zwischen Ende Mai und Anfang August vergessen, was zu einem Anstieg der EMG Befalls führte.
- Auf den Parzellen n°11a und 11b führte der Futteranbau 2019 zu einer sehr starker Vermehrung der Knöllchenzahlen!
 - In allen drei Fällen kann man sehen, dass ein Jahr mit einer «falschen» oder «schlecht etablierten» Kultur mehrere Jahre der erfolgreichen EMG Bekämpfung zunichte machen kann
- Mit zwei Ausnahmen wurde der Mais eher früh gesät. Bei früher Maissaat kann eine wiederholte mechanische Zerstörung der EMG Pflanzen nicht durchgeführt werden. Die frühe Maissaat führte auf Parzelle n°6a zu einer signifikanten Zunahme der Knöllchenzahlen in den Jahren 2017 und 2018.

Betrieb	n°	2016	EMG	2017	EMG	2018	EMG	2019	EMG
1	1a	Körnermais (11.05.16)	↑	Weizen (01.10.16)	→	Körnermais (28.04.18)	↑	Weizen (??)	↑↑
	1b		→		↓		↑		↑
6	6a	Mais (20.05.16)	→	Silomais (16.05.17)	↑	Mais (12.05.18)	↑	Schwarzbrache + Ölrettich (12.09.19)	↑
	6b		→		→		→		→
11	11a	Soja (09.06.16) + Inkarnatklée (14.10.16)	↓	Mais Polenta (22.05.17)	↑	Weizen (02.11.17) + MST-330 (11.09.18)	↑	MST-330	↑↑
	11b	Weizen (22.10.15) + Inkarnatklée (14.07.16)	→	Körnermais (10.05.17)	↓	Weizen (02.11.17) + MST-330 (11.09.18)	↑	MST-330	↑↑

Tabelle 3: Zusammenfassung der Fruchtfolgen und Entwicklung der Knöllchenzahlen von 2016 bis 2019. Betrieb = Betriebsnummer von 1 bis 14, n° = Nummer der Beprobungsfläche im Feld, 2016 bis 2019 = angebaute Kultur im jeweiligen Jahr (mit Saatzeitpunkt), alle **gelben Felder** bedeuten späte Maissaat (nach dem 20. Mai), alle **braunen Felder** bedeuten frühe Maissaat (vor dem 20. Mai), EMG: ↓ = Abnahme der Knöllchenzahlen, → gleichbleibende Knöllchenzahlen, ↑ = Zunahme der Knöllchenzahlen, **graue Felder** = keine signifikante Veränderung der Knöllchenzahlen, **rote Felder** = signifikante Zunahme der Knöllchenzahlen im Vergleich zur Ausgangsverseuchung im Frühjahr 2016.

Betrieb 1 (n°1a+1b), Herzogenbuchsee (BE)

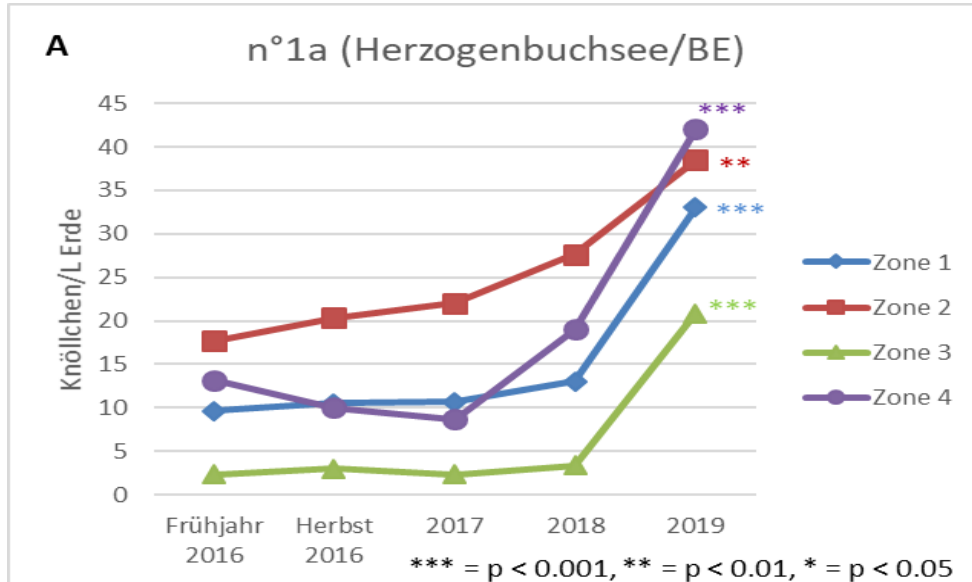
Fachstelle: Alexandra Schröder, ÖLN-Betrieb, 31 ha, mit Tierhaltung

Bodentyp: wahrscheinlich lehmige Braunerde (sehr schwerer Boden mit viel Schluff).

Zusammenfassung Feldkalender n°1a und 1b:

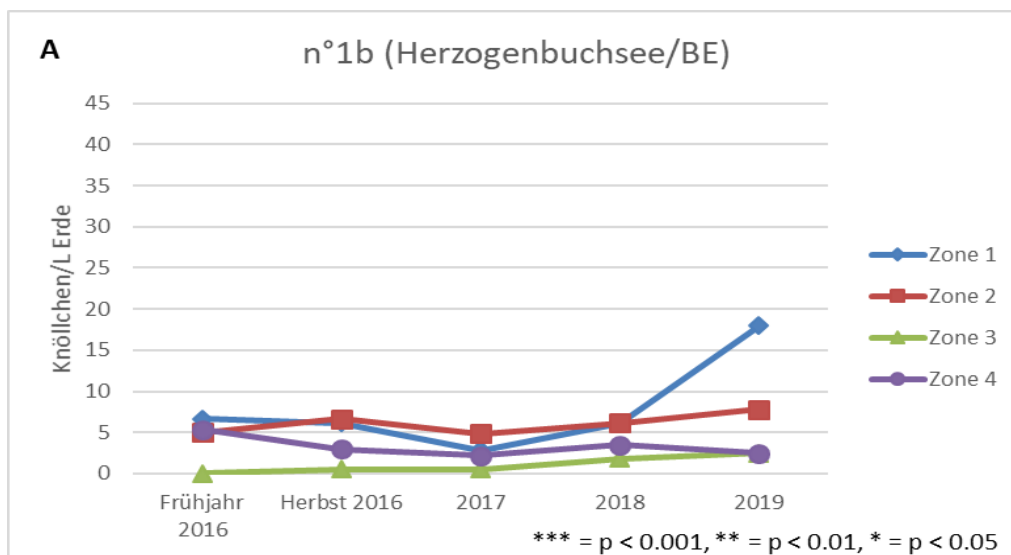
Parzellen 1a und 1b sollten ursprünglich unterschiedlich bewirtschaftet werden (Fläche 1 Brache/Gründüngung, Fläche 2 Mais). Diese Vorgabe wurde nicht eingehalten. Beide Parzellen wurden gleich bewirtschaftet. Es wurden allerdings in zwei unterschiedlichen Bereichen des Feldes Knöllchenproben genommen.

n°1a+1b	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Körnermais (11.05.16/??)	Dual Gold (eingearbeitet), Equip Power NA	1x Grubber (11.04.16) + 3x Egge (12.04., 29.04., 11.05.16 vor Saat, 1x Hacken in der Kultur (06.07.16)
2017	Weizen (01.10.16/??) + Ölrettich (19.08.17)	Monitor , Glyphosat vor Saat Ölrettich	1x Egge (18.08.17) vor Saat Zwischenfrucht
2018	Körnermais (28.04.18/???)	Dual Gold NA, Equip Power NA	3x Grubber (Ende März 18, dann noch 2x vor Saat), 1x Hacken (04.05.18) in der Kultur
2019	Weizen (??/??)	Monitor	



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°1a	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	9.7	10.5	10.7	13.0	33.0***
Zone 2	17.7	20.3	22.0	27.7	38.5**
Zone 3	2.3	3.0	2.3	3.3	20.8***
Zone 4	13.2	10.0	8.7	19.0	42.0***

Abbildung 9: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°1a in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). Rote Zahlen bedeuten signifikante Zunahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°1b	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	6.7	6.2	2.8	6.2	18.0
Zone 2	5.0	6.7	4.8	6.2	7.8
Zone 3	0.0	0.5	0.5	1.8	2.5
Zone 4	5.3	3.0	2.2	3.5	2.5

Abbildung 10: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°1b in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B).

Ergebnis Parzellen 1a und 1b

→ Zunahme der Knöllchenzahlen, v.a. im letzten Jahr trotz; regelmässiges Herbizidbehandlungen mit Dual Gold, Equip Power, Monitor und Glyphosat.

2016 + 2018: Keine Abnahme der Knöllchenzahlen durch relativ frühe Maissaat. Ausserdem wurde im Jahr 2018 vergessen Dual Gold vor der Maissaat einzuarbeiten. Es wurde erst nach der Saat gespritzt und zwischen den Reihen eingehackt.

2017: Keine Zunahme der Knöllchenzahlen im Weizen + Ölertrich.

2019: Der Weizen ist unregelmässig aufgelaufen. Es gab viele Lücken. Nach der Weizenernte 2019, wurde keine Bodenbearbeitung durchgeführt und keine Zwischenfrucht gesät. Das führte praktisch zu einer EMG Monokultur und einer sehr starken Vermehrung der Knöllchenzahlen

Vernässte Stelle im Feld mit vermehrt EMG. Diese Stelle wurde nicht beprobt.

→ Landwirt und Einschätzung der kantonalen Verantwortlichen

Überforderter Betriebsleiter, mangelnde Genauigkeit beim Umsetzen der Empfehlungen durch die Beratung. Der Betriebsleiter hat die Massnahmen oft zu spät oder falsch umgesetzt, und musste häufig darauf hingewiesen werden, was jetzt zu tun ist. Ein Plan mit den Massnahmen anfangs Jahr hat nicht gereicht. Während der Saison musste mehrmals das Feld besucht und die Massnahmen mussten immer wieder erwähnt werden. Der Betriebsleiter hat wohl erwartet, dass man ihm immer sagt, was er wann tun muss, was ja eigentlich nicht das Ziel war. Und: Er hat Teile der Parzelle für andere Versuche zur Verfügung gestellt bzw. einmal hat noch ein Fest darauf stattgefunden. Das macht die Bekämpfung auch nicht einfacher.

Einfluss Bodentyp:

Weil der Boden sehr schluffig ist, ist er sehr erosionsanfällig. Durch die vielen Bodenbearbeitungen hat es viel Erosion gegeben. Dort, wo Erosion stattgefunden hat, konnte das EMG ungehindert wachsen. Es hat also von der Erosion profitiert. Aber einen direkten Zusammenhang sieht Alexandra Schröder nicht, andere Landwirte rundherum haben das EMG im Griff. Sie setzen dort eher auf Federzinkenegge statt auf Kreiselegge. Die Federzinkenegge ist für diesen Bodentyp bodenschonender.

Betrieb 6 (n°6a+6b), Murten (FR)

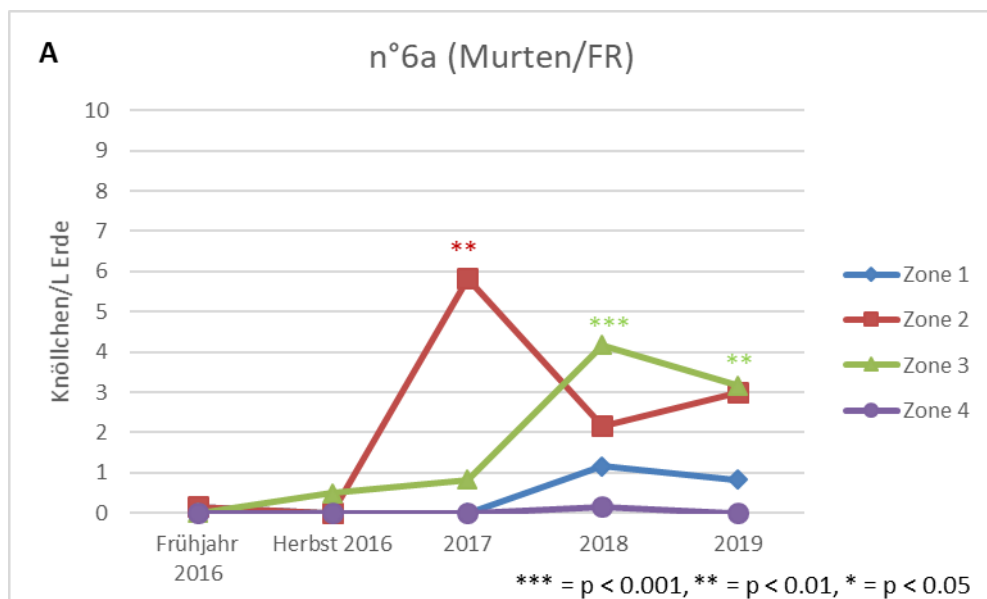
Fachstelle: Lutz Collet (2016 bis 2019) + Jonathan Heyer (ab 2019), 22 ha, Betriebsart: ÖLN ohne Viehhaltung

Bodentyp: Fahlgley anmoorig. Skelettfrei, Lehm bis toniger Lehm, ziemlich flachgründig

Kein Unterschied zwischen beiden Parzellen. Beprobung von zwei Parzellen wegen geringer Knöllchenzahl.

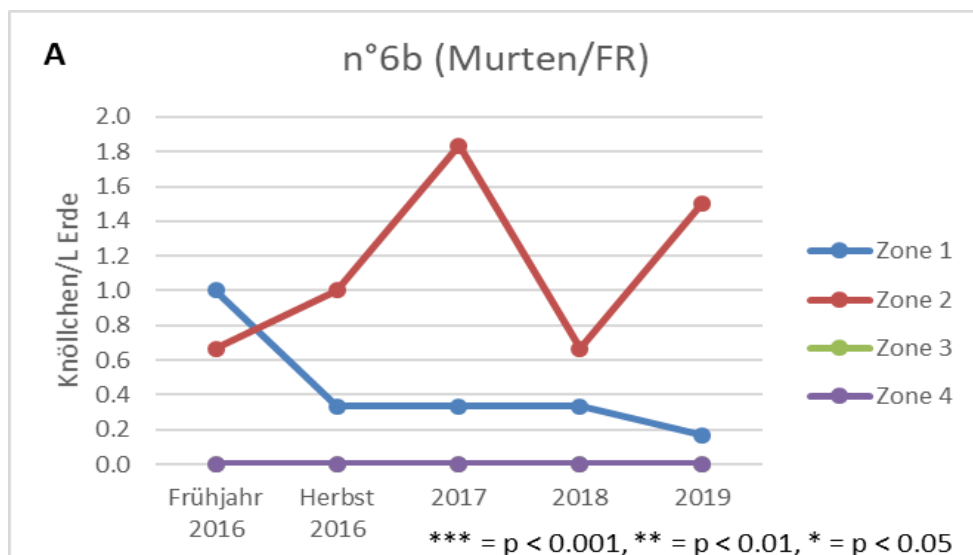
Zusammenfassung Feldkalender n°6a und 6b:

n°6a+6b	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Mais (20.05.16)	Dual Gold VS eingearbeitet, 2x Callisto+Titus, Equip Power NA , Lentagran	Vorsaat: Grubber (11.04.16), Egge (12.05.16), in Kultur Gänsefußschar (02.07.16)
2017	Silomais (16.05.17/30.09.17) + Gründüngung (20.10.17)	Dual Gold VS eingearbeitet, Lumax und Aspect, Equip Power NA	Vorsaat: mechanische Bearbeitung Grubber (08.04.17) + Egge (04.05.17), in Kultur Sternhacke (22.06.17) zum anhäufeln
2018	Mais (Direktsaat 12.05.18)	Dual Gold im Band zur Saat, Equip Power + Aspect NA, Elumis	Mulchen Gründüngung (10.05.18)
2019	Brache + Ölrettich (12.09.19)	Dual Gold	4x Grubber (17.05., 31.05., 04.08. + 27.08.19) Keine Bodenbearbeitung zwischen Ende Mai und Anfang August!, Wollschweine bis Mitte August



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°6a	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	0.2	0.0	0.0	1.2	0.8
Zone 2	0.2	0.0	5.8**	2.2	3.0
Zone 3	0.0	0.5	0.8	4.2***	3.2**
Zone 4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0

Abbildung 11: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°6a in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). Rote Zahlen bedeuten signifikante Zunahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016. Im Prinzip ist der ganze beprobte Bereich vernässt. Zonen 1 und 4 am wenigsten.



B

	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°6b	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	1.0	0.3	0.3	0.3	0.2
Zone 2	0.7	1.0	1.8	0.7	1.5
Zone 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zone 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Abbildung 12: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°6b in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). In den Zonen 3 und 4 konnten keine Knöllchen in den Bodenproben gefunden werden

Ergebnis Parzellen 6a und 6b

→ Tendenzielle Zunahme der Knöllchenzahlen, teilweise signifikant.

2016: keine Veränderung der Knöllchenzahlen

2017: eher Zunahme der Knöllchenzahlen (1x signifikant). Späte Maissaat in Kombination mit Einsatz von Dual Gold und Equip Power führte nicht zu einer Verringerung der Knöllchenzahlen.

Regelmässige Herbizidbehandlungen mit Dual Gold, Equip Power, Monitor und Glyphosat. Genaue Angaben fehlen aber.

2018 + 2019 keine grossen Veränderungen der Knöllchenzahlen.

→ Landwirt und Einschätzung des kantonalen Verantwortlichen

Die Empfehlungen durch die Beratung wurden grob umgesetzt, es wurden eigene Wege gewählt, was zum Beispiel das frühzeitige Mulchen einer Gründüngung im Jahr 2018 zeigt. Der Maisertrag steht zu sehr im Vordergrund, denn die Kultur müsste etwas später gesät werden um zusätzliche Bodenbearbeitung zu ermöglichen.

Dem Pächter (Landwirt x) wurde ab 2019 von der Gemeinde eine andere Parzelle zugewiesen, mit dem Ziel, dass der Betrieb y die Parzelle gegen Entschädigung für die geleisteten zusätzlichen Arbeiten saniert. Festgelegt wurde ein Vorgehen mit Schwarzbrache, d.h. wiederholte Bodenbearbeitungen bei jeder Keimwelle von EMG und eine Stabilisierung mit Gründünger Ende Juni. Zusätzlich wurden Wollschweine eingesetzt. Nach anfänglich hoher Motivation, wurde das festgelegte Protokoll trotz Erinnerungen durch die Beratung nur mit grosser Verzögerung umgesetzt. Anfänglich hielt sich der Bewuchs in Grenzen, die Wollschweine leisteten eine gute Arbeit, und die Eggenstriche waren wirksam. Ab dem Zeitpunkt der Getreideernte auf den anderen Feldern des Betriebs, wurde das EMG völlig sich selbst überlassen. Die Schweine konnten den massiven Aufwuchs nicht mehr meistern, die Bodenbearbeitungen wurden nicht mehr durchgeführt und die Gründüngung wurde zu spät eingesät.

Die Parzelle ist Pachtland und im Besitz der politischen Gemeinde Murten. Diese hat per 2019 die Parzelle einem anderen Bewirtschafter übergeben mit der Hoffnung, dass EMG besser bekämpft wird. Die Bedingungen zur Bekämpfung von EMG sind schwierig, da im Sommer optimale Wachstumsbedingungen für EMG gegeben sind. Der hohe Humusgehalt ergibt eine hohe Nachlieferung von Stickstoff und die Wasserversorgung ist durch die Nähe des Grundwasserspiegels gegeben; es bestehen vernässte Senken. Daraus entstehen sehr kräftige Pflanzen. In diesem schweren Boden können Pflanzen allgemein nicht einfach ausgegraben werden, Bodenherbizide werden rasch an Partikel gebunden und sind weniger wirksam. EMG erstreckt sich auf ca. einem Drittel der Parzelle was in diesem Fall ca. 33 Aren ausmacht. Die Grösse des Befalls stellt ebenfalls eine gewisse Herausforderung dar.

Bodenbearbeitungen vor der Maissaat haben spärlich stattgefunden. Einzelstockbekämpfungen fanden gar nicht statt.

Während dem Projekt wurde immer wieder EMG beobachtet, das fähig war Knöllchen zu bilden.

Betrieb 11 (n°11a+11b), Gudo (TI)

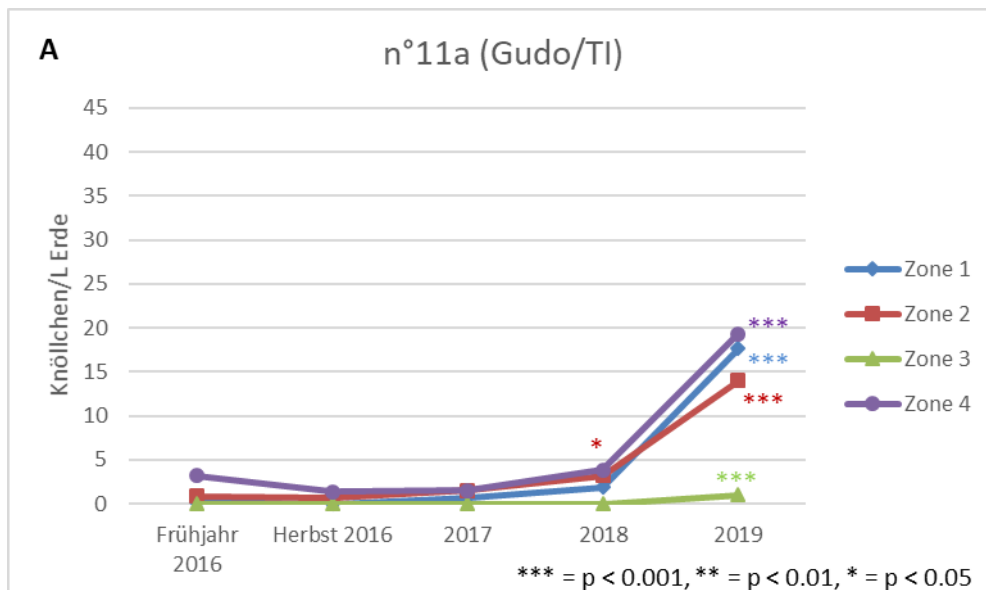
Fachstelle: Pier Francesco Alberto, Bio Ackerbau, 50 ha, ohne Viehhaltung

Bodentyp : eher sandig, nicht tiefgründig, sehr steinig

Bei den Parzellen n°11a und 11b handelt es sich nicht um das gleiche Feld! Unterschiede bestehen in den Jahren 2016 und 2017. In Feld n°11a wurde 2016 Soja gesät und der Mais 2017 relativ spät. In Feld n°11b wurde 2016 Weizen geerntet und der Mais 2017 früher gesät. Die Bewirtschaftungen 2018 und 2019 waren praktisch identisch.

Zusammenfassung Feldkalender n°11a:

n° 11a	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Soja (09.06.16/24.09.16) + Inkarnatklée (14.10.16)	kein Herbi- zid	1x Pflug (22.03.16) + 3x Egge (07.04., 03.05., 08.06.16) + 1x Striegel (23.06.16) + 3x hacken (27.06., 05.07., 15.07.16)
2017	Mais (Polenta) (22.05.17/27.08.17)	kein Herbi- zid	2x Pflug (09.05., 17.10.17) + 2x Egge (16.05., 02.11.17) + 1x Striegel (22.05.17) 2x hacken (01.06., 08.06.17)
2018	Weizen (02.11.17/30.06.18) + MST-330 (11.09.18)	kein Herbi- zid	1x Egge (20.08.18) + 2x cultivateur (03.09., 10.09.18)
2019	MST-330 (Mahd: 13.05., 24.06., 09.09., 04.12.19)	kein Herbi- zid	keine Bodenbearbeitung



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°11a	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	0.2	0.0	0.7	1.8	17.7***
Zone 2	0.8	0.7	1.5	3.2*	14.0***
Zone 3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0***
Zone 4	3.2	1.3	1.5	3.8	19.3***

Abbildung 13: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°11a in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). **Rote Zahlen** bedeuten signifikante Zunahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.

Ergebnis Parzelle 11a

→ Sojaanbau 2016 verringert tendenziell die Knöllchenzahl, die Veränderungen sind allerdings nicht signifikant.

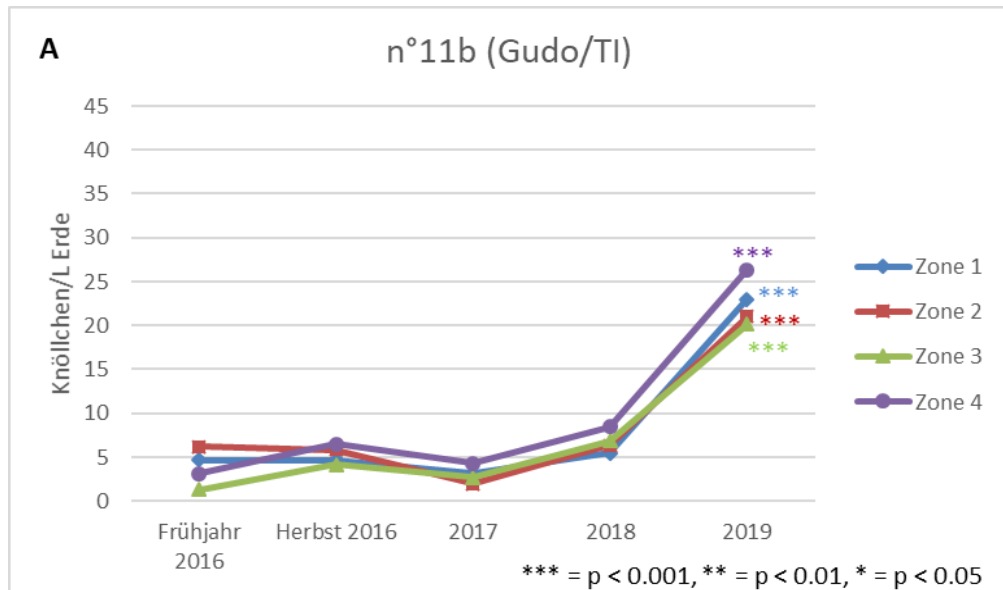
Späte Maissaat 2017 erlaubt es die Knöllchenzahlen tief zu halten.

Weizenanbau 2018 führt zu tendenzieller Zunahme von EMG (nur in Zone 2 signifikant).

Futteranbau 2019 führt zu sehr starker Vermehrung der Knöllchenzahlen.

Zusammenfassung Feldkalender n°11b:

n°11b	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Weizen (22.10.15/08.07.16) + Inkarnatklée (14.07.16)	kein Herbizid	1x Egge (14.07.16)
2017	Körnermais (10.05.17/09.10.17)	kein Herbizid	2x Pflug (09.05., 17.10.17) + 2x Egge (10.05., 02.11.17) + 1x Striegel (22.05.17) + 2x hacken (01.06., 08.06.17)
2018	Weizen (02.11.17/30.06.18) + MST-330 (11.09.18)	kein Herbizid	1x Egge (20.08.18) + 2x cultivateur (03.09., 11.09.18)
2019	MST-330 (Mahd: 13.05., 24.06., 13.08., 09.09.19 + pâture 25.10.19)	kein Herbizid	keine Bodenbearbeitung



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°11b	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	4.7	4.7	3.2	5.5	23.0***
Zone 2	6.2	5.8	2.0	6.3	21.0***
Zone 3	1.3	4.2	2.7	6.8	20.2***
Zone 4	3.2	6.5	4.3	8.5	26.3***

Abbildung 14: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°11b in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). Rote Zahlen bedeuten signifikante Zunahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.

Ergebnis Parzelle 11b

→ bis 2018 keine signifikante Veränderung der Knöllchenzahlen.

Tendenzielle Abnahme der Knöllchenzahlen nach Körnermais 2017, nicht signifikant.

Tendenzielle Zunahme der Knöllchenzahlen im Weizen 2018, nicht signifikant.

Wie auf Parzelle 17 führte der Futteranbau 2019 zu einer sehr starken Vermehrung der Knöllchenzahlen.

Parzellen 11a und 11b

→ Landwirt und Einschätzung des kantonalen Verantwortlichen

- L'agriculteur est très motivé et attentif, il a de la bonne volonté et parvient à obtenir une production acceptable tenu compte de la mauvaise qualité du sol.
- Gestion opérationnelle surchargée, la gestion de la ferme de 50 ha ne se fait que par trois personnes, il est donc difficile d'agir localement sur les foyers individuels de souchet pour les combattre directement.
- En général, le travail du sol maintient la présence de souchet stable, ce qui ne l'augmente pas mais ne l'élimine pas non plus. Etant donné que c'est une exploitation bio, le travail du sol est le seul moyen de lutte contre le souchet, donc la lutte est efficace si les travaux prévus pour la culture se trouvent pendant la période optimale pour dégager le souchet, c'est à dire pendant la période de repousse (au printemps avril mai juin). Par ex. la culture du maïs nécessite plusieurs sarclages. Autrement dit, si la culture n'a pas besoin des travaux du sol fréquent (par ex. couverture végétale) le souchet peut se développer sans obstacle.

Le responsable cantonal mentionne que les prairies semées à l'automne 2018 ont eu de la peine à s'implanter, et qu'elles n'ont pas été capables de concurrencer la croissance du souchet comestible, ce qui explique l'augmentation du nombre de tubercules en 2019. Dans les conditions du sud des alpes, il y aurait lieu de travailler sur la recherche de mélanges de prairies et/ou de techniques de semis qui permettent une meilleure implantation de la culture fourragées pour assurer une forte concurrence face au souchet comestible.

5.3.3 Betriebe bei denen der EMG Befall unverändert blieb

Auf den übrigen 6 Betrieben blieben die Knöllchenzahlen trotz angewandter Massnahmen konstant, d.h. die Bekämpfung war nicht erfolgreich (Tabelle 4). Der EMG Befall konnte lediglich stabil gehalten werden.

- Mais wurde in allen Fällen früh gesät und führte nicht zu einer Verringerung der Knöllchenzahlen, d.h. eine frühe Maissaat ist bei der EMG Bekämpfung nicht zu empfehlen.

Betrieb	n°	2016	EMG	2017	EMG	2018	EMG	2019	EMG
3	3	Silomais (09.05.16)	↑	Körnermais (24.04.17)	↑	Körnermais (27.04.18)	↑	Weizen (26.10.18)	↓
5	5	Körnermais (17.05.16)	↓	Sommerzwiebeln (09.03.17)	→	Gerste (23.10.17)/Weizen (16.11.17) + Phacelia (??)	↑	Weizen (15.11.18) + Phacelia (31.09.19)	↓
8	8	Silomais (09.05.16)	↓	Körnermais (14.05.17)	→	Weizen (16.10.17) + Sareptasenf (?)	↑	Saatkartoffeln (12.04.19)	↑
9	9	Silomais (06.05.16)	→	Gerste (27.09.16)	↑	Kunstwiese (12.07.17)	→	Kunstwiese	→
10	10	Zucchetti (20.04.16)	→	Silomais (06.05.17)	↓	Kartoffeln (08.03.18) + Zwiebeln (22.08.18)	↑	Knollensellerie (07.06.19)	↓
14	14a	Weizen (05.11.15) + Grünschnittroggen (28.08.16)	↑	Silomais (13.05.17)	→	Weizen (18.10.17)	→	Gerste (03.10.18)	↓
	14b		x		→		→		→

Tabelle 4: Zusammenfassung der Fruchtfolgen und Entwicklung der Knöllchenzahlen von 2016 bis 2019. Betrieb = Betriebsnummer von 1 bis 14, n° = Nummer der Beprobungsfläche im Feld, 2016 bis 2019 = angebaute Kultur im jeweiligen Jahr (mit Saatzeitpunkt), alle **braunen Felder** bedeuten frühe Maissaat (vor dem 20. Mai), EMG: ↓ = Abnahme der Knöllchenzahlen, → gleichbleibende Knöllchenzahlen, ↑ = Zunahme der Knöllchenzahlen, **graue Felder** = keine signifikante Veränderung der Knöllchenzahlen, **rote Felder** = signifikante Zunahme der Knöllchenzahlen im Vergleich zur Ausgangsverseuchung im Frühjahr 2016.

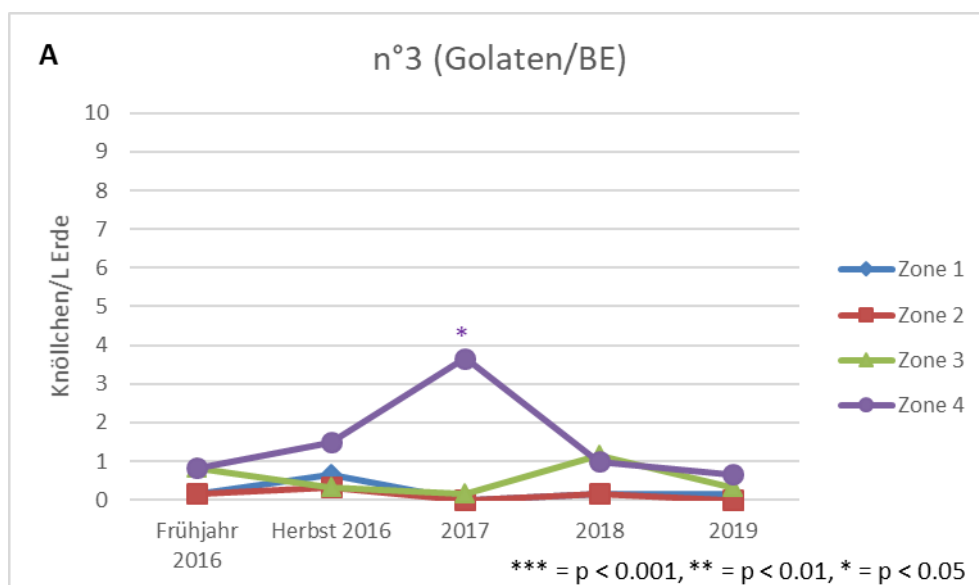
Betrieb 3 (n° 3), Golaten (BE)

Fachstelle: Rahel Müller, ÖLN-Betrieb, 30 ha, mit Tierhaltung

Bodentyp: ??

Zusammenfassung Feldkalender n°3:

n°3	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Silomais (09.05.16/04.11.16)	Glyphosat (vor Saat), Dual Gold (eingearbeitet), Equip Power NA	2x Grubber (29.04.+08.05.16) + 1x Egge (08.05.16), keine Stoppelbehandlung
2017	Körnermais (24.04.17/02.11.17)	Dual Gold , Equip Power NA	1x Grubber (21.04.17) + 1x Egge (21.04.17), keine Stoppelbehandlung
2018	Körnermais (27.04.18/23.10.18)	Dual Gold , Equip Power NA	1x Grubber (24.04.18) + 1x Egge (24.04.18), Hacken (26.05.18)
2019	Weizen (26.10.18./23.07.19)	Monitor , Duplosan, Glyphosat nach Ernte	1x Pflug (25.10.18) + Stoppelbearbeitung (27.07.19)



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°3	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	0.2	0.7	0.0	0.2	0.2
Zone 2	0.2	0.3	0.0	0.2	0.0
Zone 3	0.8	0.3	0.2	1.2	0.3
Zone 4	0.8	1.5	3.7*	1.0	0.7

Abbildung 15: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°3 in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). **Rote Zahlen** bedeuten signifikante Zunahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.

Ergebnis Parzelle 3

→ Keine Veränderungen der Knöllchenzahl. 3 Jahre fortlaufend Mais ermöglichen es die Knöllchenzahlen gering zu halten. Maissaat ziemlich früh. Kein negativer Effekt sichtbar. 2019 immer noch Knöllchen vorhanden. Landwirt: keine Informationen zum Landwirt. Rahel Müller in Mutterschutz. Arbeitet ausserdem nicht mehr für den Gemüseering.

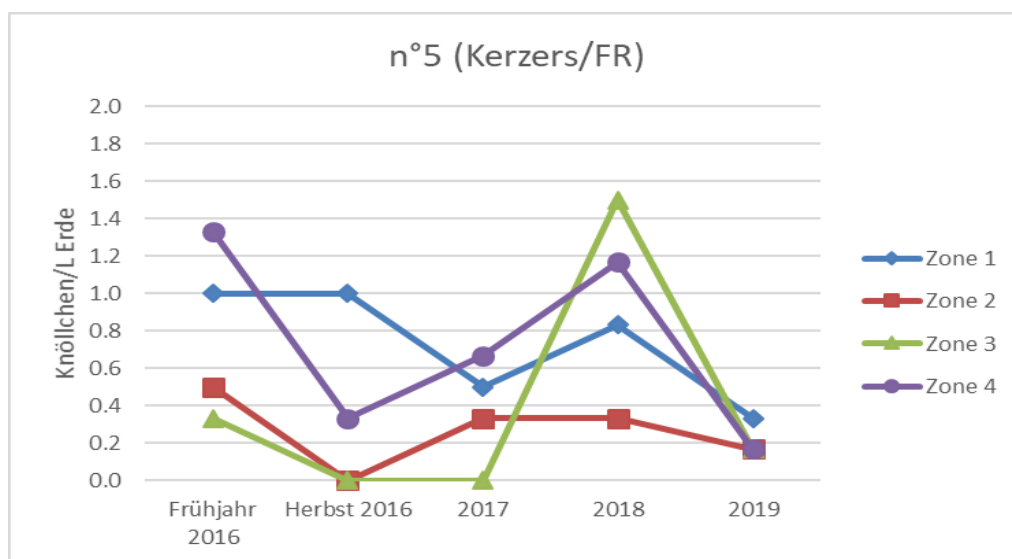
Betrieb 5 (n°5), Kerzers (FR)

Fachstelle: Lutz Collet (2016 bis 2019) + Jonathan Heyer (ab 2019), 23 ha, Betriebsart: ÖLN, ohne Viehhaltung (Zufuhr von Hühner und Rindermist)

Bodentyp: Braunerde, schwacher Pseudogley, sandiger lehm-lehm, sehr tiefgründig

Zusammenfassung Feldkalender n°5:

n°5	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Körnermais (17.05.16/03.11.16)	Dual Gold VA eingearbeitet, Callisto NA, Basagran NA	Bodenfräse (03.05.16), Pflug (14.05.16), Egge (14.05.16), 2x Hacken (??)
2017	Sommerzwiebeln (09.03.17/17.08.17)	Stomp Aqua, Topper, Targa Super, Basagran , Frontier, Bandur, Monitor (nach Ernte)	Pflug Dez. 16, Egge März 17, 1x Hacken (04.04.17) + 3x Hacken (Mais, Juni, Juli)
2018	Gerste (23.10.17/16.06.18) + Weizen (16.11.17/14.07.18) (Feld zweigeteilt)+ Phacelia (??)	Artist, Checker, Monitor	Pflug (15.10.17), 2x Egge (21.10.+16.11.17), 1x Grubber (nach Ernte 18)
2019	Weizen (15.11.18/15.07.19) + Phacelia (31.09.19)	Artist, Checker, Monitor (nach Ernte)	Pflug (13.11.18) + 1x Egge (13.11.18) + Grubber (31.09.19)



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°5	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	1.0	1.0	0.5	0.8	0.3
Zone 2	0.5	0.0	0.3	0.3	0.2
Zone 3	0.3	0.0	0.0	1.5*	0.2
Zone 4	1.3	0.3	0.7	1.2	0.2

Abbildung 16: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°5 in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). **Rote Zahlen** bedeuten signifikante Zunahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.

Ergebnis Parzelle 5

→ Gleichbleibende Knöllchenzahlen. Keine Zunahme des EMG Befalls.

Leichter Rückgang der Zahlen durch späte Maissaat 2016 (nicht signifikant).

Leichte Zunahme der Zahlen 2018 im Getreide (nicht signifikant).

Trotz intensiver Bekämpfung wird kein signifikanter Rückgang der Knöllchenzahlen erreicht.

→ Landwirt und Einschätzung des kantonalen Verantwortlichen

Sehr motiviert, was die Behandlungen von Einzelpflanzen zeigen. Setzt Vorgaben der Beratung um und zeigt Eigeninitiative, macht bei Versuchen mit und arbeitet gründlich.

In diesem eher leichten Boden sind mechanische Arbeiten einfach durchführbar, Pflanzen können auch relativ leicht ausgegraben werden. Nach Einschätzung des Beraters ist der Wuchs von EMG eindeutig weniger stark als auf einem stark humosen Boden der gut mit Wasser versorgt ist. Auch sind Bodenbearbeitungen effektiver und einfacher durchführbar als in schweren Böden.

Diese wurde zuverlässig durchgeführt, auch im Randstreifen. Es wurden keine stark entwickelten Einzelpflanzen beobachtet, welche zu einer Knöllchenbildung fähig gewesen wären ausser in Zwiebeln. Der Versuch erneut Zwiebeln anzubauen war nicht erfolgreich, EMG konnte sich in der Kultur trotz Bekämpfung mit dem Einsatz von Bentazon mit einer Versuchsbeurteilung zu stark entwickeln. Diese Kultur ist zu wenig konkurrenzfähig.

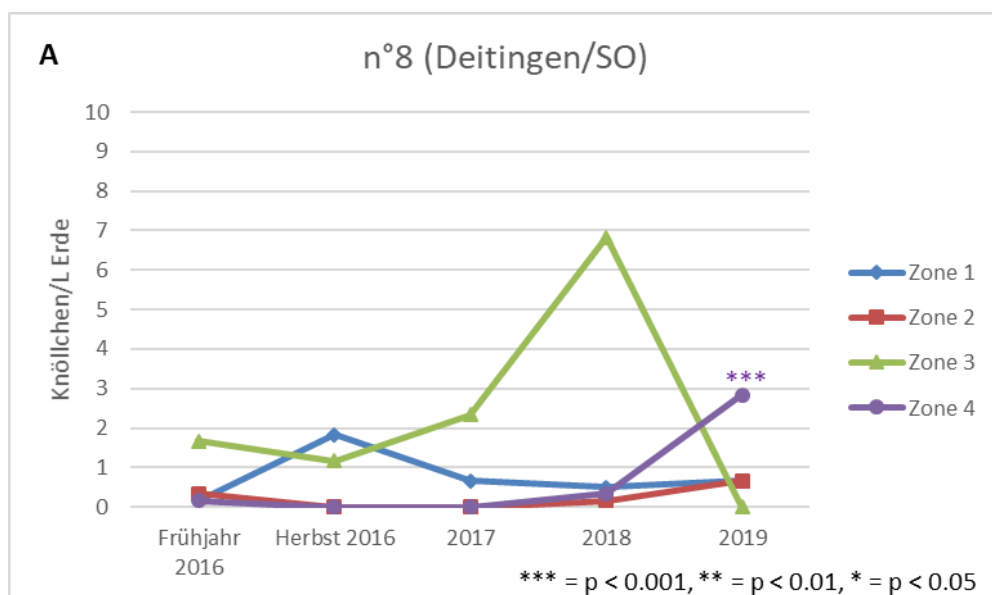
Betrieb 8 (n°8), Deitingen (SO)

Fachstelle: Severin Bader, ÖLN, 25 ha, 25 Aufzuchttrinder

Bodenart: Ton 24%, Schluff 34%, Humus 2.4% = lehmiger Sand Is3

Zusammenfassung Feldkalender n°8:

n° 8	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Silomais (09.05.16/08.10.16)	Spectrum, Dual Gold VA , Principal+Successor	1x Grubber (09.05.16) + 1x Egge (09.05.16)
2017	Körnermais (14.05.17/15.10.17)	Glyphosat + Spectrum Vorsaat, Principal + Sitradol	1x Grubber (14.05.) + 1x Egge (14.05.)
2018	Weizen (16.10.17/10.07.18)+S areptasenf (??)	Archipel	1x Pflug (15.10.17) + 1x Egge (15.10.17)
2019	Saatkartoffeln (12.04.19/30.08.19)	Dancor 70 WG + Golaprex Basic	1x Pflug (10.04.19) + 1x Egge (11.04.19)



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°8	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	0.2	1.8	0.7	0.5	0.7
Zone 2	0.3	0.0	0.0	0.2	0.7
Zone 3	1.7	1.2	2.3	6.8	0.0
Zone 4	0.2	0.0	0.0	0.3	2.8***

Abbildung 17: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°8 in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B). **Rote Zahlen** bedeuten signifikante Zunahmen im Vergleich zur Ausgangspopulation im Frühjahr 2016.

Ergebnis Parzelle 8

→ Praktisch keine Veränderung der Knöllchenzahlen. Niveau bleibt sehr niedrig. Signifikante Zunahme in Zone 4 in der Kunstwiese 2019.

→ Landwirt und Einschätzung des kantonalen Verantwortlichen

Der Landwirt aus Deitingen hat sich stark engagiert, auch mit dem mobilen Dämpfgerät von Celli (Projekt von Martina Jenzer, ehemals Fachstelle Pflanzenschutz Kanton SO). Ich denke man sieht dies auch anhand der Massnahme die er getroffen hat mit Dual im Mais. Der Bewirtschafter ist sehr engagiert und nimmt beträchtlichen Mehraufwand auf sich um das Problem in den Griff zu bekommen.

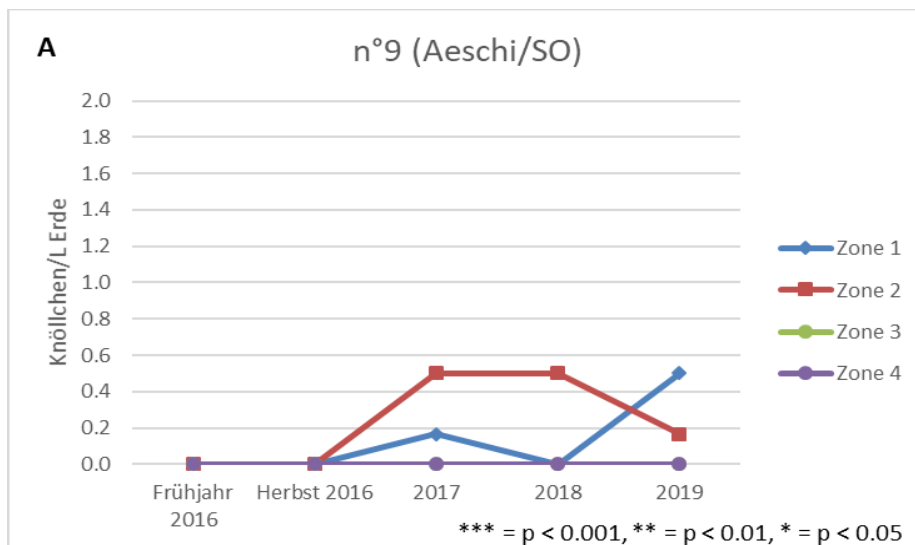
Betrieb 9 (n°9), Aeschi (SO)

Fachstelle: Severin Bader, ÖLN, 30 ha, 13 Milchkühe

Bodenart: Ton 16%, Schluff 21%, Humus 3.5% = schwach humoser sandiger Lehm??

Zusammenfassung Feldkalender n°9:

n° 9	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Silomais (06.05.16/26.09.16)	Glyphosat vor Saat, Dual Gold Vorsaat (eingearbeitet), Equip Power NA	2x Grubber (04.08.15 +05.05.16) + 1x Egge (06.05.16)
2017	Gerste (27.09.16/05.07.17)	Carmina	1x Pflug (26.09.16) + 1x Egge (27.09.16)
2018	Kunstwiese (12.07.17/ 5 Schnitte 29.04.18 bis 10.10.18)	MCPB + Asulam	1x Pflug (12.07.17) + 1x Egge (12.07.17)
2019	Kunstwiese (5 Schnitte 14.05.19 bis 13.10.19)	kein Herbizid	keine Bodenbearbeitung



B Knöllchen/L Erde (n=6)

n°9	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5
Zone 2	0.0	0.0	0.5	0.5	0.2
Zone 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zone 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Abbildung 18: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°9 in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B).

Ergebnis Parzelle 9

→ Sehr geringe Knöllchenzahlen. Im Feld gab es nur Nester. In den Zonen 3 und 4 keine Knöllchen in den Bodenproben. In den Zonen 1 und 2 gleichbleibend niedriges Niveau. Kein negativer Effekt der Kunstwiese auf die Knöllchenbildung

→ Landwirt und Einschätzung des kantonalen Verantwortlichen

Der Landwirt war sehr engagiert. Hat gezielt die Kultur Kunstwiese angelegt um die Verschleppung zu verhindern.

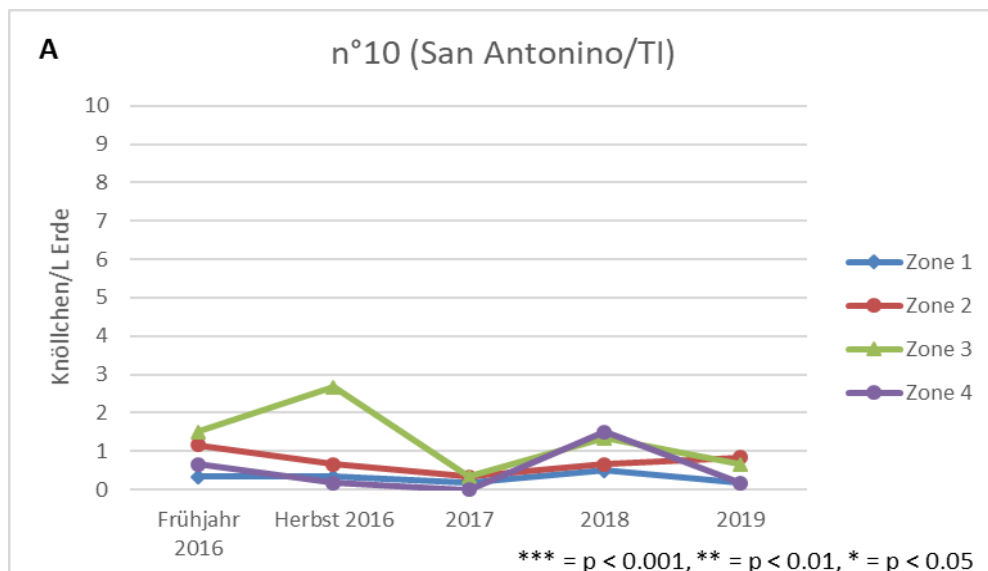
Betrieb 10 (n°10), San Antonio (TI)

Fachstelle: Pier Francesco Alberto, konventionell, 4 ha, ohne Viehhaltung, nur Gemüsebau, kein Feldbau

Bodentyp: entre limoneux (lehmig) et limon-sableux (sandiger Lehm)

Zusammenfassung Feldkalender n°10:

n° 10	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Zucchetti (20.04.16/03.06.16)	kein Herbizid	1x Pflug (16.02.16) + 2x Egge (09.03., 13.04.16) + 1x Dammfräse (19.04.16) + Mulchfolie (20.04.16) + mechanische UK Bekämpfung (17.05.16) + Handhacken (26.05.16)
2017	Mais (06.05.17/11.10.17)	Glyphosat vor Saat, Dual Gold NA, Dasul	1x Pflug (20.02.17) + 3x Egge (22.03., 10.04., 06.05.17) + lilliston cultivator (08.06., 16.06.17)
2018	Kartoffeln (08.03.18./25.06.18) + Zwiebeln (22.08.18/09.04.19)	Dancor 70 WG + Cargon + Golaprex Basic; Stomp Aqua + Xınca	2x Pflug (17.02., 09.08.18) + 2x Egge (07.03., 22.08.18) + Mulchfolie (13.03.18)
2019	Knollensellerie (07.06.19/05.11.19)	Bandur + Cargon	1x Pflug (06.06.19) + 1x Egge (07.06.) + 2x machine à brosser (04.07., 22.07.19) + UK Bekämpfung per Hand (13.07.19) + mechanische UK-Bekämpfung/bineuse multiple inter-rangs (29.07., 14.08.19)



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°10	Frühjahr 2016	Herbst 2016	2017	2018	2019
Zone 1	0.3	0.3	0.2	0.5	0.2
Zone 2	1.2	0.7	0.3	0.7	0.8
Zone 3	1.5	2.7	0.3	1.3	0.7
Zone 4	0.7	0.2	0.0	1.5	0.2

Abbildung 19: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°10 in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B).

Ergebnis Parzelle 10

→ Keine Veränderung der Knöllchenzahlen, gleichbleibend niedrig

→ Landwirt und Einschätzung des kantonalen Verantwortlichen

- L'agriculteur est très motivé et attentif, il a de la bonne volonté pour lutter contre le souchet.
- La gestion de l'exploitation de seulement 4 ha lui permet d'intervenir de manière assez ponctuelle et d'agir localement sur les foyers individuels de souchet pour le combattre directement.
- En général, le travail du sol, les rotations très rapides des cultures maraîchères et l'aide des produits phytosanitaires chimiques, permettent de maintenir contrôlée la pression du souchet.
- En 2017, l'application de Dualgold en post-levée sur maïs a été suivie le lendemain d'une pluie de 31 mm qui a probablement bien positionné le produit pour lutter contre le souchet comestible.

Betrieb 14 (n°14a+14b), Buch am Irchel (ZH)

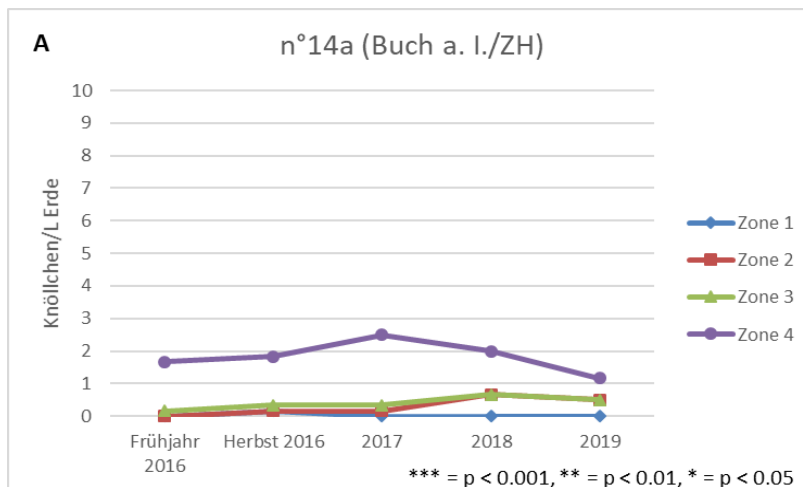
Fachstelle: Georg Feichtinger, konventioneller Betrieb mit Tierhaltung (Munimast, Pferdepension), 65 ha plus 15 ha Pachtland

Bodentyp: Braunerde und Kalkbraunerde

Zusammenfassung Feldkalender n°14a und 14b:

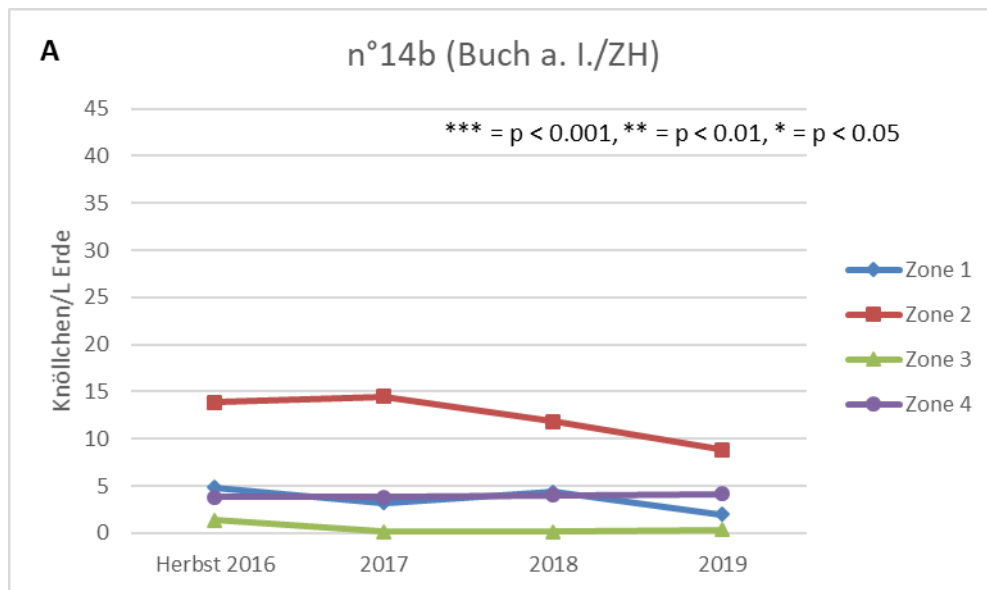
Unterschied Pilotfeld 14a/14b: gleiche Parzelle, Bereich 14a (wenig EMG), Bereich 14b (viel EMG, Knöllchenprobenahme erst ab 2016)

n°14a+14b	Kultur (Saat/Ernte)	Herbizide	Bodenbearbeitung
2016	Weizen (05.11.15/??) + Grünschnittroggen (28.08.16)	2x Monitor	1x Pflug (28.04.16) + 2x Egge (21.05., 01.06.16)
2017	Silomais (13.05.17/??) Streifenfrässaar	Glyphosat, Equip Power NA, Aspect	1x Pflug (22.10.16) + 1x Egge (31.10.16) + 3x Grubber (03.08., 26.08., 08.09.17)
2018	Weizen (18.10.17/??)	Othello	1x Pflug (11.10.17) + 1x Egge (18.10.17) + 3x Gruber (10.08., 02.09., 28.09.18)
2019	Gerste (03.10.18/??)	kein Herbizid	4x Grubber (02.10.18, 05.08., 29.08., 10.09.19) + 1x Egge (03.10.18) + 1x Striegel (27.02.19)



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
n°14a	2015	2016	2017	2018	2019
Zone 1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Zone 2	0.0	0.2	0.2	0.7	0.5
Zone 3	0.2	0.3	0.3	0.7	0.5
Zone 4	1.7	1.8	2.5	2.0	1.2

Abbildung 20: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°14a in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019.



B	Knöllchen/L Erde (n=6)				
	2015	2016	2017	2018	2019
n°14b					
Zone 1	/	4.8	3.2	4.3	2.0
Zone 2	/	13.8	14.5	11.8	8.8
Zone 3	/	1.3	0.2	0.2	0.3
Zone 4	/	3.8	3.8	4.0	4.2

Abbildung 21: Entwicklung der Knöllchenzahlen auf Parzelle n°14b in den vier beprobten Zonen im Versuchszeitraum 2016 bis 2019 in graphischer Darstellung (A) und in absoluten Zahlen (B).

Ergebnis Parzellen 14a und 14b

→ gleichbleibende Knöllchenzahlen.

Kein sichtbarer Effekt der späten Maissaat 2017 (Das war ein Versuch des sehr experimentierfreudigen Betriebsleiters, eine Streifenfrässaat in den Grünschnittroten. Er dachte, dass weniger aufläuft, wenn es eine Streifenfrässaat ist. Es lässt aber nicht die Aussage zu, dass die späte Saat nichts bringt, sondern eher, die fehlende mehrfache Bodenbearbeitung wahrscheinlich für das schlechte Abschneiden zuständig ist).

→ Landwirt und Einschätzung des kantonalen Verantwortlichen

- Sehr umtriebiger, experimentierfreudiger Betriebsleiter. Als Lohnunternehmer mit eigenem grossen Betrieb auch anderweitig sehr engagiert.
- Wollte eigene Ideen umsetzen, wie die Streifenfrässaat. Aber besonders auf dem Stoppelfeld meist sehr diszipliniert mehrere Durchgänge mit dem Gruber (fraglich, ob der Gruber reicht).
- Seit 40 Jahre EMG auf dem Betrieb. Ziel des Betriebsleiters war aus Beratersicht mehr, dass möglichst wenig einschneidende Massnahmen helfen, das EMG auf erträglich tiefes Niveau zu bringen oder zu halten.

5.4 Schlussfolgerungen

Am Ende der Versuchsperiode war keine der 21 Parzellen ohne EMG. Die erfolgreiche Bekämpfung ist also in jedem Fall langwierig und erstreckt sich über mehrere Jahre. Basierend auf unseren Versuchen wissen wir nicht, mit welchen Massnahmen und nach wie vielen Jahren ein Feld EMG frei sein kann. Felder mit einem grösserem Befall, wie sie in diesen Versuchen betrachtet wurden, können wahrscheinlich nicht mehr zu 100 % saniert werden. Das Ziel muss folglich ein Befall auf sehr niedrigem Niveau sein, was mit einem beachtlichen Mehraufwand verbunden ist. Die Erfahrungen aus diesem Projekt zeigen wie wichtig die Verhinderung der Verschleppung und die Früherkennung eines EMG Befalls ist.

Faktoren die die EMG Bekämpfung beeinflussen:

- **Maisanbau:** Mais eignet sich als Kultur in einer Fruchtfolge um das EMG zu bekämpfen, wenn der Maisanbau «richtig» erfolgt.
 - Auf den erfolgreichen Betrieben (2, 4, 7, 12 und 13) wurde der Mais in der Regel spät (nach dem 20. Mai) angebaut. Die Maissaat erfolgte nach wiederholter ganzflächiger Bodenbearbeitung, in der Regel durch Eggen. Ausserdem wurde vor der Maissaat Dual Gold (bzw. 1x Frontier X2) eingearbeitet. Diese Kombination führte in allen Fällen zu einer signifikanten Abnahme der Knöllchenzahlen. Bzgl. Frontier X2 kann keine Aussage zur Wirkung getroffen werden. Laut Feldversuchen von Stähler ist die Wirkung schwächer als Dual Gold.
 - Früh gesäter Mais (Betriebe 1, 6 und 11) erlaubt es nicht, die jungen EMG Pflanzen vorab durch ganzflächige Bodenbearbeitung mechanisch zu zerstören. Es kommt daher i.d.R. nicht zu einer Abnahme der Knöllchenzahlen. Eine frühe Maissaat ist bei EMG Befall daher nicht zu empfehlen.

Bodenbearbeitung: Wie bereits oben beim Maisanbau beschrieben, ist eine wiederholte Bodenbearbeitung im frühen Wachstumsstadium des EMG (2 bis 6-Blatt) sehr effektiv. Wiederholungen sind nach jeder Keimwelle durchzuführen. Dadurch werden die jungen EMG Pflanzen mechanisch zerstört und die Neubildung von Knöllchen wird verhindert. Zusätzlich werden weitere Knöllchen zur Keimung angeregt die in einem zweiten (bzw. dritten) Durchgang zerstört werden. Eine wiederholte Bodenbearbeitung war auch beim Gemüsebaubetrieb 2 (Abb. 1) erfolgreich. Seit Frühjahr 2018 läuft ein mehrjähriger EMG Bekämpfungsversuch auf 4 Betrieben; bei dem untersucht wird, wie stark eine wiederholte Bodenbearbeitung auf Schwarzbrache Flächen den EMG Befall reduziert. Ergebnisse zur Veränderung der Knöllchenzahlen werden 2021 vorliegen. Eine wiederholte Bodenbearbeitung kann die Bodenstruktur verändern und zu verstärkter Erosion führen.

- **Sojaanbau:** Soja könnte sich als Kultur eignen um in einer Fruchtfolge das EMG zu bekämpfen (Abb. 3 und 4, Abb. 13). Der Saattermin ist spät, vorgängig lassen sich mehrere Bodenbearbeitungseinheiten planen. Pflanzenschutzmittel mit einer ausreichenden/guten Wirkung gegen das EMG sind zugelassen.
- **Gemüsebau:** Bei Kurzkulturen sind Bodenbearbeitungen zwischen den Sätzen und mehrere Hackdurchgänge möglich. Wenn auf dem Betrieb genügend Arbeitskräfte vorhanden sind, können zusätzliche manuelle Durchgänge effektiv ausgeführt werden. Betrieb 2 (Abb. 1) hat dies erfolgreich umgesetzt.
- **Weizenanbau:** Für den Weizenanbau kann keine abschliessende Aussage getroffen werden. In einigen Fällen führte der Weizenanbau zu einem starken Rückgang der Knöllchenzahlen (z.B. Abb. 2, 3, 5, 5, 6, 8). In anderen Fällen zu einer starken Zunahme (z.B. Abb. 9, 13). In lückigen Beständen kommt es bereits zu Beginn der Abreife zum Austreiben von Mandeln (z.B. in den Fahrgassen) und das EMG kann sich so vermehren (bei EMG Befall kein Extenso empfohlen).
- **Kunstwiese:** Kunstwiesen können EMG unterdrücken, solange eine intensive Nutzung d.h. hohe Anzahl Schnitte möglich ist. Bei Trockenheit und Lücken in Beständen kann es zu einer massiven Vermehrung von EMG kommen da es in solchen Situationen konkurrenzfähiger ist als Gräser in Wiesenmischungen (Abb. 13 und 14). Bei der Ansaat kann es wegen mangelnder Konkurrenz ebenfalls zu einer Vermehrung von EMG kommen (in Absprache mit Hans Ramseier, HAFL).
- **Vernässte Bereiche:** An verschiedenen Orten (z.B. Abb. 11) wurde beobachtet, dass die Bekämpfung von EMG in vernässten Bereichen besonders schwierig ist und eine zusätzliche Herausforderung darstellt. Idealerweise müssten diese Bereiche, z.B. durch eine Drainage in Stand gesetzt werden, was aber oft nicht umsetzbar ist. Für die Bekämpfung von EMG in vernässten Bereichen gibt es aktuell keine Lösungsvorschläge ausser evtl. kurze Gemüsekulturen wie Salat anzubauen.

- **Glyphosat Stoppelbehandlung:** Glyphosat hat nur auf junge EMG Pflanzen eine gute Wirkung (bis 3 Blattstadium). Anwendung nur sinnvoll bei kleinen Befallsnestern, ansonsten ist Bodenbearbeitung vorzuziehen, mit der grossen Gefahr der Verschleppung.
- **Boden:** Der Boden ist ein wichtiger Einflussfaktor. Er beeinflusst die Umsetzbarkeit der Bekämpfungsmöglichkeiten wesentlich. Somit sind je nach Bodentyp die Möglichkeiten für Landwirte eingeschränkter. In leichten Böden z.B. sind mechanische Bearbeitungen effektiver, als in schweren Böden. Zudem ist die Wirkung von Bodenherbiziden (Dual Gold) in sehr humosen Böden deutlich vermindert.
- **Arbeitsweise des Landwirts:** Die kantonalen Verantwortlichen stimmen überein, dass seitens der Landwirte folgende Voraussetzungen erfüllt sein müssen um bei der EMG Bekämpfung nachhaltig erfolgreich zu sein: Hohe Eigeninitiative, Verständnis für Mehraufwand und tiefere Wirtschaftlichkeit, langfristiges Denken, die Bereitschaft weniger Ertrag zu tolerieren, etc. Die Arbeitsweise wurde im Rahmen dieser Versuchsreihe nicht speziell erfasst, jedoch kann man vermerken, dass bei erfolgreichen Betrieben tendenziell die Parzelldaten (Feldkalender) rascher und genauer übermittelt wurden.
- **Begleitung und Beratung der Landwirte:** Die EMG Bekämpfung ist sehr komplex. Um erfolgreich zu sein, müssen verschiedene Massnahmen kombiniert und exakt und professionell ausgeführt werden. Die Landwirte müssen über die Biologie von EMG und die einzusetzenden Massnahmen gut Bescheid wissen. Dabei ist eine regelmässige enge Begleitung und Beratung der Landwirte durch eine externe Beratung unabdingbar. In stark verseuchten Gebieten wäre es ausserdem empfehlenswert, Interessengruppen betroffener Landwirte zu bilden, die sich gegenseitig austauschen und gemeinsam beraten werden können. Auf keinem der teilnehmenden Betriebe konnte das EMG vollständig ausgerottet werden. Die Landwirte müssen daher weiterhin wachsam sein und die Bekämpfung fortsetzen.

6 Ateliers d'échanges d'informations (Workshops)

Puisqu'une grande partie des problèmes causés par l'invasion du souchet comestible dans les terres cultivables est lié à son mode de dissémination, un axe important du projet est orienté sur les mesures nécessaires à entreprendre pour éviter sa dissémination et sa propagation. Ainsi, il a été demandé dans le projet d'organiser des ateliers d'échanges d'informations pour mieux comprendre les problèmes, pour cerner les besoins, pour enregistrer les attentes, les idées et les solutions de mesures, mais aussi pour sensibiliser les acteurs de l'ensemble des partenaires qui peuvent contribuer à des mesures de prévention de la dissémination de cette plante invasive. Afin de tenir compte des sensibilités régionales et culturelles, il a été souhaité que ces workshops soient conduits dans les diverses régions linguistiques du pays.

Les thèmes à aborder par ces ateliers d'échanges sont :

- Propagation et dissémination.
- Annonce et cartographie.
- Retours de terre.

Deux ateliers ont ainsi été organisés. Le premier a eu lieu le 13 décembre 2016 à Megestorf bei Gasel en présence de 13 participants et le second le 20 mars 2017 à Grange-Verney/Moudon en présence de 11 participants.

En parallèle à ces ateliers, la direction du projet a régulièrement repris et abordé ces thématiques lors des diverses réunions et rencontres, dans le but de recenser le maximum d'idées et de propositions pour répondre aux attentes de ces thématiques hautement importantes pour limiter et éviter la propagation des foyers de souchet comestible. Ce point est très important car il permet d'obtenir régulièrement des idées et propositions qui émanent de situations vécues et nouvelles et qui s'inscrivent dans la dynamique du projet.

Indirectement, mais suite à une décision du groupe de projet d'aider financièrement le Rübenring d'Aarberg pour effectuer un arrachage séparé des parcelles contaminées par le souchet comestible, une délégation du groupe de projet s'est rendue sur place pour effectuer le bilan des expériences qui sont également reprises dans les résultats de ces ateliers d'échanges d'expériences, puisqu'elles vont dans le même sens que celles discutées lors des workshops.

De ces ateliers élargis, il ressort que :

Dans le domaine de la propagation et la dissémination :

- L'information est primordiale pour que les agriculteurs prennent conscience de la problématique du souchet comestible et de sa forte capacité de nuisance.
- La prévention des contaminations est la meilleure méthode de lutte.
- L'identification et la reconnaissance des plantes sont indispensables pour permettre de réagir au début des infestations.
- En cas de doutes, il est capital de disposer de services compétents et disponibles pour aider les agriculteurs à identifier ces plantes invasives.
- Un niveau de propreté des installations, des machines, mais aussi des chemins, contribue à la limitation des risques de dissémination des tubercules.
- L'année d'après, le suivi et l'observation des lieux où ont été faits des tas de betteraves peuvent être une mesure de prévention primaire des foyers.
- Dans les cultures à risques, une visite des parcelles peu avant la récolte permet d'identifier les foyers. Cette mesure devrait être pratiquée systématiquement avant chaque récolte pour organiser le tournus des parcelles de manière à finir les récoltes par les parcelles contaminées.
- Une cartographie interne à l'exploitation devrait être organisée pour faciliter le suivi des parcelles et pour anticiper les risques dans la rotation.
- Une information constante et permanente sur les risques liés à cette plante invasive est nécessaire pour maintenir les praticiens en éveil à ce sujet.
- Un alinéa spécifique à la présence ou à l'absence de souchet comestible (et/ou d'autres plantes invasives) dans les baux à ferme, pourrait être de nature à faire pression sur les locataires de parcelles pour lutter et éviter les contaminations, et à l'inverse, pour les preneurs de baux de parcelles contaminées, à obtenir des dédommagements pour les besoins d'assainissement.

Dans le domaine de l'annonce des foyers et de la cartographie

- L'annonce de parcelles contaminées est un élément indispensable à la prévention de la dissémination.
- L'annonce de parcelles permet de prendre des mesures particulières pour limiter les risques de propagation des tubercules (par ex. Rübenring qui arrache séparément les parcelles contaminées et qui essaye de livrer directement ces parcelles récoltées sans faire de tas en bout de parcelles).
- L'annonce de parcelles permet de limiter les besoins de lavages soigneux de machines de récolte, ce qui permet de mieux rentabiliser les machines.
- Le géo référencement (GIS) des foyers est souhaité par tous les milieux concernés. Il doit cependant être utilisé pour organiser la lutte et la prévention des contaminations, mais pas dans un esprit de répression qui irait à l'encontre des buts souhaités.
- L'annonce de foyers ne doit pas se limiter à une organisation destinée à ce sujet. Elle doit aussi être faite dans le cadre de l'échange de parcelles entre agriculteurs et/ou maraîchers. Cette mesure est très efficace pour limiter les risques de propagation des foyers.
- Lors d'une consultation interne du groupe de projet et du groupe des porteurs de projet, une importante majorité s'est dessinée en faveur d'une annonce obligatoire qui devrait passer par les services cantonaux déjà établis, car ils ont la confiance des agriculteurs et ces praticiens ont déjà l'habitude d'accéder régulièrement à ces bases de données, ainsi, ce canal d'annonce devrait être privilégié pour assurer la crédibilité des résultats. D'autre part, en passant par ce canal, on s'assure que seuls les exploitants des parcelles concernées peuvent effectuer des annonces, et ainsi, on évite toute la problématique liée à la vérification de ces annonces.

Dans le domaine des retours de terre :

- L'information sur les risques liés aux retours de terre sur des parcelles est une mesure primordiale pour éviter la dissémination et la propagation des foyers.
- Etre également attentif au fait que l'eau et la terre récupérées du centre de lavage peut également contenir des tubercules. Ces produits sont à éliminer en prenant des mesures adaptées pour ne pas contaminer les sols.
- La terre issue du lavage des productions maraîchères peut être fortement contaminée par des tubercules. Elle devrait être stérilisée ou compostée avant retour sur des parcelles.
- Des informations ciblées sur les risques devraient être adressées à tous les organismes susceptibles de restituer des terres de lavages aux milieux agricoles.

En marge de ces ateliers, les milieux issus de la pratique ont exprimés à plusieurs reprises leurs besoins de solutions dans le cadre de la lutte contre ces foyers, car il est utopique de penser que les praticiens vont annoncer leurs foyers si aucune mesure de lutte efficace ne leur sera proposée. Dans ce sens, il est important que ce projet OFAG puisse déboucher sur un catalogue de propositions de solutions efficaces et concrètes pour lutter contre cette néophyte envahissante.

7 Méthodes de lutte

Dans le cadre des échanges généraux issus des membres du projet OFAG, plusieurs méthodes de lutte ont été abordées, discutées, testées et sont encore en cours d'évaluation. Nous citons ici les grandes lignes de ces mesures avec leurs avantages et leurs inconvénients, tout en restant très général et sans aller dans les détails.

7.1 Excavation manuelle

Cette technique qui préconise la creuse puis le tri et le retrait manuel des tubercules présents dans la terre est souvent mentionnée pour lutter contre les foyers primaires et peut s'avérer efficace si elle est pratiquée sérieusement. Toutefois, cette méthode est très vite limitée en raison de ses contraintes, ainsi que de ses exigences physiques et temporelles.

7.2 Dégrappage et mise en décharge de la terre contaminée

Cette technique d'assainissement de sols contaminés par le souchet comestible est souvent mentionnée comme solution pour résoudre les problèmes de foyers primaires et sur des surfaces restreintes. Bien que techniquement réalisable et efficace, cette méthode pose un problème majeur lié aux pertes de terre végétale qui doit être mise en décharge et qui est ainsi définitivement perdue. De telles méthodes ne peuvent être réservées qu'à des cas d'exceptions et ne peuvent pas être généralisées pour tous les foyers identifiés. Au vu de ceci, il est vraiment nécessaire de trouver des mesures alternatives.

7.3 Sarclage manuel

Dans le cas de foyers primaires et dans les cultures sarclées, cette méthode permet de fatiguer les plantes qui s'épuisent petit à petit pour reconstruire leur système foliaire. S'il est effectué soigneusement et de manière récurrente, le sarclage manuel peut donner de bons résultats, mais pour y parvenir, il nécessite une grande assiduité et une grande motivation.

Pratiquée de manière peu intensive, cette méthode n'empêche pas la formation de tubercules qui permettent le maintien et la dissémination de l'espèce dans la parcelle et ailleurs. Cette méthode peut s'avérer être un « trompe-l'œil » qui peut être dangereux; visuellement, une parcelle fortement contaminée peut donner l'impression d'une parcelle saine et ainsi tromper les opérateurs de récolte qui risquent de disséminer les tubercules sans le savoir.

Cependant, en fonction des cultures, et en conscience de l'exploitant, cette mesure reste une opération intéressante pour limiter la prolifération du souchet comestible.

7.4 Sarclage mécanique

Dans les cultures sarclées, qu'elles soient produites en mode conventionnel ou biologique, le sarclage mécanique permet de lutter partiellement contre la multiplication de foyers. Cependant, ce type d'intervention se limite aux surfaces travaillées par les outils de sarclage, mais ne fait rien entre les plantes s'il n'y a pas de dispositif spécialement adapté pour ça. D'autre part, il faut vraiment utiliser des outils de sarclages pour lutter contre le souchet comestible, car des herses-étrilles, des doigts caoutchoucs et autres éléments peu agressifs ne permettent pas de lutter contre cette adventice.

Finalement, cette méthode peut aussi s'avérer être un « trompe-l'œil » dangereux; visuellement, une parcelle fortement contaminée avec des tubercules encore dormants peut donner l'impression d'être peu envahie par du souchet et ainsi tromper l'exploitant agricole.

7.5 Lutte herbicide

La structure des plantes de souchet, ainsi que son mode de reproduction par tubercules rendent la lutte herbicide particulièrement compliquée, ainsi, il n'existe pas de produit miracle permettant de détruire ces plantes par application d'un produit désherbant. Nous profitons de rappeler ici que le souchet comestible fait partie de la famille des cypéracées, ce qui fait qu'elle est généralement insensible aux graminicides classiques.

Peu de matières actives sont efficaces pour la lutte contre le souchet comestible et leur utilisation est très restreinte dans la liste des cultures. D'autre part, pour être efficaces, certaines matières actives doivent être positionnées à proximité des tubercules, ce qui impose une incorporation du produit dans la terre, donc une application en pré-semis des cultures. C'est également un frein au choix des matières actives et des cultures.

De manière résumée, on retiendra que les meilleures stratégies de lutte herbicide dans l'assolement se trouvent dans les cultures de maïs qui permettent d'utiliser des matières actives efficaces contre le souchet comestible et qui sont tolérées par la culture. D'autre part, avec un semis tardif de maïs, on peut bien cibler l'application et l'incorporation de la matière active au moment où les tubercules de souchet sont réceptives, mais aussi pour favoriser un développement rapide de la culture qui couvrira rapidement le sol pour empêcher la lumière d'atteindre ce dernier et ainsi limiter aussi le développement des plantes de souchet comestible.

Actuellement, seule la matière active S-Métolachlore qui compose le produit commercial Dual Gold est homologuée pour lutter contre le souchet comestible. Dans le cas de cette lutte, ce produit s'utilise à 2 litres par hectare en pré-semis de maïs et doit être incorporé au terrain avant le semis pour agir directement lorsque les tubercules se mettent à germer. Au vu de cette situation, on comprend vite que la lutte chimique est très limitée et que le choix des cultures possibles dans la rotation est très restreint.

7.6 Lutte herbicide plante par plante

Pour les foyers primaires, ce type d'intervention doit être proposé et développé, car il doit permettre de limiter les quantités de matière active utilisée ainsi que les pertes de rendement des cultures. Pour être efficace, ce mode de lutte nécessite une connaissance des plantes à détruire ainsi qu'un suivi régulier des foyers.

Ce type d'intervention est relativement astreignant, mais s'il est effectué consciencieusement, il peut permettre d'éviter des interventions plus conséquentes et bien plus onéreuses.

En fonction des cultures en place, il faut peut-être accepter quelques pertes en raison de la dose appliquée et/ou de la culture en place, mais au vu de la capacité de nuisibilité et d'envahissement du souchet comestible, il peut être bien plus intéressant de perdre un peu de rendement dans une culture et éviter ainsi une multiplication des tubercules de souchet comestible.

En comparaison à la lutte contre les rumex et/ou les chardons, la lutte plante par plante contre le souchet devrait être une mesure à appliquer systématiquement dans les parcelles faiblement contaminées. Une recherche plus détaillée de produits phytosanitaires et l'élaboration de recommandations techniques pour ce genre d'action ciblée devrait être développée et mise à disposition des praticiens pour qu'ils puissent réagir efficacement dès l'identification des premières contaminations.

7.7 Lutte à la vapeur

Divers essais de lutte à l'aide d'injection de vapeur dans le sol ont permis de démontrer l'efficacité de cette méthode sous certaines conditions :

- La terre doit être finement préparée avant intervention pour que la vapeur puisse bien être diffusée dans le sol, et à bonne profondeur pour atteindre tous les tubercules présents.
- Le sol doit être chauffé à au moins 75 à 85°C durant 10 à 15 minutes, l'efficacité en profondeur est dépendante du type de sol.
- Pour améliorer l'efficacité énergétique, il est recommandé ensuite de couvrir le sol au moyen d'une bâche pour maintenir la température la plus élevée possible et le plus longtemps possible.

Certains essais mentionnent que la consommation de fuel peut atteindre 1 litre par m², ce qui représente un montant énorme uniquement pour l'énergie, sans compter les frais liés à la mécanisation et au conducteur des opérations. Les estimations de coûts de lutte avec ce procédé avoisinent les 10'000 à 20'000 francs par hectare, ce qui va fortement limiter les assainissements en grandes surfaces.

Une visite des essais de lutte à l'aide de vapeur injectée dans le sol effectués en 2017 dans le canton de Soleure par Martina Jenzer du Wallierhof à l'aide d'une petite machine automotrice a permis aux membres du groupe de projet de se faire une idée sur l'ensemble de la problématique liée à la mise en œuvre d'une telle méthode de lutte. Elle a aussi permis de constater des effets visuels prometteurs et encourageants mais qu'ils nécessitent encore un suivi dans le temps pour dire si effectivement cette technique a de l'avenir pour la lutte contre ce souchet comestible.

Des projets de développement de machines de grande envergure et de grande capacité d'action sont en cours, mais ils nécessitent l'engagement de moyens financiers très importants qui vont au-delà du projet OFAG. Plusieurs membres du groupe de projet sont en contact avec ces entrepreneurs intéressés à développer de telles machines et nous utiliserons ces contacts pour obtenir des informations plus ciblées sur les perspectives potentielles offertes par ce type d'installation.

7.8 Lutte à l'électro-herbicide

Dans divers milieux, il est régulièrement fait mention des perspectives intéressantes de remplacement des herbicides de synthèse par une nouvelle technologie appelée communément électro-herbicide qui consiste à générer un courant électrique au moyen d'une génératrice fixée sur un tracteur parcourant une surface à assainir en faisant passer ce courant électrique dans la terre pour détruire physiquement les adventices. Cette méthode qui semble bien fonctionner sur de jeunes plantes a également fait l'objet d'un essai préliminaire effectué en 2017 par Martina Jenzer du Wallierhof sur une prairie fortement contaminée par du souchet comestible.

De cette visite, nous retenons que l'électro-herbicide a un excellent effet destructeur du feuillage de la végétation en place, mais qu'il a relativement peu d'influence sur la partie racinaire des plantes. Ainsi, après le passage de l'électro-herbicide à vitesse adaptée et en conditions de sol optimales, l'effet visuel sur la culture est très bon. Toutefois, après quelques temps, les plantes disposant d'un système racinaire conséquent reprennent vie et se développent à nouveau. Ce point est particulièrement marquant pour le souchet comestible qui dispose de réserves souterraines importantes lui permettant de repartir allègrement après intervention à l'électro-herbicide.

Afin de vérifier l'efficacité de cette méthode, des prélèvements de tubercules ont été effectués pour analyse chez Agroscope. Les premiers résultats montrent que cette méthode n'a pas permis d'inactiver tous les tubercules présents en un seul passage.

Actuellement, diverses institutions ont des essais en cours avec l'électro-herbicide, et après plusieurs passages répétés, il semble possible d'affaiblir les tubercules. Cette méthode doit être encore développée et étudiée, car contrairement aux brassages de sols, elle ne déplace pas les tubercules à l'intérieur des parcelles, ce qui peut être un atout intéressant pour une lutte ciblée.

8 Prévention et mesures de lutte

Plusieurs mesures de lutte indirecte contre la dissémination et la multiplication du souchet comestible existent. En les appliquant de manière individuelle, elles sont relativement peu efficaces. En revanche, mises en œuvre collectivement, elles peuvent donner de très bons résultats.

8.1 Prévention et dépistage

La prévention et le dépistage précoce des foyers primaires sont des mesures capitales pour éviter les infestations et cibler la lutte pour assurer son efficacité. Ainsi, dans ces mesures de prévention et de dépistage, on citera :

- Identification et reconnaissance des plantes par tous les acteurs.
- Information régulière et récurrente des risques et dangers liés à cette néophyte invasive.
- Identification précoce des premiers foyers.
- Recours à des personnes expérimentées pour définir les stratégies de lutte.
- Définir une feuille de route précise pour l'éradication des foyers primaires jusqu'à leur assainissement complet par un suivi sur le long terme.
- Annonce des foyers aux personnes travaillant sur les parcelles contaminées.
- Annonce des foyers aux services compétents.
- Suivi des parcelles (parts de parcelles) contaminées.

8.2 Mesures de lutte

En fonction de l'importance des foyers découverts et des contraintes liées à l'exploitation, il y a lieu de proposer un choix de mesures qu'il faudra adapter à la situation pour assurer l'efficacité de la lutte. Ainsi, dans ces mesures de lutte, on citera :

- Adaptation de l'assolement et du choix des cultures.
- Planification des interventions mécaniques dans les parcelles et lavage systématique des machines après interventions.
- Indentification des risques liés aux retours de terre sur des parcelles.
- Attention particulière aux risques dans le cadre des :
 - échanges de parcelles;
 - travaux en communs;
 - travaux par tiers;
 - échanges, locations et utilisation communautaire de machines.
- Utilisation exclusive de plants certifiés.
- Reprise de composts issus exclusivement de compostières travaillant avec des méthodes certifiées pour assurer l'exemption de présence de souchet.
- Pratique du déchaumage des sols en conditions sèches favorisant la germination des tubercules et/ou leur destruction par le soleil.

Toutes ces mesures sont essentielles pour limiter la propagation de cette plante invasive. C'est un travail de longue haleine qui permet de limiter les risques et les dégâts.

9 Annonce des foyers

Actuellement, 8 cantons (AG, BS, JU, LU, SO, TG, ZG et ZH) ont mis en place un système d'annonce des foyers. Une telle mesure permet de disposer d'informations ciblées sur les surfaces contaminées ainsi que leur répartition géographique. A l'inverse, elle permet également de connaître les surfaces ou régions qui sont encore exemptes de contaminations par le souchet comestible, et ainsi de pouvoir orienter les propositions de mesures en fonctions d'objectifs ciblés.

Une extension de cette procédure d'annonce des foyers au niveau national devrait permettre de renforcer les mesures de préventions de la dissémination et de la lutte au niveau régional, voire intercantonal, ce qui devrait améliorer encore l'efficacité des mesures.

Afin de favoriser l'acceptabilité de cette mesure par les praticiens, il serait bon que les branches de production intègrent aussi ces exigences dans leurs conditions cadres de production, afin d'assurer une bonne coordination avec l'ensemble des acteurs de la lutte contre le souchet comestible.

Plusieurs recommandations concernant l'annonce de foyers, la cartographie et le traitement des données ont été identifiées lors des ateliers d'échanges d'informations (Workshops). Elles sont mentionnées au chapitre 6 et nous recommandons aux intéressés de s'y référer.

10 Voyage en Hollande

En marge de ce projet OFAG, une délégation de membres participant à ce projet s'est rendue en Hollande, aux frais des participants exclusivement, pour échanger sur les pratiques mises en œuvre pour lutter contre l'envahissement par cette plante invasive.

Ce voyage a eu lieu les 3 et 4 juillet 2017 et a été très profitable pour les échanges d'expériences.

La Hollande a été très vite confrontée à la problématique du souchet comestible en raison de l'immense production de bulbes destinés à l'exportation. Le souchet est arrivé chez eux sur des bulbes importés d'Amérique. Il s'est ensuite implanté dans les parcelles et a contaminé les productions de bulbes destinés au commerce. Pour des raisons sanitaires, la Hollande a dû mettre en place un système permettant de garantir une production de bulbes exempte de tubercules de souchet comestible, ce qui lui a permis de conserver ses parts de marché, mais au prix d'efforts considérables. Ainsi, pour pouvoir aujourd'hui produire des bulbes, il faut disposer de terres certifiées exemptes de présence de souchet, ce qui est contrôlé par l'autorité. Des contrôleurs assermentés parcourent les campagnes et annoncent les parcelles contaminées pour lesquelles un plan d'assainissement est défini et au bout duquel il faut pouvoir prouver trois années sans présence de souchet pour être libéré du contrôle d'état.

Au niveau de la lutte, si l'infestation est forte, ils démarrent avec des jachères noires qui s'articulent par une lutte chimique sur la parcelle, accompagnée d'un travail mécanique récurrent durant toute l'année. Cette méthode de jachère noire permet une lutte constante, des interventions ciblées à chaque apparition de plantes de souchet et permet aussi un contrôle visuel permanent des repousses puisque aucune végétation n'entrave ces contrôles. Avec ces jachères noires, il n'y a aucune production possible durant la mesure. Son efficacité permet de réduire massivement les tubercules en un minimum de temps.

Une fois que le gros de l'assainissement a eu lieu par la méthode de la jachère noire, l'agriculteur peut poursuivre l'assainissement en produisant du maïs et en utilisant des méthodes chimiques et/ou mécaniques qui agissent aussi contre le souchet comestible dans la culture. Afin d'avancer avec l'assainissement des parcelles, les agriculteurs concernés ont grand intérêt à aller vérifier l'absence de souchet dans leurs cultures et de prendre des mesures ad-hoc le cas échéant.

Cette méthode d'assainissement hollandaise a beaucoup interpellé les participants. Elle a démontré qu'avec la volonté de lutte, coordonnée avec des contrôles et des suivis de parcelles, elle pouvait donner des résultats intéressants. Toutefois, il faut relever que la production de bulbes qui permet de dégager des marges importantes à l'unité de surface est une source de grande motivation et intéressante pour prendre de telles mesures, alors que pour des cultures à faible potentiel financier, il est plus difficile de mobiliser l'intérêt de la lutte.

11 Jachères noires

Au vu des résultats obtenus par nos voisins hollandais pour les parcelles fortement contaminées, par le biais des jachères noires, le groupe de projet a décidé de mettre en place dès 2018, des essais dans 4 régions de Suisse, à savoir :

- Chavornay/Bavois VD,
- Schwarzhäusern BE,
- Etzwil/Hettenschwil AG,
- Bethelhausen/Islikon TG.

Initialement prévu pour 2 ans dans le but de terminer le projet dans les délais, le groupe de pilotage a pris la décision de prolonger cet essai d'une année afin de pouvoir disposer de résultats consolidés pour en tirer des conclusions étayées. Afin de ne pas retarder l'ensemble du projet en cours, un rapport séparé sera rédigé à l'issue de ce suivi d'essais, c'est à dire dans le premier semestre 2021.

Ces essais consistent à comparer 4 procédés différents :

- Brassage mécanique du sol répété durant toute la période végétative.
- Application de Dual Gold et incorporation dans le sol au début de végétation.
- Application de Monitor sur plantes de souchet au stade 2-8 feuilles.
- Application d'un nouvel herbicide (sous nom de code) au stade 2-8 feuilles en 2018, mais en raison de l'insuccès de l'efficacité, ce procédé a été remplacé à partir de 2019 par application d'Equip Power sur plantes de souchet au stade 2-8 feuilles.

Semis d'une culture de couverture dense à fin juillet/début août à base d'avoine rude ou de radis fourragers.

Nous sommes conscients que ce genre de pratique culturale ne correspond pas nécessairement au souhait des praticiens qui désirent vivre de leurs productions agricoles. Toutefois, nous sommes d'avis qu'une jachère noire durant 1 ou 2 ans permettrait de nettoyer une parcelle fortement contaminée et pourrait être éventuellement économiquement plus intéressante qu'une production de maïs restreinte durant plusieurs années et sans garantie sur l'efficacité.

Nous attendons avec beaucoup d'intérêt les résultats de ces nouveaux essais.

Les réflexions relatives à la mise en place de ces essais de jachères noires ont débouché sur une série de questions administratives à résoudre avant leur éventuelle introduction dans un programme de lutte reconnu, à savoir :

- Légalité d'application de produit herbicide sur un sol destiné à rester nu durant l'intégralité d'une période de végétation ?
- La problématique du traitement administratif de ces surfaces non-cultivées dans le cadre des paiements directs ?
- Le besoin ou non de disposer d'autorisation particulière pour mettre en place de telles jachères noires ?
- Le conditionnement d'autorisation de mise en place de telles jachères noires à l'obligation de suivi de ces parcelles par un service officiel reconnu ?
- L'homologation et l'autorisation exceptionnelle de produits phytosanitaires exclusivement reconnu pour ce type d'assainissement ?

Bref, toute une série de problématiques qu'il y aurait lieu de clarifier avant de pouvoir envisager autoriser ce genre de mesure.

Malgré tout, le groupe est d'avis que les réponses à ces questions doivent être anticipées, car les résultats des essais n'arriveront qu'en 2021, et si leur efficacité est démontrée, il ne faudrait pas que toutes les mesures de lutte soient repoussées aux calendes grecques dans l'attente des adaptations légales nécessaires.

12 Actions de sensibilisation entreprises

En marge de ce projet, plusieurs acteurs et/ou membres du groupe de projet ont entrepris des actions individuelles, collectives, privées ou publiques pour sensibiliser divers acteurs du monde agricole aux problèmes liés à la présence du souchet comestible.

Nous exprimons ici nos remerciements et notre reconnaissance pour ces engagements ponctuels qui, mis bout à bout, permettent de contribuer à la sensibilisation, à la prise de conscience, à la connaissance des risques et à la complexité de la lutte pour tout un public demandeur qui a le souci de prendre les choses en main de manière responsable et engagée. On citera ici :

- Présence des membres du groupe aux Agroline Feldtage.
- Présence régulière dans la presse agricole.
- Elaboration d'une page web : www.souchet-comestible.ch.
- Organisation de journées de sensibilisation pour des groupes spécifiques.
- Mise au programme de cette problématique dans le cadre des cours de formation des écoles d'agriculture, formation des apprentis, CFC, Brevet, etc.
- Elaboration de fiches techniques spécifiques.
- Toutes autres sortes d'actions permettant de sensibiliser les milieux intéressés.

Ce travail de sensibilisation doit être une activité permanente pour arriver à maintenir les praticiens en éveil et susciter la volonté de prise de mesures destinées à la prévention de la dissémination et à la lutte pour l'éradication de cette plante parasite.

13 Les recommandations de lutte en 5 points

Afin d'orienter le lecteur de ce rapport dans les mesures de lutte, le groupe de projet propose 5 mesures de bases pour assurer la lutte contre le souchet comestible.

A. Identification et reconnaissance des plantes de souchet comestible.

Ce point est déterminant pour la clé du succès de la lutte. Les agriculteurs concernés doivent être capables d'identifier rapidement et avec certitude les plantes de souchet comestible. En cas de doutes, ils doivent savoir où s'adresser pour trouver de l'aide afin de ne pas perdre de temps pour organiser les mesures de prévention de dissémination ainsi que les mesures de lutte.

B. Annoncer les foyers au service phytosanitaire cantonal, et, cas échéant, au niveau national.

L'annonce des foyers aux services compétents est une mesure qui permet d'identifier la problématique au niveau local, voire régional, et ainsi de coordonner les mesures de lutte préventive qui permettent de cibler les actions en fonction de l'ampleur des contaminations, des types de cultures et des pratiques agronomiques locales.

C. Prendre les mesures nécessaires pour éviter la dissémination, la propagation et la multiplication des foyers.

Pour ce faire, les agriculteurs concernés doivent connaître le potentiel de nuisibilité du souchet comestible, mais aussi sa puissante capacité de multiplication et de propagation sous certaines conditions. Afin d'être à même de pouvoir comprendre et d'appréhender la situation, nous ne pourrions que leur recommander de s'adresser aux services compétents qui seront en mesure de leur donner des conseils appropriés à leur situation.

D. Informer leur personnel, leurs entrepreneurs, leurs partenaires de travaux et/ou échanges de parcelles de la situation et des mesures à mettre en place.

A l'heure où les échanges de parcelles et/ou les travaux communautaires ou par tiers prennent toujours plus d'importance, la circulation de l'information est déterminante pour éviter des contaminations à large échelle qui seront de plus en plus problématiques avec le temps.

E. Lutter directement par des mesures ciblées en discussion avec les services compétents.

En fonction de l'ampleur des foyers, et en discussion avec les services compétents, il doit être possible de définir une stratégie et un plan de lutte adaptés à chaque situation. Après réalisation de ces mesures, il faudra en évaluer les résultats, et au besoin, réadapter la stratégie pour la culture suivante, et ainsi de suite sur plusieurs années.

Sur la base du suivi des parcelles pilotes durant 4 ans, nous recommanderions les mesures suivantes pour stopper, voire réduire la multiplication du souchet comestible dans une parcelle contaminée :

- Brasser chaque fois que faire se peut les terres contaminées pour faire sécher les tubercules et jeunes pousses au soleil, mais aussi pour faire germer d'autres tubercules qui seront ensuite mises au soleil lors d'un brassage suivant.
- Retarder les semis de printemps pour permettre le brassage des terres avant la mise en place de la culture.
- Prendre toutes les mesures utiles pour assurer un démarrage rapide de la culture afin de lui permettre de bien concurrencer le souchet comestible.
- Essayer de choisir une rotation qui permette une bonne couverture des sols pour laisser un minimum de lumière au souchet comestible.
- Assurer un suivi pluriannuel des parcelles, respectivement des parts de parcelles contaminées.
- Là où c'est possible, essayer de combiner les mesures mécaniques et les interventions chimiques pour réduire le plus conséquemment possible le nombre de tubercules de souchet comestible.

Ces recommandations gardent un cadre très général car il n'existe pas une méthode miracle qui fonctionne pour toutes les situations. La lutte contre le souchet comestible dépend de si nombreux facteurs qu'il est impossible d'élaborer un calendrier de mesures qui puisse répondre positivement à toutes les situations.

Il est important de rappeler ici, que le souchet comestible a un potentiel de multiplication terriblement élevé, et que toute négligence dans la stratégie de lutte et tout relâchement dans le suivi des foyers conduira inévitablement à une multiplication des tubercules, ce qui anéantira probablement des années de lutte et d'efforts effectués préalablement, ainsi qu'à des conséquences financières importantes dues à des pertes de rendements et des pertes de nombreuses heures de travail.

14 Coûts de la lutte

La lutte contre le souchet comestible coûte très cher. Reportée sur plusieurs années, elle représente un montant considérable qui comprend :

- les passages répétés de machines destinées au brassage des sols,
- les interventions chimiques,
- les pertes de cultures induites par des semis tardifs,
- les exigences supplémentaires liées à des mesures de mises en cultures pour assurer une implantation concurrentielle des cultures,
- les nettoyages conséquents de machines,
- toutes les autres restrictions à prendre en compte en relation avec les travaux par tiers, par l'impossibilité de faire des échanges de parcelles, par des restrictions temporaires d'assolement, etc. n'ont pas été chiffrées dans nos essais. Compte tenu qu'ils s'inscrivent en plus dans la durée, ces coûts représentent des montants très élevés pour les agriculteurs concernés.

Ainsi, le coût de la lutte doit être un aspect majeur à utiliser pour motiver :

- les agriculteurs exempts de souchet comestible à être attentifs aux risques liés par les contaminations et à prendre toutes les mesures utiles pour prévenir l'apparition de ce fléau sur leur exploitation.
- les agriculteurs touchés par le souchet comestible à entreprendre au plus vite les mesures qui s'imposent pour éviter une propagation et/ou une multiplication des tubercules, respectivement des foyers.

15 Conclusions finales

Arrivé au terme de ce mandat, et à l'occasion de la rédaction de ce rapport final, le groupe de projet peut formuler les conclusions suivantes :

- Ce projet d'envergure nationale a permis de mettre en réseau un grand nombre d'acteurs directs en liaison avec la problématique du souchet comestible en Suisse.
- Malgré tous les efforts entrepris et toutes les mesures préconisées, il n'a pas été possible d'anéantir totalement et définitivement le souchet comestible présent sur aucune des parcelles pilotes.
- Ce projet a permis d'identifier des pratiques et mesures permettant une réduction significative du nombre de tubercules dans certaines conditions, mais il a aussi permis d'identifier des pratiques qui ont conduit à une augmentation du nombre de tubercules dans les parcelles. Ainsi, ce projet démontre bien l'importance de la communication et du partage régulier de connaissances et d'expériences pour s'assurer que les mesures recommandées puissent être mises correctement en œuvre pour porter leurs fruits.
- Les ateliers effectués avec les praticiens, ainsi que les échanges au sein du groupe du projet ont montré que l'identification et la reconnaissance des plantes est à la base de toute la chaîne de la lutte contre la dissémination, l'implantation et la multiplication des plantes de souchet comestible.
- Le suivi des parcelles pilotes a permis de constater que certaines mesures de lutte commencent à porter leurs fruits, mais qu'il faudra poursuivre encore les efforts durant plusieurs années pour maintenir la pression contre cette mauvaise herbe envahissante.
- Comme pour d'autres plantes indésirables, un relâchement dans la lutte contre le souchet comestible peut anéantir tous les efforts effectués durant de nombreuses années, ainsi il est nécessaire de rester vigilant en permanence et de maintenir constamment la pression pour assurer le succès du travail accompli.
- La motivation de l'agriculteur touché par le souchet comestible à lutter contre cette plante indésirable est le facteur principal du succès de la lutte. Au vu du temps nécessaire pour réduire le nombre de tubercules de souchet dans les parcelles contaminées, il faut trouver les moyens de maintenir cette motivation chez les agriculteurs pour les aider à trouver les ressources nécessaires pour atteindre les objectifs.
- Des essais de lutte au moyen de techniques spécifiques ont également fait l'objet d'un suivi par les groupes du projet. On peut citer ici à titre d'exemples; la lutte à la vapeur et la lutte à l'électro-herbicide. Ces techniques ont encore leurs limites, mais elles font partie de l'arsenal potentiel de lutte et il faudra continuer à s'intéresser à ces techniques et à soutenir des projets d'essais.
- La lutte biologique est pour l'instant limitée aux techniques de sarclages, à la pratique de faux-semis et à l'excavation des tubercules.
- La lutte chimique est très restreinte. La culture dans laquelle cette lutte est possible se limite principalement au maïs, ce qui ne répond pas à toutes les situations.
- Pour les foyers primaires, une lutte chimique en application plante par plante devrait permettre des interventions rapides et ciblées permettant d'éviter une multiplication des tubercules conduisant à la contamination des parcelles, cependant, pour ce faire, il faudrait pouvoir obtenir les autorisations d'utilisation de produits phytosanitaires spécifiques.
- Pour les surfaces fortement contaminées, la lutte par le biais de jachère noire semble être une alternative crédible en regard de ce qui se pratique avec succès en Hollande. Si elle se concrétise, cette technique nécessitera la mise en place d'un cadre administratif et juridique clair qu'il y aurait lieu d'anticiper dans le cadre des réformes agricoles au vu du temps nécessaire à leur procédure de mise en œuvre.
- Les membres des groupes de projets remercient les autorités pour leur confiance et pour leur soutien à cet ambitieux projet. Ils s'activent dans ce dossier dans le souci de répondre le plus efficacement possible aux exigences du projet et dans le but de trouver de vraies solutions pour éradiquer cette plante nuisible appelée : souchet comestible.

16 Remerciements

Arrivés au terme de ce rapport, nous adressons nos sincères remerciements aux organismes suivants :

- OFAG/BLW, Office fédéral de l'agriculture
- USP/SBV, Union suisse des paysans
- FSB/SVZ, Fédération suisse des betteraviers
- USPPT/VSKP, Union suisses de producteurs de pommes de terre
- FSPC/SGPV, Fédération suisse des producteurs de céréales
- UMS/VSGP Union maraîchère suisse
- Swissem, Fédération suisse des producteurs de semences
- Bio Suisse, Fédération des entreprises agricoles biologiques suisses
- SwissTabac, Association suisse des producteurs de tabac
- Agroscope
- Fachstelle Pflanzenschutz BE
- Zentralstelle für Gemüsebau FR
- Fachstelle Pflanzenschutz SO
- Service phytosanitaire FR
- Service de l'agriculture NE
- Fachstelle Pflanzenschutz und Ackerbau SG
- Station de protection des plantes VD
- Fachstelle Pflanzenschutz ZH
- Beratungsdienst ZH
- Beratungsring Gemüse
- AGRIDEA

Nous exprimons nos remerciements à tous ces organismes pour leur soutien financier, moral, matériel, personnel et logistique. Nous les remercions pour la confiance témoignée lors de l'attribution de ce projet et espérons, avec ce rapport, répondre le plus précisément possible à leurs attentes.

Malgré tous les moyens engagés et la volonté de trouver des solutions, il ne nous a pas été possible de trouver la solution miracle contre le souchet comestible. Comme pour d'autres problématiques, c'est un ensemble de mesures qui, mises bout à bout, permettront de réduire le nombre de contaminations par le souchet comestible.

Au vu du potentiel de nuisibilité du souchet comestible, nous invitons tous les partenaires cités en marge à poursuivre leurs engagements dans la lutte contre ce fléau et à valider toutes les mesures qui permettront d'en réduire sa propagation et sa multiplication.

17 Résumé

1. Le souchet comestible (*Cyperus esculentus*) est une néophyte envahissante dotée d'une énorme capacité de multiplication, ce qui lui confère un grand potentiel de nuisibilité.
2. De par sa forme de reproduction qui a lieu par tubercules, sa dissémination est très forte dans toutes les productions et activités en relation avec le brassage de terre.
3. Seule une bonne connaissance de cette plante et de son potentiel de nuisibilité sont à même de motiver les praticiens à prendre les mesures utiles pour éviter la dissémination et la multiplication de ces plantes parasites.
4. Contrairement à d'autres adventices, il n'existe pas, pour l'instant, de produit phytosanitaire miracle permettant de lutter efficacement contre le souchet comestible. Seul un ensemble de mesures coordonnées peut permettre d'envisager l'éradication de cette plante sur une parcelle infestée.
5. Le suivi de 21 parcelles durant 4 ans a permis d'identifier des mesures permettant de réduire ou de multiplier le nombre de tubercule de souchet par unité de surface. Pour l'accompagnement de cas, il faut veiller à recommander les bonnes mesures pour assurer la réduction du nombre de tubercules. Le suivi de ces 21 parcelles a permis de réduire le nombre de tubercules sur 8 parcelles, il a été sans effets sur 7 parcelles, et a conduit à une augmentation du nombre de tubercules sur 6 parcelles.
6. Le projet a organisé des ateliers pour recueillir des informations ciblées sur les mesures à prendre pour limiter, voire éviter, les risques de dissémination et de multiplication des foyers.
7. L'identification primaire et la reconnaissance de la plante sont les éléments primordiaux de la lutte. Il est vraiment important que les praticiens puissent déceler ces plantes dès leur installation dans leurs parcelles, car plus vite la lutte est entreprise, plus grandes sont les chances de réussite.
8. Le groupe de projet a permis une mise en commun et un partage d'expériences. Ces échanges sont importants pour avancer et pour éviter des pertes de temps. D'autre part, les réunions du groupe de projet ont également permis de montrer des essais, de présenter des nouvelles techniques de lutte et de voir les résultats de stratégies qui ont permis d'acquérir rapidement des connaissances très utiles dans les techniques de lutte. Ces formes d'échanges sont nécessaires pour maintenir la dynamique de lutte.
9. Les membres du groupe de projet ont utilisé leurs réseaux pour informer sur les risques liés aux contaminations, pour sensibiliser les praticiens et pour motiver les acteurs à prendre les mesures utiles pour contenir, voire réduire la propagation des surfaces infestées.
10. A la suite d'un échange avec la Hollande qui a été confrontée au problème du souchet comestible et qui a pris des mesures ciblées pour lutter efficacement contre ce fléau, le projet a mis en place 4 essais de jachères noires, dans le but de tester cette méthode en Suisse durant 3 ans pour disposer de références avec cette méthode prometteuse dans les cas de fortes contaminations.
11. Il n'existe pas de solution miracle pour l'éradication du souchet comestible. Seul un ensemble de mesures ciblées et coordonnées peut permettre de l'envisager.

18 Liste des annexes

Annexe 1	Contrat OFAG-AGRIDEA Finanzhilfvertrag 6270000636 signé le 6 novembre 2016
Annexe 2	Rapport du Workshop : Ausbreitung & Verschleppung du 13.12.2016 in Megestorf bei Gasel – Arnold Bruno
Annexe 3	Rapport de l'atelier : Prévention de la propagation du souchet comestible du 20 mars 2017 à Grange-Verney – Dugon Jacques
Annexe 4	Einführung von Bekämpfungsstrategien gegen Erdmandelgras (Cyperus esculentus L.) in der Praxis, 06.11.2017, Christian Bohren und Judith Wirth
Annexe 5	Fiches techniques Souchet comestible 20.46.1 à 20.46.4, AGRIDEA Janvier 2017
Annexe 6	Datenblätter Erdmandelgras, Knöllchen-Zypergras 1.3.19 à 1.3.22, AGRIDEA März 2017
Annexe 7	Poster : Yield losses in vegetable & arable crops caused by Cyperus esculentus in farmers' fields in Switzerland, Agroscope 2018, R.Total, L.Collet, J.Heyer, M.Keller
Annexe 8	Fiche technique Souchet comestible No.47/2016 Agroscope, Bohren Christian
Annexe 9	Fiche technique Gestion du problème « souchet comestible » : repérage précoce, lutte à effets durables, Keller Martina, Total René, Bohren Christian, Baur Brigitte, juillet 2016
Annexe 10	Beratungsprojekt Erdmandelgras, Poster présenté aux Agroline Feldtage 2017
Annexe 11	Beratungsprojekt Erdmandelgras, Présentation à BDU – Herbsttagung 29.11.2017 Olten, Collet Luz
Annexe 12	Erdmandelgras – Le souchet comestible, Poster bilingue pour présentations externes, cf. Agroline Feldtage et div.
Annexe 13	Article : L'élimination du souchet comestible par traitement à la vapeur, Ruedi Hunger, Technique Agricole 8-2017
Annexe 14	Rapport FIBL : Etude de la survie du souchet comestible (Cyperus esculentus) et de la renouée du Japon (Reynoutria japonica) lors du compostage et de la méthanisation. 28 février 2017
Annexe 15	Communiqué de presse : Das Erdmandelgras zu haben ist keine Schande, Schröder Alexandra et Collet Lutz, juin 2017

