



**Aktivitätsbericht der
“Landwirtschaftliche
Kooperatioun
Uewersauer“**



2021

Bericht über den Stand des Projektes „Landwirtschaftliche Kooperation Uewesersauer“ (LAKU)

Datum: 22.03.2023

Autoren: Martine Stoll, Katrin Scherer, Jemp Hilger, Paul Nickels

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Entwicklung der landwirtschaftlichen Parameter.....	7
3. Feldversuche	8
3.1. Leguminosenversuch	8
3.2. Untersaatenversuch im Getreide.....	10
3.3. Zwischenfruchtversuch	14
3.4. Maisversuch – (teil-)mechanische Unkrautbekämpfung sowie Untersaaten.....	14
4. Monatliche Bodenprobenahme.....	21
5. LAKU-Maßnahmen für ihren Betrieb 2021	26
6. Arbeiten der Koordination 2021	27
6.1. Koordination der Kooperation LAKU	27
6.2. Öffentlichkeitsarbeit	28
6.3. Landwirtschaftliche Ist-Analyse des Einzugsgebietes	28
7. Veranstaltungsliste	28

1. Einleitung

Das Jahr 2021 begann mit Unsicherheit, als gäbe es dieses Jahr kein erhofftes Vorbeikommen am Thema Coronavirus. Eine Wiederholung des letzten Pandemiejahres war jedoch nicht wünschenswert und die Hoffnung wurde trotz allem aufrechterhalten. Somit wurden unter den sanitären Auflagen so viel Fortbildungen wie möglich für die Landwirte veranstaltet.

Ungewissheit und Spannung gingen auch der Veröffentlichung der neuen Ausweisung der Wasserschutzzonen voraus, die dann als großherzogliche Verordnung am 16.04.2021 ausgewiesen wurden. Hinzu kam, dass Luxemburg, ein Vorreiter in Europa, bereits ab dem 1. Januar die Verwendung und den Verkauf von Glyphosat verbot.

Im Frühjahr wurde auch der nationale Aktionsplan zur Förderung von biologisch wirtschaftenden Betrieben vorgestellt, dies mit dem Ziel, den Anteil der luxemburgischen Biobetriebe zu erhöhen.

2021 stieg im Allgemeinen das Einkommen von Milch- und Rinderfarmen kontinuierlich an. Für die Landwirte wird dieses Einkommen jedoch durch die hohen Futtermittelpreise relativiert. Dieser Anstieg beunruhigt auch die Schweinezüchter, die sich bereits in einer schwierigeren Lage befinden. Die für Schweinefleisch gezahlten Preise sind sowohl hier als auch in den Nachbarländern niedrig.

Ein kalter Frühling mit annähernd normalen Niederschlägen führte zu einem verspäteten, aber zufriedenstellenden Vegetationsbeginn der landwirtschaftlichen Kulturen. Nach Rekordtemperaturen Ende März kehrten die polaren Luftmassen im April zurück, was zu Temperaturen von $-3,0\text{ °C}$ unter dem Durchschnitt und Frostnächten führte. Die Vegetation aller Kulturen begann aufgrund der niedrigen Temperaturen zu Beginn des Frühlings sehr langsam. Die Winterkulturen, insbesondere das Getreide, befanden sich in einem sehr guten Zustand. Jedoch verzögerte sich das Wachstum der Wiesen und Weiden und die Keimung des Maises von Ende April/Anfang Mai.

Ein zu kalter Sommer mit mehreren Niederschlagsrekorden folgte. Das saisonal zu kalte und zu nasse Wetter verzögerte unter anderem die Getreideernte, die vor allem im Ösling erst im September abgeschlossen wurde. Die Landwirtschaft litt auch unter den katastrophalen Überschwemmungen im Juli, die zum Verlust von Ballen, Tierfutter, Gebäudeschäden und beschädigten Maschinen und Ausrüstungen führten. Diverse Kulturen zeigten ebenfalls Schäden durch das Hochwasser. Im LAKU-Gebiet waren unsere Flächen und Betriebe in geringem Maße betroffen und blieben von großen Schäden größtenteils verschont.

Insgesamt war der Herbst 2021 etwas kälter, als im Vergleich zu den Jahren zuvor. In Bezug auf die Niederschlagsmenge wurde ein Regendefizit verzeichnet. Im Gegenzug konnten sich die späten Aussaaten, die auf die Maisaussaat folgten, Dank der höheren Temperaturen im Dezember gut etablieren.

- Vorstand der LAKU

Nach dem Rücktritt der Landwirtschaftsvertreter aus dem LAKU-Vorstand im August 2020 wurde nach einer detaillierten Analyse der LAKU-Aktivitäten mit allen Partnern (LAKU 2.0) ein neuer Vorstand in der Generalversammlung der LAKU im April 2021 aufgesetzt. Hierbei wechselten auch zwei Vertreter von SEBES und dem Naturpark Obersauer.

CLESSE Lucien
(Landwirt)



ORIGER Christian
(Landwirt,
Vizepräsident)



KEYSER Amand
(Landwirt)



GANGLER Jeff
(NPO)



KOEUNE Marco
(Landwirt,
Präsident)



SCHROEDER Christian
(SEBES)



PAULY Charles
(NPO)



SIMON Jean-Marc
(SEBES)



- Koordination der LAKU

Bei der LAKU-Koordination gab es mehrere Wechsel.

STOLL Martine



NICKELS Paul



LUCAS Jill
(bis März 2021)



LESCH Michael
(bis Mitte Mai
2021)



LIPPERTS
Marie-Jo
(ab Juli 2021)



RAS Martin
(ab November
2021)



2. Entwicklung der landwirtschaftlichen Parameter

Durch das Inkrafttreten der Wasserschutzzone um den Obersauerstausee hat sich das Gebiet, in dem die LAKU tätig ist, leicht verändert. Nun wird nicht mehr nur das Wassereinzugsgebiet (EZG) des Obersauerstausees betrachtet, sondern zuzüglich die Wasserschutzzone, die leicht abweichend vom EZG ist, da die Hauptstraßen um das Gebiet die Grenze der Schutzzone ziehen.

Dies bedeutet LAKU-Gebiet = Wassereinzugsgebiet (EZG) + Wasserschutzzone des Obersauerstausees (WSZ). Alle Auswertungen des „LAKU-Gebietes“ bis 2020 beziehen sich nur auf das EZG.

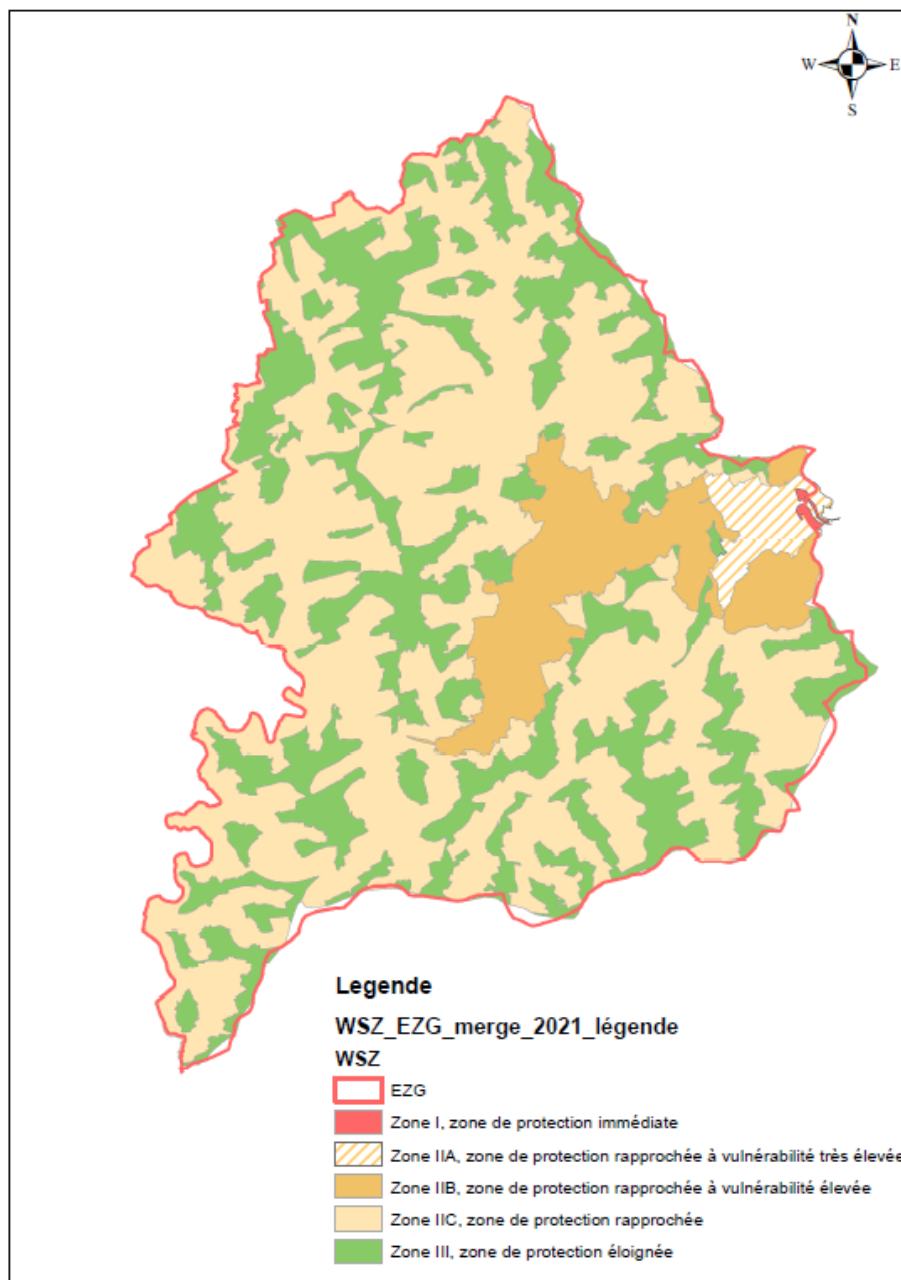


Abbildung 1 Wassereinzugsgebiet (EZG) + Wasserschutzzone des Obersauerstausees (WSZ).

Trotz, dass sieben Betriebe 2021 die Bewirtschaftung aufgegeben haben und nur ein Betrieb neu hinzukam, wurde die LAKU-Fläche nicht bedeutend reduziert. 2021 waren zudem sieben Mitgliedsbetriebe, entweder Bio oder in der Umstellung zu Bio, so blieb der Anteil der Bio-Fläche in der LAKU stabil.

	<u>2020</u>	<u>2021</u>
LAKU-Mitgliedsbetriebe	89 von 185	83 von
LAKU-Fläche im lux. LAKU-Gebiet (ha)	4931 (72 %)	4888 (72 %)
LAKU-Biofläche im lux. LAKU-Gebiet (ha)	405 (8,2% der LAKU-Fläche)	401 (8,2% der LAKU-Fläche)

3. Feldversuche

3.1. Leguminosenversuch

Das Ziel dieses Projektes ist, herauszufinden inwieweit eine Düngung den Luzerneertrag, sowie die Inhaltsstoffe (Eiweiß) beeinflussen kann, ohne einen negativen Einfluss auf den Wasserschutz zu haben. Aufgrund der Futteranalysen wird berechnet, ob und wieviel Eiweiß in einer Milchviehration durch das gewonnene Futter ersetzt werden kann.

Der Versuch wurde im Herbst 2020 mit der Aussaat von einer Luzerne-Gras-Mischung nach Winterweizen angelegt. Diese entwickelte sich aufgrund der vorherrschenden Trockenheit nur sehr zögerlich, wodurch die Luzerne sehr klein in den Winter ging. Der Gräseranteil war kaum zu sehen, jedoch war Ausfallweizen und Raps aus den Vorjahren mit aufgelaufen, sowie sehr viel Unkraut. Im Januar hatte sich das Bild verbessert, die Luzerne stand gut, der Unkrautdruck ist weniger geworden und der Weizen und der Raps litten unter der Kälte da diese sich vor dem Winter bereits zu weit entwickelt hatten. Die Düngung zum Anlegen der verschiedenen Varianten wurde zum Vegetationsstart Anfang März gemacht. Zu diesem Zeitpunkt stand die Luzerne gut da, der Unkrautdruck wurde jedoch wieder größer. Es haben sich bereits viele Knöllchen an den Wurzeln gebildet, welche durch die Rotfärbung im Inneren Aktivität zeigen. Der erste Schnitt wird wahrscheinlich ein Säuberungsschnitt sein, da der Konkurrenzdruck durch den Weizen und den Raps doch sehr groß ist. Es wurden 4 Varianten angelegt:

Variante 1: PK 20/30 mit 300 kg/ha

Variante 2: Schwefellinsen mit 80 kg/ha

Variante 3: 15 m³ Gülle/ha

Variante 4: Keine Düngung

Im Mai zum ersten Schnitt 2021 (19.05.), welcher durch Regen von Anfang bis Mitte Mai etwas später stattfand, stand sehr viel Ausfallweizen und Raps sowie Kamille im Bestand. Diese stehen in starker Konkurrenz mit der Luzerne und sollten nach dem ersten Schnitt keine Probleme mehr darstellen. Die Luzerne hat sich am besten in der Güllevariante entwickelt, welche wahrscheinlich auf den Stickstoffinput zurückzuführen ist, da die Restparzelle auch besser steht und diese mit 100 kg/ha SSA angedüngt wurde.

Tabelle 1 Erträge in FM kg/ha, TS Gehalt, TM kg/ha, Rohprotein g/kg TS, Rohprotein kg/ha und VEM/kg TS vom ersten Schnitt.

	FM kg/ha	TS Gehalt	TM kg/ha	Rohprotein g/kgTS	Rohprotein kg/ha	VEM/kgTS	
1 Schnitt							
PK	3163	34,1	1078,583	152,8	164,81	897	
S	2272	33,6	763,392	167	127,49	924	
Gülle	4872	37,4	1822,128	156,8	285,71	904	
0 Düngung	3536	40,4	1428,544	168,4	240,57	903	

Hier bestätigt sich das Bild, welches sich bereits optisch im Feld angedeutet hatte (Tabelle 1). Die Güllevariante bringt 400 kg TM mehr als die 0-Düngungsvariante und sogar 1050 kg TM mehr als die Schwefelvariante. Bei den Rohproteingehalten bringt die 0-Düngungsvariante die höchsten, aber ähnlich wie in der Schwefelvariante mit 16,7 %. Die beiden anderen Varianten bringen 1,1 % weniger Proteingehalt mit ca. 15,6 %. Der Energiegehalt liegt über alle Varianten hinweg bei ungefähr 900 VEM.

Nach dem ersten Schnitt setzt sich die Luzerne gegen die anderen Pflanzen durch und ist Hauptbestandsbildner, steht jedoch stellenweise etwas lückig, wodurch Platz für Unkräuter bleibt. Das miteingesäte Gras hat sich mittlerweile auch gut entwickelt und steht in geringem Umfang flächendeckend mit im Bestand. Dieses schloss die Lücken im Luzernebestand, wodurch der Gräseranteil in den weiteren Schnitten zunahm.

Beim zweiten Schnitt war die Luzerne sehr dominant, jedoch war der Schnittzeitpunkt (09.08.2021) durch den anhaltenden Regen für eine gute Luzernequalität zu spät. Der zweite Schnitt wurde auf der Fläche zu Heu getrocknet und trocken geborgen. Zur Futtermittelanalyse und Ertragsbestimmung wurde von jeder Variante ein Silageballen gepresst und analysiert, um die verschiedenen Schnitte besser miteinander vergleichen zu können. In der Güllevariante war der Grasanteil bereits höher, dies wahrscheinlich durch den zugeführten Stickstoff. Durch die gute Wasserversorgung trieb das Gras bereits drei Tage nach dem Mähen wieder stark aus, wodurch die Luzerne im weiteren Verlauf unterdrückt wurde, da diese ihre Trockenheitstoleranz in diesem Jahr gegenüber dem Gras nicht ausspielen konnte.

Tabelle 2 Die Erträge in FM kg/ha, TS Gehalt, TM kg/ha, Rohprotein g/kgTS, Rohprotein kg/ha und VEM/kg TS vom zweiten Schnitt.

2 Schnitt	FM kg/ha	TS Gehalt	TM kg/ha	Rohprotein g/kgTS	Rohprotein kg/ha	VEM/kgTS	
PK	9953	43,5	4329,555	158,6	686,67	742	
S	9542	47,4	4522,908	163,1	737,69	767	
Gülle	13384	45,9	6143,256	157,6	968,18	771	
0 Düngung	9436	46,3	4368,868	156,8	685,04	754	

Wie beim ersten Schnitt liefert die Güllevariante den höchsten Ertrag mit 6,15 t TM/ha. Die anderen Variante lieferten alle ca. 4,4 t TM/ha, welches einem Ertragsunterschied von fast 1,2 t TM/ha entspricht. Der Rohproteingehalt bewegte sich in allen Varianten um 16%, welches durch den späten Erntetermin zu erklären ist. Die Energiegehalte bewegten sich über alle Varianten hinweg um 750 VEM, welches 150 VEM weniger als im ersten Schnitt waren.

Am 19.09 2021 wurde der dritte Schnitt durchgeführt, wobei der Grasanteil stark zugenommen hat und die Luzerne unterdrückt wurde. Durch die kürzere Entwicklungsdauer war die Luzerne im optimalen Stadium, um gute Proteingehalte zu liefern. Auch der Grasbestand war noch recht jung und würde wahrscheinlich gute Ergebnisse abliefern. Die Erträge beim dritten Schnitt lagen zwischen 1,7 t und 2,15 t TM/ha. Die Güllevariante lieferte den niedrigsten Ertrag, wobei die PK-Variante den höchsten lieferte. Die Rohproteingehalte lagen über alle Varianten hinweg bei ca. 23% und die Energie bei etwas über 900 VEM.

Die gesamten Erträge im Jahr 2021 sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3 Gesamterträge in FM kg/ha, TS Gehalt, TM kg/ha, Rohprotein g/kg TS, Rohprotein kg/ha und VEM/kg TS.

Jahresertrag	FM kg/ha	TS Gehalt	TM kg/ha	Rohprotein g/kgTS	Rohprotein kg/ha	VEM/kgTS	
PK	18366	41,25	7576,39	179,07	1356,68	813,86	
S	16410	44,23	7257,98	181,11	1314,52	821,27	
Gülle	22412	43,14	9669,34	169,71	1641,03	819,32	
0 Düngung	17026	44,41	7560,90	174,41	1318,69	818,07	

Die Güllevariante hat den meisten Ertrag 2021 gebracht mit fast 10 t Trockenmasse. Die drei anderen Varianten haben fast 2,5 t TM/ha weniger gebracht mit 7,5 t Trockenmasse übers Jahr gebündelt. Bei dem gesamten Rohproteinenertrag pro ha hat die Güllevariante den besten Ertrag gebracht, da die Trockenmasseproduktion die höchste war. Pro kg TM hat die Schwefelvariante aber 18,1 % Rohprotein gebracht, die Güllevariante 1 % weniger mit 17 %. Bei den Energiegehalten pro kg TM gibt es keinen großen Unterschied, diese liegen im Durchschnitt bei 818 VEM.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich nach der Aussaat im Herbst die Luzerne-Gras-Mischung aufgrund der vorherrschenden Trockenheit nur langsam entwickelte. Die Luzerne überwinterte allerdings gut und der Unkrautdruck ist weniger geworden. Im Gegensatz hierzu setzte die Kälte dem Weizen und dem Raps zu, die sich über den Winter weit entwickelt hatten. Nach dem ersten Schnitt stand die Luzerne stellenweise etwas lückig, wodurch Platz für Unkräuter blieb. Beim zweiten Schnitt war die Luzerne vorherrschend, jedoch war der Schnittzeitpunkt durch den anhaltenden Regen für eine gute Luzernequalität zu spät. Als der dritte Schnitt durchgeführt wurde, hatte der Grasanteil stark zugenommen und unterdrückte weitestgehend die Luzerne. In der Güllevariante entwickelte sich die Luzerne am besten.

3.2. Untersaatenversuch im Getreide

Ziel des Versuchs ist es, eine Untersaat in einem Wintergetreide zu etablieren, um eine Dauerbegrünung der Fläche bis ins folgende Frühjahr zu gewährleisten und so den Unkrautdruck in der aktuellen sowie der folgenden Kultur möglichst gering zu halten. Weiteres Ziel ist es zu bestimmen, ob der Unkrautdruck beim Umbruch nach dem Prinzip der Flächenrotte geringer ist als beim konventionellen Umbruch mit dem Pflug oder Grubber.

Der Versuch wurde auf der Fläche mit der FLIK P0131697 nahe Knaphoscheid/Selscheid angelegt.

Die ausgewählte Fläche war mit Winterweizen (Spontan) eingesät, welcher für die Getreidegenossenschaft „Käre vum Séi“ angebaut wurde. Dadurch ist der Einsatz von Pestiziden nur in Ausnahmefällen erlaubt und die Düngung wird nach dem CULTAN-Prinzip durchgeführt. Im konkreten Fall wird die Fläche mit dem neu vom Betrieb angeschafften 12 m Horsch Striegel bearbeitet und im CULTAN-Schlitzverfahren mit 140 kg N verfügbar gedüngt. Am 26.03.2021, kurz vor der Einsaat der Untersaat, war der Unkrautdruck hoch.



Abbildung 2 Unkrautdruck kurz vor der Einsaat der Untersaat auf der Winterweizenfläche im März.



Abbildung 3 Bestand mit gut entwickelter Untersaat.

Am 2. April wurde die Untersaat mit einer Scheibensämaschine in den Winterweizen gedrillt. Hierbei wurden 3 Mischungen ausprobiert:

- Variante 1: Proterra Select von der Firma Barenbrug
- Variante 2: Grünbrache M2 von der Firma DSV
- Variante 3: Proterra Cereals von der Firma Barenbrug

Eine frühere Aussaat der Untersaat hätte keinen Sinn gemacht, da auch noch einige Tage danach Nachtfröste ein Auflaufen unmöglich machten. Am 11.05.2021 hatte die Untersaat gekeimt, war aber noch nicht sichtbar. Es herrschte ein hoher Unkrautdruck, durch einen starken Besatz mit Klettenlabkraut vor. Dieses wurde vom Striegel nicht erfasst, da es zur Zeit der Bearbeitung mit dem Striegel bereits zu weit entwickelt war. Der Weizen stand sehr vital und war gut entwickelt ohne sichtbaren Krankheitsbefall.

Am 27.05.2021 wurden N_{\min} und Standardproben gezogen, welche in Tabelle 4 dargestellt sind.

Tabelle 4 Untersuchungsbefund Bodenproben, hier dargestellt die N_{\min} Werte in kg Nitrat-N/ha.

Probe		Bodenart	Nmin*
LaborNr.	Schlagname/Schlagnr/FLIK		kg Nitrat-N/ha
N000974	WP1 MIT Untersaat_0-25 cm_2091_121905	OM	35
N000975	WP1 OHNE Untersaat_0-25 cm_2091_121905	OM	31
N000976	WP1 MIT UNTERSAAAT_25CM-50CM_2091_121905	OM	12
N000977	WP1 OHNE UNTERSAAAT_25-50CM_2091_121905	OM	19
N000978	WP2 OHNE UNTERSAAAT_0_25CM_4040_131697	OM	8
N000979	WP2 UNTERSAAAT_1_0_25CM_4040_131697	OM	12
N000980	WP2 UNTERSAAAT_2_0_25CM_4040_131697	OM	3
N000981	WP2 UNTERSAAAT_3_0_25CM_4040_131697	OM	2
* Analyse unter Akkreditierung durch OLAS nach ISO 11464.			

Die N_{\min} -Werte sind niedrig, was die positiven Effekte der CULTAN-Düngung verdeutlicht. Der Weizen sieht gut versorgt aus, was auf ein ausreichend gefülltes Ammonium Stickstoff Depot im Boden schließen lässt, aus dem sich die Pflanzen nach Bedarf ernähren. Die Standard-Bodenproben zeigen keine Auffälligkeiten, alle Werte bewegen sich im optimalen Bereich.

Zu diesem Zeitpunkt stehen die Untersaaten sehr gleichmäßig und es ist kein Unterschied zwischen den Varianten zu erkennen. Die Einsaat der Untersaat hatte keinen sichtbaren Einfluss auf die Entwicklung des Weizens, dieser zeigte keinen Unterschied zu der nicht überfahrenen Restparzelle. Einzig die Verteilung der Düngung war nicht optimal, wodurch manche Stellen Mangelerscheinungen aufweisen, andere überversorgt sind. Dies ist jedoch der Technik geschuldet und wurde nicht durch die Untersaat beeinflusst, da es über die gesamte Fläche verteilt war.

Der Unkrautdruck allgemein ist über alle Varianten hinweg sehr gering, bis auf das Klettenlabkraut, welches flächendeckend vorhanden ist. Die Untersaat entwickelt sich bis zur Ernte nicht sehr üppig, trotz der vielen Niederschläge, da der Weizen diese sehr gut beschattet, bis auf die Lücken und Fahrgassen. Hier schließt die Untersaat die Lücken und Fahrgassen sehr gut, wodurch eine Spätverunkrautung vermieden wird. Bis zur Ernte sind aber bereits große Unterschiede zwischen den Varianten zu erkennen. Die Bodenbedeckung ist sehr unterschiedlich, was hauptsächlich auf die Zusammensetzung (mit und ohne Klee) und die Entwicklung der verschiedenen Gräser zurückzuführen ist. Die Mischung DSV M2 hat sich bereits sehr gut entwickelt, da hier zum Teil eher schnellwüchsige Gräser enthalten sind, wobei die beiden anderen Mischungen langsam wachsende Gräser enthalten.

Bei der Ernte hatten die Untersaaten keinen Einfluss auf den Mähdrusch, welcher sich in diesem Jahr eher schwierig gestaltete, da immer wieder Regenschauer die kurzen Trockenperioden unterbrachen. Um die Backqualität vom Weizen nicht weiter zu gefährden, wurde die Parzelle Ende August in einer kurzen Trockenperiode abgeerntet, wobei der Weizen noch einen Restfeuchtegehalt von 16,5% aufwies und getrocknet werden musste. Die Restfeuchte wurde aber nicht durch die Untersaat beeinflusst, da der gesamte Weizen, welcher an diesem Tag geerntet wurde, eine zu hohe Restfeuchte aufwies.

Nach der Ernte standen auf der Fläche mit den Untersaaten keine weiteren Arbeiten an, wodurch die Arbeitsspitze im Sommer nach der Ernte gebrochen werden kann. Um die Fläche mit den Untersaaten herum wurde die restliche Fläche betriebsüblich mit einer Zwischenfrucht eingesät. Am 16.11.2021 erfolgte dann eine N_{min} -Probennahme zum Vegetationsende. Hierbei wurden die drei Untersaatflächen und die restliche Fläche mit Zwischenfrucht, welche mit 10 m³ Gülle angedüngt wurde, untersucht. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 5 zu sehen.

Tabelle 5 Untersuchungsbefund Bodenproben, hier dargestellt die N_{min} Werte in kg Nitrat-N/ha.

Probe		Bodenart	N_{min} *
LaborNr.	Schlagname/Schlagnr/FLIK		kg Nitrat-N/ha
N003091	WP2 OHNE UNTERSAAT_0-25CM_4040_131697	OM	82
N003092	WP2 OHNE UNTERSAAT_25-60CM_4040_131697	OM	82
N003093	WP2 UNTERSAAT1_0-25CM_4040_131697	OM	5
N003094	WP2 UNTERSAAT1_25-60CM_4040_131697	OM	4
N003095	WP2 UNTERSAAT2_0-25CM_4040_131697	OM	2
N003097	WP2 UNTERSAAT3_0-25CM_4040_131697	OM	3
N003098	WP2 UNTERSAAT3_25-60CM_4040_131697	OM	2
N003099	WP1 OHNE UNTERSAAT_0-25_2091_121905	OM	18
N003100	WP1 OHNE UNTERSAAT_25-60 CM_2091_121905	OM	16
N003101	WP1 MIT UNTERSAAT_0-25CM_2091_121905	OM	27
N003102	WP1 MIT UNTERSAAT_25-60CM_2091_121905	OM	26

* Analyse unter Akkreditierung durch OLAS nach ISO 11464.

Bei den Untersaatenvarianten sind die N_{min} -Werte sehr gut mit maximal 10 kg/ha Reststickstoff auf 0-60 cm Tiefe. Dies bestätigt die Annahme, dass nach einer Untersaat die N-Auswaschungen auf ein Minimum reduziert werden. Bei der Zwischenfrucht zeigt sich jedoch ein anderes Bild. Dieser Wert liegt bei 164 kg/ha Reststickstoff auf 0-60 cm, welches ein sehr hoher Wert ist. Dieser Stickstoffgehalt ergibt sich aus der Bodenbearbeitung und dadurch günstige Mineralisierungsbedingungen sowie der Gülle Düngung in Kombination mit einer schwach entwickelten Zwischenfrucht.

Die Untersaaten hatten sich bis in den Herbst hinein sehr unterschiedlich entwickelt. Die Mischung Proterra select steht nicht flächendeckend und unterdrückt die Unkräuter nur da, wo sie gut entwickelt ist, ca. 10 cm Wuchshöhe. In den Lücken stehen Unkräuter. Die Untersaat Grünbrache M2 steht flächendeckend ohne Lücken, wodurch die Unkräuter sehr gut unterdrückt werden und eine gute Feldhygiene erreicht wird. In dieser Variante hätte man ohne Bedenken Ende August, Anfang September noch eine Gölledüngung durchführen und einen Schnitt machen können, ohne Risiko von Nährstoffauswaschungen. Die Untersaat Proterra cereals hat sich am wenigsten entwickelt und weist viele Lücken auf. Hierdurch herrscht auf dieser Teilfläche ein hoher Unkrautdruck.

Dieser Versuch zeigt, dass eine Untersaat im Getreide erfolgreich angelegt werden kann, sowohl in Hinblick auf die Getreideproduktion und als auch auf den Wasserschutz. Nach diesem einjährigen Versuch scheinen schnellwachsende Gräser und Klee in der Mischung von Vorteil zu sein. Es gilt im zweiten Teil des Versuchs herauszufinden, wie der Umbruch dieser Untersaaten erfolgreich durchgeführt werden kann.

3.3. Zwischenfruchtversuch

3.4. Maisversuch – (teil-)mechanische Unkrautbekämpfung sowie Untersaaten

Herausforderungen für den Maisanbau im Wasserschutzgebiet sind vor allem die Verminderung von Pflanzenschutzmittelrückständen und des Nitrats im Grund- und Oberflächengewässer, sowie der Erosionsschutz und eine Bodenbedeckung, die das ganze Jahr über gewährleistet ist. Das größte Potenzial in der PSM-Rückstandsreduktion besteht vor allem in der voll- bzw. teilmechanischen Unkrautbekämpfung. Somit können PSM-Wirkstoffausträge und die damit verbundenen Abbauprodukte reduziert werden. Das Hackverfahren in der Mais Reihenkultur ist ideal. In dem geplanten Versuch werden aufgrund dessen verschiedene Varianten der voll- und teilmechanischen Unkrautbekämpfung gegenübergestellt. Eine effiziente Unkrautbekämpfung muss gewährleistet werden. Vor allem bei alternativer Unkrautbekämpfung aus rein mechanisch, sowie kombiniert chemisch-mechanischen Verfahren, damit eine Ertragsdepression abhängig von einer unzureichenden Unkrautregulierung ausbleibt. Eine der Anforderungen bei der Untersaat im Mais ist die Etablierung und Entwicklung während der Vegetationsperiode. Das Ziel ist es, eine Untersaat zu etablieren, die nach der Maisernte für eine ausreichende Bodenbedeckung sorgt (N-Bindung, Erosionsschutz), aber auch keine Ertragseinbußen (Untersaat steht in Konkurrenz mit der Hauptfrucht um Wasser und Nährstoffe) darstellt. Verschiedene Gräserarten, Saatverfahren, -Stärken und -Zeitpunkte verschiedener Anbauverfahren wurden untersucht. Durch das Blindstriegeln wird das Auflaufen des Unkrautes gestört, wodurch eine erste Unkrautwelle gebrochen wird. Mit der „Vredo“ erfolgte das Einbringen der Untersaat kurz nach der Saat.

Der Versuch stand auf einer Parzelle (FLIK: P0916087) des Betriebes Christian Origer in Eschdorf (Einzugsgebiet der Obersauertalsperre) und wurde von der Landwirtschaftskammer Luxemburg durchgeführt. Die Vorkultur Feldfutter wurde im Frühjahr (Anfang März) mit einem Grubber flachgründig umgebrochen. Die mechanische Zerstörung der Grasnarbe wurde mittels weiterer Bodenbearbeitungsgänge zum Maissaattermin zur Saatbettbereitung durchgeführt. Rindergülle (20 m³/ha, 68 Norg./ha) wurde bodennah kurz vor der Maissaat ausgebracht, sowie mineralischer Dünger (1,0 dt/ha Harnstoff, 36 Nverf./ha) und 1,5 dt/ha Diammonphosphat (27 Nverf./ha). Die Aussaat erfolgte am 09.05.2021 mit 90.000 K/ha. Das Saatgut wurde dem sehr frühen bzw. frühen Sortiment zugeordnet (Reifezahl 180 bzw. 210). Die Rindergülle wird im Frühjahr mit 50 % angerechnet, somit stehen 97 kg verfügbarer Stickstoff aus der mineralischen und organischen Düngung zur Verfügung. Es handelt sich dabei, bei einer Ertragserwartung von 13-15 Tonnen Trockenmasse/ha, um ein recht knappes Stickstoffniveau. Das mehrjährige Feldfutter hat ein hohes N-Nachlieferungspotenzial. Die 10 beschriebenen Varianten unterscheiden sich nicht in der Düngung, Aussaat und Bodenbearbeitung, aber in der Unkrautbekämpfung (UKB) und der Untersaaten (Tabelle 1). Ausnahme ist die Variante 1, in der kein „Blindstriegeln“ (erster Striegeldurchgang im VA des Mais), erfolgte.

Tabelle 6 Übersicht der Varianten im Maisversuch 2021.

	Bezeichnung	UKB	US Verfahren US	
1	Bandspritze im VA zur Saat + Hacke im NA	Bandspritze im VA + Hacke im NA	keine Untersaat	
2	Hacke + Bandspritze im NA	Hacke + Bandspritze im NA		
3	Striegel + Hacke + Fingerhacke	Striegel + Hacke mit Fingerhacke		
4	PSM ganzflächig im NA Vergleichsvariante	PSM ganzflächig im NA		
5	US Rohrschwinger im VA, PSM ganzflächig im NA	PSM ganzflächig im NA	Rohrschwinger	Durchsämaschine VA
6	US Rotschwinger im VA, PSM ganzflächig im NA	PSM ganzflächig im NA	Rotschwinger	Durchsämaschine VA
7	US Rohrschwinger in NA, Hacke + Bandspritze im NA	Hacke + Bandspritze im NA	Rohrschwinger	Pneumatikstreuer NA
8	US Rotschwinger in NA, Hacke + Bandspritze im NA	Hacke + Bandspritze im NA	Rotschwinger	Pneumatikstreuer NA
9	US Weidelgras in NA, Hacke + Bandspritze im NA	Hacke + Bandspritze im NA	dt. Weidelgras	Pneumatikstreuer NA
10	US Gemenge im NA, Hacke + Bandspritze im NA	Hacke + Bandspritze im NA	US Gemenge	Pneumatikstreuer NA

	Variante 1	Variante 2
Verfahren	Vorauflaufbandspritzung mittels speziell umgerüsteten Bandspritzvorrichtung, wenige Tage nach der Saat	(Teil-)mechanische UKB, Bandspritzung erst im Nachlauf NA) beim ersten Hackdurchgang am 10. Juni
Demontage/ Besonderheit	Hackkörper wurde abmontiert, folgte nur Bandspritzung während der Überfahrt	
Tankmischung	0,075 l/ha <i>Adengo TC MAX</i> (Isoxaflutole & Thien carbazon) + 0,36 l/ha <i>Successor 600</i> (Pethoxamide)	0,5 l/ha <i>Callisto</i> (Mesotrione) + 0,25 l/ha <i>Samson Extra 60 OD</i> (Nicosulfuron) + 0,13 l/ha <i>Callam</i> (Dicamba & Tritosulfuron)
Hackdurchgänge ohne Bandspritzung	10. & 14. Juni	am 14. Juni erfolgte ein zweiter Hackdurchgang



Abbildung 4 links Variante 1: Bandspritze im VA zur Saat + Hacke im NA Bandspritze im VA + Hacke im NA. Rechts Variante 2: Hacke + Bandspritze im NA.

	Variante 3	Variante 4
Verfahren	Rein mechanische UKB	breitflächiger Herbizid-Applikation im NA
Hackdurchgänge	2 Durchgänge nach Blindstriegeln am 10. & 14. Juni, zweiter Hackdurchgang mit Fingerhacke innerhalb Maisreihe*	1 l/ha <i>Callisto</i> + 0,5 l/ha <i>Kart</i> (Florasulam & Fluroxypyr) + 0,7 l/ha <i>Samson Extra 60 OD</i> **

*Besonderheit Fingerhacke: Kunststofffinger der Fingerhacke greifen von der Seite um die Pflanze herum umso Unkräuter zu entfernen.

**Nachbehandlung mit 15 gr/ha *Harmony Pasture SX* (Thifensulfuron-Methyl), da erste Behandlung nicht zufriedenstellend.



Abbildung 5 links Variante 3: Striegel + Hacke + Fingerhacke. Rechts Variante 4: PSM ganzflächig im NA Vergleichsvariante.

	Variante 5 & 6
Verfahren	wahlweise mit Rot- bzw. Rohrschwinger als Untersaat (US) im VA mittels Durchsämmaschine („Vredo“) eingesät
Unkrautbekämpfung	Breitflächige Spritzung im NA mit Untersaat schonenden PSM-Wirkstoffen
Tankmischung	1 l/ha <i>Callisto</i> + 0,5 l/ha <i>Kart</i> (Florasulam & Fluroxypyr) + 0,7 l/ha <i>Samson Extra 60 OD</i> *

* erste Behandlung nicht zufriedenstellend, Nachbehandlung mit 15 gr/ha *Harmony Pasture SX*.



Abbildung 6 Variante 5: US Rohrschwinger im VA, PSM ganzflächig im NA PSM ganzflächig im NA Rohrschwinger Durchsämmaschine VA.

	Variante 7, 8, 9 und 10***
Verfahren	Wahlweise Rot-, Rohrschwengel, deutsches Weidelgras, Gemenge (Rot-, Rohrschwengel und dt. Weidelgras) im 5 bis 8 Blattstadium mit Pneumatikstreuer (auf Hackgerät aufgesattelt) beim letzten Hackdurchgang ausgebracht
Unkrautbekämpfung	am 10. Juni Hackdurchgang mit Bandspritzung
Tankmischung	Tankmischung der Bandspritze (wie in Variante 2): 0,5 l/ha <i>Callisto</i> (Mesotrione) + 0,25 l/ha <i>Samson Extra 60 OD</i> (Nicosulfuron) + 0,13 l/ha <i>Callam</i> (Dicamba & Tritosulfuron)
Hackvorgang	am 14. Juni Hackdurchgang ohne Bandspritzung am 20. Juni letzter Hackvorgang (Einbringung Untersaat)

*** siehe Tabelle 7 für detailliertere Angaben zu den Varianten 7,8,9 und 10.



Abbildung 7 Variante 8: US Rotschwengel in NA, Hacke + Bandspritze im NA

Datenerhebung und Auswertung

Erträge und Qualitätsparameter

Zum Zeitpunkt der Silomaisreife erfolgte eine Beerntung des Bestandes zur Qualitätsbestimmung und Ermittlung der Frischmasseerträge mit Feldhäcksler in einen Futtermischwagen mit Wiegevorrichtung. Trockenmasseerträge wurden mittels Qualitätsparameter im ASTA Futtermittellabor bestimmt (siehe Tabelle 7).

Zur Frischmassebestimmung erfolgten zwei Einstiche, da der Bestand am 5. November immer noch nicht ausreichend abgereift war. Dies ist an den relativ niedrigen Trockensubstanzgehalten (TS), den niedrigen Energie- (VEM) und Stärkegehalten, sowie den überdurchschnittlich hohen Zuckergehalten (siehe Mittelwert Labor ASTA, Tabelle 7) sehr deutlich zu erkennen. Da aufgrund des vorangeschrittenen Erntetermins nicht mit einer weiteren nennenswerten Abreife zu rechnen war, wurde entschieden den Versuch in diesem Reifezustand zu beernten. Die unvollständige Abreife ist auf zwei Faktoren zurückzuführen. Zum einen auf die Tatsache, dass die Vorfrucht Feldfutter ein hohes Stickstoffnachlieferungspotenzial darstellte, was die Abreife generell verzögert. Dass dies allerdings nicht der ausschlaggebende Punkt sein konnte, zeigten die N_{\min} -Werte nach Ernte (Tabelle 7). Diese fielen mit zwischen 19 und 30 kg Nitrat-N/ha recht niedrig aus. Als zweiter und sicherlich entscheidender Faktor kann der Witterungsverlauf während der Vegetationsperiode von 2021 genannt werden. Vor allem die Sommermonate waren vergleichsweise zu kühl (Quelle: agrimeteo.lu), was die Abreife merklich verzögerte.

Tabelle 7 Ernteparameter Maisversuch Eschdorf 2021 Mittelwerte Labor ASTA.

		Ertrag FM (dt/ha)	TS (%)	Ertrag TM (dt/ha)	Energiegehalt VEM	Stärke (%)	Zucker (%)	Verdaulichkeit (%)
1	Hacke + Banspritze im VA	39,31	25,68	10,10	887,00	23,22	8,39	66,22
2	Hacke + Banspritze im NA	46,27	24,67	11,41	855,00	19,40	8,24	62,67
3	Striegel + Hacke & Fingerhacke	50,07	24,16	12,10	861,00	20,92	6,49	63,84
4	PSM ganzflächig im NA	54,42	24,81	13,50	853,00	21,11	7,61	62,78
5	US Rohrschwinger im VA, PSM ganzflächig im NA	44,44	24,80	11,02	867,00	20,35	7,54	64,18
6	US Rotschwinger im VA, PSM ganzflächig im NA	40,23	25,88	10,41	869,00	23,83	6,62	64,86
7	US Rohrschwinger in NA, PSM Hacke + Banspritze im NA	52,63	24,56	12,93	893,00	23,84	8,94	67,14
8	US Rotschwinger in NA, PSM Hacke + Banspritze im NA	52,03	24,85	12,93	864,00	22,78	7,04	63,84
9	US Raygras in NA, PSM Hacke + Banspritze im NA	47,94	23,98	11,50	860,00	20,98	8,60	63,39
10	US Gemenge in NA, PSM Hacke + Banspritze im NA	37,76	25,38	9,58	862,00	20,54	7,93	63,59
	Mittelwert Labo ASTA		32,02		887,00	24,39	7,65	73,92

Bodenanalyseparameter

Versuchsbegleitend sollten Grundanalysen bzw. Reststickstoffproben nach folgendem Muster erhoben werden:

1. Grundanalyse- & N_{min} Beprobung vor Aussaat vom Mais
2. N_{min} Beprobung der Varianten nach der Ernte der Hauptfrucht
3. N_{min} Beprobung nach der ersten Bodenbearbeitung nach der Ernte
4. N_{min} Beprobung im Zeitraum 15.10. – 15.11.

Aufgrund einer organischen Düngung, die kurz zuvor erfolgte, wurde die Beprobungen nach der Ernte (Punkt 2) und nach der ersten Bodenbearbeitung (Punkt 3) durchgeführt. Die Untersaat wurde Ende November beprobt (Tabelle 8).

In den N_{min}-Werten nach der Ernte bestehen kaum Unterschiede zwischen den Varianten mit bzw. ohne Untersaat (hier nur geringe Reststickstoffwerte zwischen 24 und 30 kg Nitrat-N/ha). Ein Grund für die Stagnation der Reststickstoffwerte sind die Tagestemperaturen unter Null nach der Ernte bis Ende November (Tabelle 8). Zwischen der ersten und der zweiten N_{min} Beprobung fielen 30 mm Niederschlag in knapp drei Wochen (Wetterstation ASTA Eschdorf). Es fanden kaum Mineralisierungsprozesse statt und große Auswaschungsprozesse konnte durch die gemäßigten Niederschlagsereignisse (0 bis 3,5 mm/Tag) ausgeschlossen werden.

Tabelle 8: N_{min}-Werte im Rahmen des Maisversuches 2021.

		Bodenbearbeitung	N _{min} nach Ernte 05.11.21 (kg Nitrat/ha)	N _{min} 23.11.21 (kg Nitrat/ha)
1	Hacke + Bandspritze im VA bei Saat	06.11.2021	24	26
2	Hacke + Bandspritze im NA	06.11.2021	20	
3	Striegel + Hacke mit Fingerhacke	06.11.2021	30	
4	PSM ganzflächig im NA Vergleichsvariante	06.11.2021	28	
5	US Rohrschwinger im VA, PSM ganzflächig im NA	24.11.2021	21	18
6	US Rotschwinger im VA, PSM ganzflächig im NA	24.11.2021	27	37
7	US Rohrschwinger in NA, PSM Hacke + Bandspritze im	24.11.2021	23	20
8	US Rotschwinger in NA, PSM Hacke + Bandspritze im	24.11.2021	19	27
9	US Raygras in NA, PSM Hacke + Bandspritze im NA	24.11.2021	23	15
10	US Gemenge in NA, PSM Hacke + Bandspritze im NA	24.11.2021	22	22

Fazit

Herausforderungen im Wasserschutzgebiet für den Maisanbau sind die Reduzierung der Pflanzenschutzmittelrückstände und der Nitratbelastung in Grund- und Oberflächengewässern, der Erosionsschutz und die ganzjährige Bodenbedeckung. Die Kultur Mais ist die Grundfutterquelle in der Rinderhaltung, damit ist die Erprobung wasserschutzgerechter Anbaumethoden wichtig. Der Anbau von Untersaaten bzw. die (teil-)mechanische Unkrautbekämpfung, hat hier großes Potenzial.

Der Versuch zeigt, dass es nur geringe Unterschiede in den Ertrags- und Qualitätsparametern in der teil- bzw. nur mechanischen Unkrautbekämpfung gibt. Es bestand ein hoher Unkrautdruck vor allem aufgrund der guten Wasser- und Nährstoffversorgung. Die höchsten Trockenmasse-Erträge lieferten die Varianten, wo die Untersaat im späten Nachauflauf des Mais etabliert wurde. Die N_{min}-Werte nach der

Ernte weisen kaum Unterschiede zwischen den Varianten mit oder ohne Untersaaten auf, da in den Varianten ohne Untersaat nur geringe Reststickstoffwerte (24-30 kg Nitrat-N/ha) nach der Ernte vorlagen. Die niedrigen Temperaturen minimierten Mineralisierungsprozesse und reduzierten die vegetative Entwicklung der Untersaaten. Zudem schlossen die gemäßigten Niederschlagsereignisse größere Auswaschungsprozesse aus.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die im Versuch geprüften Varianten maßgeblich zu einem wasserschutzgerechten Maisanbau beitragen. Beide Verfahren (rein mechanischen sowie kombiniert chemisch-mechanischen Unkrautbekämpfungsverfahren und der Anbau von Untersaaten) sind jedoch in der landwirtschaftlichen Praxis unterschiedlich gut akzeptiert bzw. verbreitet. Im Einzugsgebiet der Obersauertalsperre wird die mechanische- bzw. teilmechanische Unkrautbekämpfung von 2016-2021 alljährlich auf zwischen 85-155 ha Maisfläche (10-20% der alljährlichen Maisanbaufläche der LAKU-Betriebe) angewendet. In den Wasserschutzgebieten (Redange, Weiler-la-Tour, Contern, SES, VdL) werden die Verfahren auf mehreren Hundert Hektar angewandt. Zum Anbau von Untersaaten im Mais lässt sich die Bilanz ziehen, dass dieses Verfahren noch geringen Zuspruch findet, da der Anbau viel Feingefühl erfordert. Jedoch wird das Verfahren bereits oft auf Flächen verwendet, bei denen eine winterliche Bodenbedeckung nach Mais (wenn darauf eine weitere Sommerung erfolgt) gewährleistet werden muss. Dies trifft vor allem bei Wasserschutzgebieten zu.



Abbildung 8 Foto des angelegten Maisversuch zur (teil-)mechanische Unkrautbekämpfung sowie der Untersaaten.



Abbildung 9 Foto der Feldbegehung und Vorstellung der Ergebnisse im Maisversuch zur (teil-)mechanische Unkrautbekämpfung sowie der Untersaaten.

4. Monatliche Bodenprobenahme

Die monatliche Probennahme ist Teil des N_{\min} Monitoring der LAKU und erfolgte im Jahr 2021 auf vier Ackerflächen, je zwei Flächen mit Winterweizen und zwei Flächen mit Mais. Die zwei Beprobungsflächen lagen in Eschdorf und in Bauschelt. Die Vorfrucht bei den Winterweizenflächen war jeweils Silomais. Auf der Silomaisfläche in Bauschelt war die Vorfrucht Silomais, während in Eschdorf der Silomais auf den Winterweizen folgte.

Ergebnisse Winterweizen

Die Winterweizenflächen zeigten ein der Jahreszeit entsprechenden Entwicklungsstand, vermutlich zurückzuführen auf den gut gewählten Saattermin im Herbst. Auf den meisten Flächen war noch die gut entwickelte Weidelgras-Untersaat bzw. das Ausfallgetreide des Vorjahres als Winterbegrünung vorhanden.

Die N_{\min} -Konzentrationen in den ersten beiden Monaten in den kombinierten Tiefenstufen 0 - 25 und 25 - 60 cm lagen bei $< 25 \text{ kg NO}_3\text{-N/ ha}$, was sich einerseits auf niedrige Konzentrationen aus dem Herbst und andererseits auf die gute Bindung der Nährstoffe durch Untersaat (Maisfläche Bauschelt) bzw. Ausfallgetreide (Maisfläche Eschdorf) zurückführen lässt. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, steigt erst zum Probetermin ab März die N_{\min} -Konzentration im Unter- und Oberboden an. Einerseits kann dies auf erste Düngegaben, wie auch den Beginn der Frühjahrsmineralisation zurückzuführen sein.

Überraschend sind die leicht erhöhten Gehalte an S_{min} im März im Unterboden der Winterweizenfläche (Abbildung 11). Eine naheliegende Vermutung ist, dass noch nicht umgesetzter Schwefel aus der CULTAN Düngung zunächst im Oberboden vorlag, der mit steigenden Temperaturen ebenfalls mineralisiert wurde. Mineralisiert als Sulfat-Anion (SO_4^{2-}) ist Schwefel ebenfalls sehr gut wasserlöslich und mobil.

Diese Werte fallen jedoch im Mai und Juni im Unterboden schnell auf einen Wert unter 10 kg/ha zurück, da der Weizen sich in dieser Zeit sehr gut entwickelt und die gesamte gedüngte N-Menge in Biomasse umgesetzt hat. Somit bestand im Moment trotz hoher Niederschlagsmengen (Niederschlagssumme Mai und Juni 185,8 mm Niederschlag in Eschdorf und 123,5 mm in Bauschelt; Wetterstation Arsdorf; agrimeteo.lu) kein Risiko von N-Auswaschungen. Die Werte im Winterweizen für den Monat Juli fehlen, da keine Probenahme erfolgte, um den reifen Bestand nicht zu gefährden (Abbildung 11).

Nach der Ernte Mitte August, zeigte die Probenahme im Unter- und Oberboden niedrige N_{min} -Werte, da zu diesem Zeitpunkt noch keine Bodenbearbeitung stattgefunden hat. Im September steigen die Werte auf knapp bzw. 40 kg NO_3 -N/ha im Oberboden bzw. 20 kg NO_3 -N/ha im Unterboden wieder an, was auf die erfolgte Bodenbearbeitung und anschließende Mineralisation zurückzuführen ist (Abbildung 10 Oberboden; Abbildung 11 Unterboden).

In Monat Oktober liegt der N_{min} -Wert im Unterboden recht hoch bei 37 kg NO_3 -N/ha. Dies resultiert vermutlich aus einer schlecht entwickelten Zwischenfrucht und den erhöhten Niederschlägen in diesem Zeitraum, wodurch der N_{min} in den Unterboden gewaschen wurde, anstatt aufgenommen zu werden (Abbildung 11).

Im November ist fast der gesamte Stickstoff aus dem Oberboden entfernt, entweder durch die Aufnahme in die Zwischenfrucht oder Auswaschung nach unten. Auf beiden Flächen sind Zwischenfrüchte eingesät, die das freie Nitrat wahrscheinlich in den folgenden Wochen in Biomasse umsetzen und es über den Winter konservieren (Abbildung 10).

Zum Hintergrund: Ende Februar bzw. Anfang März wurde auf die Winterweizenfläche in Eschdorf 20 m³ Gülle/ ha gefahren mit anschließender Gabe von 200 kg/ ha Kalkammonsalpeter. Auf diese Weise ist der leicht verfügbare Stickstoff des Mineraldüngers als auch der organisch gebundene Stickstoff der Gülle zur späteren Mineralisierung verfügbar und führt zu den erhöhten N_{min} -Werten im März. Der Winterweizen (1x Eschdorf, 1x Bauschelt) zeigte eine sehr gute Entwicklung mit vielversprechenden Beständen, die sich im zweiten Quartal in der Phase der Kornfüllung befanden und daher wurde keine weitere Stickstoffdüngung oder Fungizidbehandlung gefahren. Die erste und einzige Düngungsmaßnahme im Winterweizen erfolgte in Bauschelt mit 700 l/ha AHL/ASL 15%N per CULTAN-Verfahren und die zweite N-Gabe im Weizen in Eschdorf mit 200 kg/ha KAS, diese sind durch die erhöhten NH_4 und N_{min} Konzentrationen im April ersichtlich.

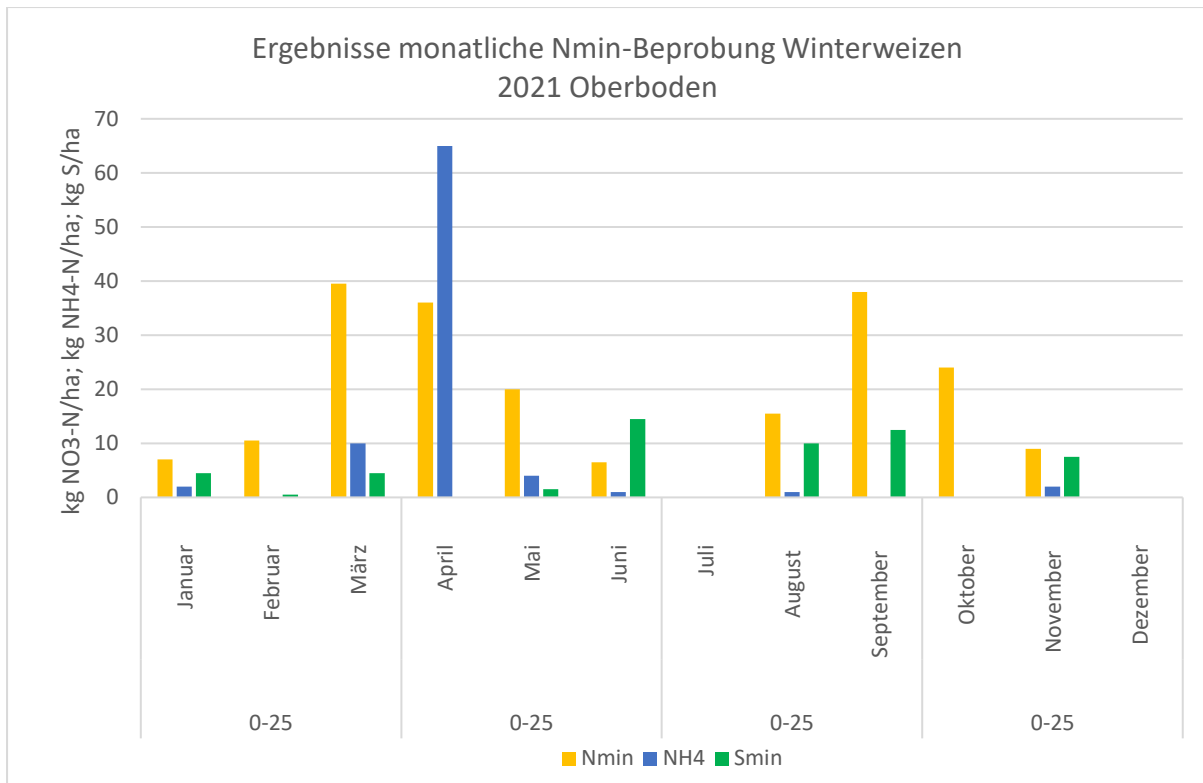


Abbildung 10 Ergebnisse des monatlichen N_{min}-Monitorings der LAKU für die jeweiligen Analyseparameter N_{min}, NH₄ und S_{min} im Winterweizen für den Oberboden im Jahr 2021 (Tiefenstufe Probenahme 0-25 cm).

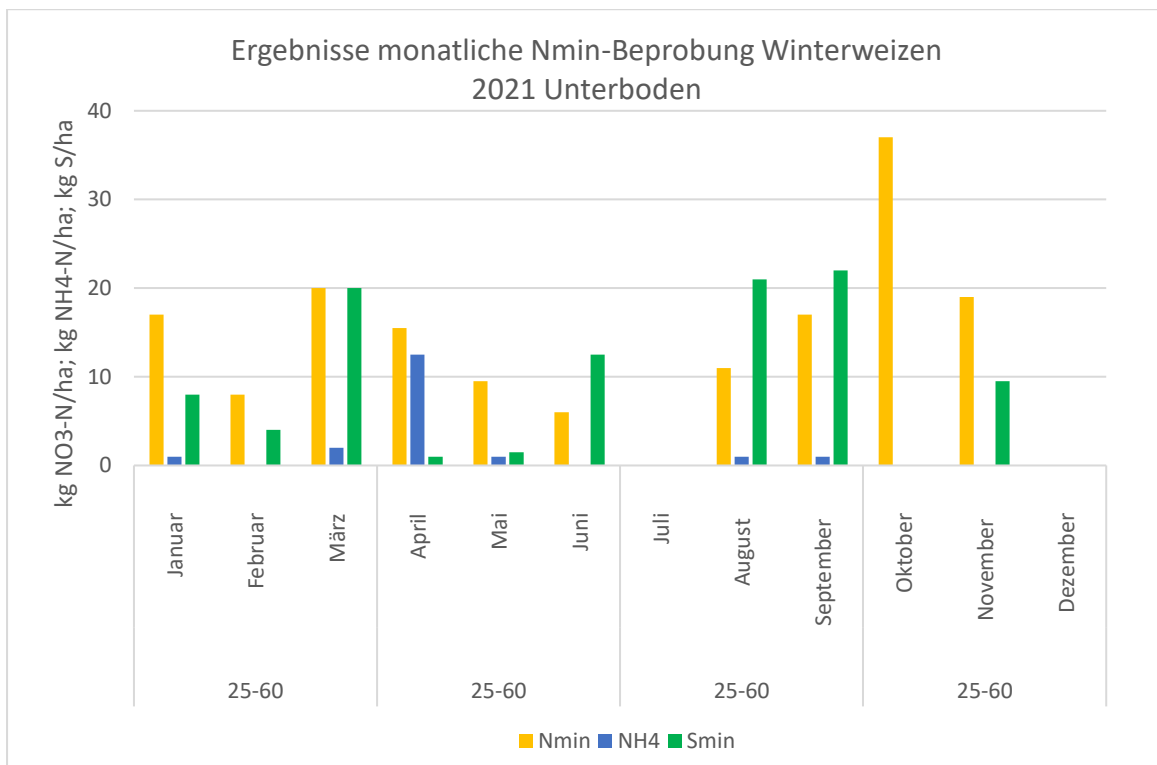


Abbildung 11 Ergebnisse des monatlichen N_{min}-Monitorings der LAKU für die jeweiligen Analyseparameter N_{min}, NH₄ und S_{min} im Winterweizen für den Unterboden im Jahr 2021 (Tiefenstufe Probenahme 25-60 cm).

Der Winterweizen Ertrag lag in Eschdorf beim konventionell angebauten Weizen (1x Herbizid & 1x Fungizid) bei 75 dt/ha und in Bauschelt bei dem Weizen für Käre vom Séi (weder Herbizid- noch Fungizideinsatz) bei 54 dt/ha.

Ergebnisse Mais

Auf den Maisflächen war zum Ende des ersten Quartals auf einer Fläche noch die Maisstoppel mit einer gut entwickelten Weidelgras-Untersaat vorhanden. Die N_{\min} -Konzentrationen lagen in den ersten Monaten (Januar bis Februar) in der Tiefenstufe 0 -25 bei $<10 \text{ kg NO}_3\text{-N/ ha}$ (Abbildung 12). Dies lässt sich einerseits auf niedrige Konzentrationen aus dem Herbst und andererseits auf eine gute Bindung der Nährstoffe durch die Untersaat (Maisfläche Bauschelt) bzw. Ausfallgetreide (Maisfläche Eschdorf) zurückführen (Abbildung 12). Die gepflügte Maisfläche in Boulaide verhinderte den Aufwuchs der Untersaat und somit einen starken Anstieg der N_{\min} -Konzentration. Vor dem Umbruch des Ausfallgetreides in Eschdorf wurden 10 t Mist auf die Fläche gefahren.

Auf den beiden Mais-Parzellen (1x Eschdorf, 1x Bauschelt), konnte sich der Mais durch die eintretende Kälte (Mai 2021: $8,6 \text{ C}^\circ$ Wetterstation Eschdorf und Arsdorf, agrimeteo.lu) nur zögerlich entwickeln, dadurch lag er im Entwicklungsstand gut drei Wochen zurück, im Vergleich zu den Vorjahren. Dieses Defizit konnte er mit den optimalen Wuchsbedingungen im zweiten Quartal dann wieder ausgleichen.

Die N_{\min} -Werte im Ober- sowie Unterboden fielen bis einschließlich April recht niedrig aus (im Unterboden unter $<10 \text{ kg NO}_3\text{-N/ha}$ bzw. im Oberboden unter $<20 \text{ kg NO}_3\text{-N/ha}$), da hier noch keine hohen N-Gaben mit leicht verfügbarem Stickstoff gegeben wurden und der verfügbare Stickstoff aus der natürlichen Mineralisation stammt. Im Mai und Juni sind ansteigende N_{\min} -Mengen von bis zu 130 kg/ha im Oberboden festzustellen, zurückzuführen auf die Düngegaben (Abbildung 12).

Im Juli klingt der N_{\min} -Gehalt im Oberboden auf knapp unter $20 \text{ kg NO}_3\text{-N/ha}$ weiter ab, wobei die N_{\min} -Werte vom Juli im Unterboden erhöht ausfielen (Abbildung 12), da die Probenahme nach den starken Niederschlägen vom 13. und 14. Juli (Eschdorf $25,3 \text{ mm}$ und $71,3 \text{ mm}$; Arsdorf nächstgelegene Wetterstation zu Bauschelt $31,0 \text{ mm}$ und $69,6 \text{ mm}$; agrimeteo.lu) stattfand und vermutlich ein Teil vom Nitrat in den Unterboden gewaschen wurde.

Insgesamt entwickelte sich der Mais im dritten Quartal gut und setzte schöne Kolben an. Die geringen Niederschläge in den folgenden Wochen führten dazu, dass die Pflanzen den Stickstoff aus den tieferen Schichten aufnehmen konnten, wodurch die Werte im August wieder auf einem normalen Niveau (um die $10 \text{ kg NO}_3\text{-N/ha}$ im Unterboden und Oberboden) lagen. Im September wurden keine Proben im Mais genommen, da dies in diesem Entwicklungszustand schwierig ist und der Mais den restlichen N_{\min} vom August wahrscheinlich verwertet hat.

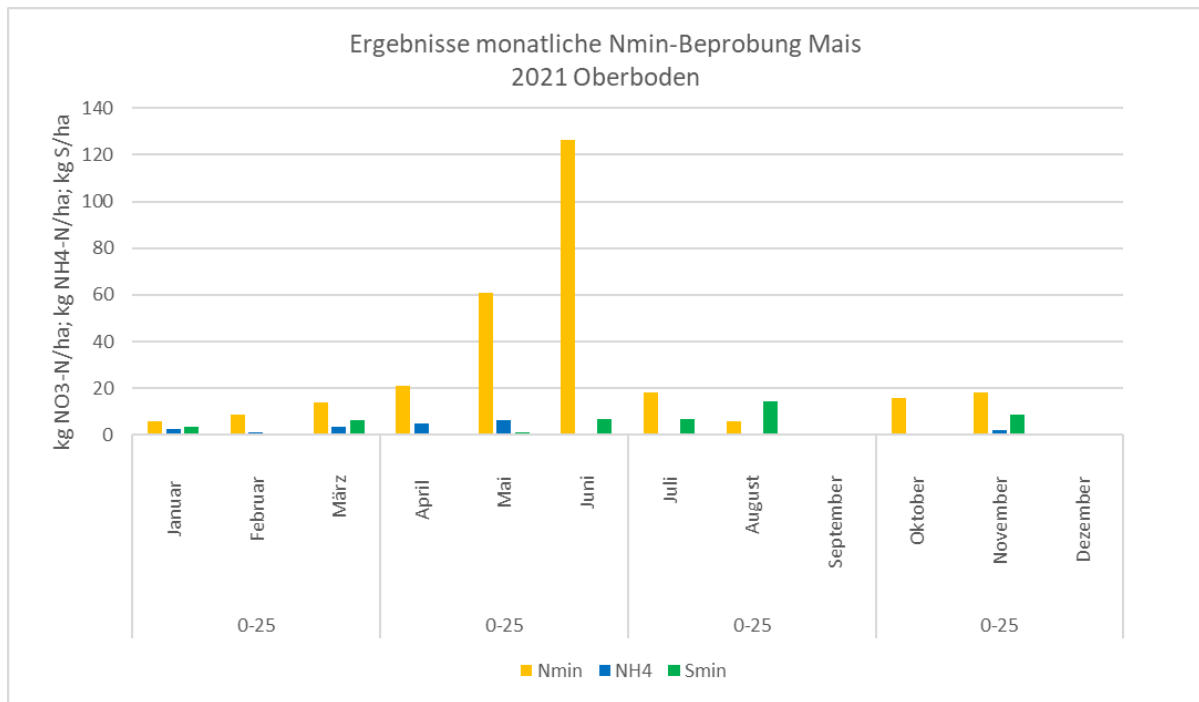


Abbildung 12 Ergebnisse des monatlichen N_{min}-Monitorings der LAKU für die jeweiligen Analyseparameter N_{min}, NH₄ und S_{min} im Silomais für den Oberboden im Jahr 2021 (Tiefenstufe Probennahme 0-25 cm).

Meteorologische Einschätzung der Saison 2021

Die ersten Monate im Jahr 2021 wiesen keine besonderen Vorkommnisse auf. Die Wetterdaten über das Jahr hinweg betrachtet zeigen, dass die Wasserbilanz mit -39,9 mm zum zweiten Quartal viel positiver ausfällt als in den Jahren zuvor (Mittelwert 2. Quartal 2018 – 2020: -104,8 mm; agrimeteo.lu; Wetterstation Eschdorf).

Zudem verlief das dritte Quartal 2021 mit Ausnahme der hohen Niederschlagsmengen am 13. und 14. Juli ohne große Vorkommnisse (agrimeteo.lu; Wetterstation Eschdorf). Darüber hinaus zeigen die Wetterdaten eine positive Wasserbilanz mit +71,4 mm (Mittelwert 3. Quartal 2019 – 2020: -178,6 mm). Die Durchschnittstemperatur in diesem Zeitraum fällt mit 14,7°C jedoch um 1,3°C niedriger aus als in den Vorjahren (Mittelwert 3. Quartal 2019-2020: 16,0°C).

Das letzte Quartal verlief ohne besondere Vorkommnisse mit einer positiven Wasserbilanz und Tagestemperaturen über 0°C sowie etwas trockener als das Jahr zuvor (2020: Niederschlagssumme Oktober bis Dezember: 363,8 mm und 2021: Niederschlagssumme Oktober bis Dezember: 204,3 mm; agrimeteo.lu; Wetterstation Eschdorf).

Der Weizen konnte sich im Mai und Juni besonders gut entwickeln und setzte die verfügbare N-Menge in Biomasse um. Trotz hoher Niederschlagsmengen (Niederschlagssumme Mai und Juni 185,8 mm Niederschlag in Eschdorf und 123,5 mm in Bauschelt; Wetterstation Arsdorf; agrimeteo.lu) kam es zu keiner N-Auswaschung. Der Winterweizenertrag (Eschdorf, konventionell) lag bei 75 dt/ha und in Bauschelt (Käre vum Séi) bei 54 dt/ha, was durchaus ein guter Ertrag ist.

Fazit des N_{min} Monitorings der LAKU

Die N_{min}-Proben zeigen, dass niedrige Stickstoffkonzentrationen aus dem Herbst im Vorjahr den N_{min}-Gehalt im Januar und Februar im Oberboden noch beeinflussen können. In dem N_{min}-Monitoring

wurde deutlich, wie sich Düngegaben bzw. Bodenbearbeitung und Frühjahrsmineralisierung auf die N_{\min} -Werte auswirken. Interessant sind die unterschiedlichen N_{\min} -Werte in Ober- und Unterboden und daraus schließend, die Unterschiede in der Stickstoffverfügbarkeit für die Pflanze und der Verlagerung (Verlagerung von Reststickstoff in den Unterboden).

Anhand des erhöhten S_{\min} -Gehaltes, der sich im Unterboden niederschlägt, konnte der noch nicht umgesetzte Schwefel aus der CULTAN-Düngung aufgezeigt werden. Auf der Maisfläche mit der Weidelgras-Untersaat konnte zudem die gute Bindung der Nährstoffe, sowie des Reststickstoffs und der Schutz dieses vor Auswaschung durch eine Untersaat verdeutlicht werden. Die Untersaat verhinderte so einen starken Anstieg der N_{\min} -Konzentrationen im Unterboden. Eine Schlussfolgerung aus dem N_{\min} -Monitoring ist, dass die Kombination einer Wachstumsverzögerung der Kultur (hier Mais) mit einem Starkregenereignisses zu einer Auswaschung von Stickstoff in den Unterboden führen kann.

Letztendlich wird es interessant sein, das N_{\min} -Monitoring über weitere Jahre und in unterschiedlichen Böden und Kulturen weiterzuführen, um so Trends und Schlussfolgerungen für den Wasserschutz herausstellen zu können.

5. LAKU-Maßnahmen für Ihren Betrieb 2021

Tabelle 9 Übersichtstabelle der gebotenen Fördermöglichkeiten 2021.

Maßnahme		Förderung
Betriebsspiegel-Analyse	der LAKU- Betriebe	100%-ige Förderung der Datenaufnahme und Auswertung
Bodenprobendienst mit zwei Schwerpunkten	Referenzflächen	100%-ige Förderung von Probenahme und Analyse (Standardanalysen alle 3 Jahre, einmalige Humusanalyse, Nitrat, Ammonium und S_{\min} jährlich dreimal)
	Restliche Flächen im Einzugsgebiet	100%-ige Förderung von Probenahme und Analyse (Standardanalysen alle 3 Jahre, einmalige Humusanalyse, Nitrat jährlich zweimal außer auf Dauergrünland)
GIS-basiertes WSZ-Management	LAKU-App & LAKU-Web	100%-ige Förderung
Feldversuche	Auf LAKU-Betrieben	Ausgleich des Arbeitsaufwandes der Feldversuche
Beratung mit Fokus Wasserschutz	Düngeplanung und Wasserschutzberatung	Übernahme der anfallenden MwSt 100%-ige Förderung der weiteren Kosten durch MAVDR
	Beratung außerhalb von Modulen	Komplette oder teilweise Förderung durch LAKU
Fortbildung Landwirte	Seminare, Feldbegehungen, Vorführungen, Exkursionen	100%-ige Förderung Teilweise mit Anerkennung von Praxis- und Theoriestunden im Rahmen der LPP

Maßnahme	Förderung	
Sensibilisierung	Regelmäßige Aufkalkung/Erhaltungskalkung mit hochwertigen Kalken	Vergünstigter Preis von 37,80 €/t durch Sammelbestellung
	Vermeidung von Punkteinträgen von PSM	50%-ige Förderung der Aufrüstung von Feldspritzen mit max. 2000 € Fördersumme
	Vermeidung von Bodenverdichtung	Förderung von max. 30% der max. Nachrüstkosten (15.000 €) von landwirtschaftlichen Maschinen mit einer Reifendruckregelanlage
Wirtschaftsdünger- management	Gülleseparierung	Förderung von 3 €/m ³ an den Separationskosten
Anbau und Vermarktung alternativer Kulturen und erweiterte Fruchtfolge	Käre vum Séi	Betreuung und Koordination Monitoring der Flächen
CULTAN-Düngung	CULTAN-Schlitzverfahren	AUK 472-L3
	CULTAN-Nagelradverfahren	AUK 472-L4
	CULTAN-Strip-Till- Verfahren	AUK 472-L2
Mechanische Unkrautbekämpfung	Hacken	55 €/ ha Hacken; 70 €/ ha Hacken mit Fingerhacke; 65 €/ ha Hacken mit Untersaatausbringung
	Feldhygiene ohne PSM (Breitscharhobel, Flachgrubber, Kreiselegge mit Flossenmessern, Schälmaschine)	25 €/ ha
	Striegel	100%-ige Förderung
Alternativkulturen	Miscanthus	100%-ige Förderung der Pflanzkosten und der mechanischen Unkrautbekämpfung in den ersten 2 Jahren); ggf. Nachpflanzung max. 1000 €/ ha

6. Arbeiten der Koordination 2021

6.1. Koordination der Kooperation LAKU

- Koordination und Evaluation des Maßnahmenprogramms
- Organisation von 36 Versammlungen: Vorstandsversammlungen (8), Begleitausschuss mit Vorbereitungsgesprächen (3), Arbeitsgruppensitzungen (9) und Austauschgesprächen mit regionalen, nationalen und internationalen Partnern (16)
- Organisation und Teilnahme an 10 Tagungen und Weiterbildungen

6.2. Öffentlichkeitsarbeit

- Fachartikel von oder mit der LAKU: > 7

6.3. Landwirtschaftliche Ist-Analyse des Einzugsgebietes

- Erste Vorbereitungen für die Auswertung des Referenzjahres 2021

7. Veranstaltungsliste

- Vorstandversammlung der LAKU, 06.01.2021, Videokonferenz
- Besprechung zur neuen Wasserschutzonenverordnung, 07.01.2021, SEBES
- LAKU 2.0, 19.01.2021, Videokonferenz
- Masterclass Flowerstrips (FABulous Farmers), 28.01.2021, Videokonferenz
- Austausch LAKU/ASTA, 28.01.2021, Luxembourg ASTA
- Vorstandversammlung der LAKU, 03.02.2021, Videokonferenz
- Treffen der Arbeitsgruppe regenerative Landwirtschaft: Baustein Einführung, 25.02.2021, Betrieb Nickels, Eschdorf; 8 Teilnehmer (Covid-19 bedingt), 2 LPP Praxisstunden
- Vorstandversammlung der LAKU, 03.03.2021, Videokonferenz
- Austauschgespräch LAKU/CONVIS/J-Reiff, Organisation der Bodenprobenahme, 12.03.2021, NP
- Projekttreffen FABulous Farmers, 12.03.2021, Videokonferenz
- Seminarreihe Grünland optimieren, 16.03.2021, Reuler Hof M. Schlechter; 37 Teilnehmer, 2 LPP Praxisstunden
- Austauschgespräch LAKU/ SEBES – AGE, zukünftige Zusammenarbeit, 18.03.2021, Videokonferenz
- Vorstellung innovative Gülletechnik, 18.03.2021, Reuler Hof M. Schlechter; 54 Landwirte (+ca. 20 Personen: Landhandel, Firmen, ...), 2 LPP Praxisstunden
- Projekttreffen FABulous Farmers, 22.03.2021, Videokonferenz
- Extraordinäre Generalversammlung der LAKU, 24.03.2021, Sporthalle Lultzhausen; 19 Teilnehmer
- Europarc Webinar „Protected Areas and Conventional Agriculture: Opportunities and challenges for cooperation“ (Vortrag Martine Stoll); 30.03.2021, Videokonferenz

- Projekttreffen FABulous Farmers, 07.04.2021, Videokonferenz
- Vorstandsversammlung der LAKU, 07.04.2021, Videokonferenz
- Treffen der Arbeitsgruppe regenerative Landwirtschaft: Baustein Pflanzenwirtschaft/Fruchtfolge/ Zwischenfrucht, 07.04.2021, Heiderscheid; 12 Teilnehmer, 2 LPP-Theoriestunden
- Q&A WSZ-Verordnung Stausee mit AGE, Umweltministerium, Beratern und LTA, 08.04.2021, Videokonferenz
- Projekttreffen FABulous Farmers mit Pilotbetrieben, 12.04.2021, alte Gemeinde Eschdorf; 9 Teilnehmer
- 5te ordinäre Generalversammlung der LAKU mit Vorstandsbestimmung, 20.04.2021, Centre Culturel Baviagne; 45 Teilnehmer
- Fachgespräch „Lösungsansätzen der Vermeidung von Phosphor-Einträgen in den Obersauerstausee“ – Teil 1 und 2, 06.05.2021, SEBES; 19 Teilnehmer (NP, SEBES, MECDD, AGE, ASTA, CONVIS, LWK, IBLA, Prof. Leinweber, LWK-NRW)
- Vorstandsversammlung der LAKU, 12.05.2021, SEBES (1te des neuen Vorstandes)
- Demonstrationsveranstaltung „Mechanische Kulturpflege – Ansätze auf dem Weg zur regenerativen Landwirtschaft“, 18.05.2021, Weicherdange (Versuchsparzelle P0930866, Rossler); 48 Teilnehmer, 2 LPP-Praxisstunden
- Vorbereitung zum MP 2022 mit MECDD, AGE, ASTA, LAKU-Vorstand, 31.05.2021, SEBES; 12 Teilnehmer
- Vorbereitung zum MP 2022 mit MECDD, AGE, ASTA, LAKU-Koordination, 31.05.2021, Videokonferenz; 6 Teilnehmer
- Treffen der Arbeitsgruppe regenerative Landwirtschaft: Baustein Bodenanalytik, 08.06.2021, SEBES; 9 Teilnehmer
- Absprache Pilotstudie AGE (Bauschelbaach), 07.06.2021, Videokonferenz
- Projekttreffen FABulous Farmers, 14.06.2021, Videokonferenz
- „Boden schonender Landmaschinen-Einsatz“ und „Digitalisierung in Ackerbau & Milchwirtschaft“, 16.06.2021, Betrieb Almo Agri, Boulaide; 22 Teilnehmer
- Austausch zur Bio-Landwirtschaft mit ASTA und MAVDR, 29.06.2021, Videokonferenz
- LAKU-Düngungsfachgespräch (mit Hans Unterfrauner); 30.06.2021, SEBES

- Feldrandgespräch zur mech. Kulturpflege und CULTAN, 06.07.2021, Weicherdange (Versuchsparzelle P0930866, Rossler); 18 Teilnehmer, 2 LPP-Praxisstunden
- Vorstandversammlung der LAKU, 06.07.2021, SEBES
- Projekttreffen FABulous Farmers, 07.07.2021, Videokonferenz
- Treffen mit Bodenlabor zur Abstimmung von neunten Analysen (erste Testresultate), 22.07.2021, ASTA Labor, Ettelbrück (LAKU-Koordination, SEBES, H. Schumacher)
- LAKU-Begleitausschuss, 27.07.2021, SEBES; 19 Teilnehmer
- Projekttreffen FABulous Farmers, 28.07.2021, Videokonferenz
- Abstimmungstreffen LAKU MP2022 mit ASTA und AGE, 29.07.2021, Videokonferenz
- Treffen der Arbeitsgruppe regenerative Landwirtschaft: Baustein Bodenverdichtungen aufbrechen, 19.08.2021, Betrieb Rollinger, Burmerange; 12 Teilnehmer, 2 LPP-Praxisstunden
- Treffen mit Ministerin Carole Dieschbourg, 25.08.2021, SEBES
- After-Karschnatz mit der LAKU, 26.08.2021, Gemeindehaus Bauschleiden; 23 Teilnehmer
- Seminarreihe Grünland optimieren: Teil 2 - Grundlandnachsaat, 31.08.2021, Betrieb Origer Christian, Eschdorf; 46 Teilnehmer, 2 LPP-Praxisstunden
- Vorstandversammlung der LAKU, 17.09.2021, SEBES
- Feldbegehung Voll- und teilmechanische Unkrautbekämpfung sowie Untersaaten im Mais mit LWK, 28.09.2021, Eschdorf; 2 LPP-Praxisstunden
- AG Wasserschutz: Ganzheitliche Betriebsberatung, 29.09.2021, SEBES; LAKU-Koordination, SEBES, nationale Beratungsinstitute
- Vorstandversammlung der LAKU, 05.11.2021, SEBES
- Winter Tagung – Nährstoffeffiziente Fütterung von Milchkühen & Regenerative Landwirtschaft (07.12.2021), SEBES; 55 Teilnehmer, 2 LPP-Theoriestunden