



KANTON
NIDWALDEN



Schlussbericht Beratungsprojekt

Klima- und standortangepasste Bewirtschaftung gegen Problempflanzen im Grasland, 2016-2021

Brugg, den 31. März 2022



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

LIEB | EGG

Berufsbildungszentrum
Natur und Ernährung **bbzn.lu.ch**



AGROFUTURA
Agronomie · Ökologie · Ökonomie



Bild Titelseite: AGFF-Tagung in Buochs: Die richtige Einstellung des Mähbalkens ist wichtig für die Bekämpfung der Borstenhirse

Projektteam

Alois Barmettler, Korporation Buochs
Andreas Egli, Amt für Landwirtschaft NW
Olivier Huguenin, Agroscope
Josef Odermatt, Forum Nidwalden
Marco Odermatt, BBZN Luzern
Herbert Schmid, BZ Liebegg
Annelies Uebersax, Agrofutura
Peter Wyrsh, Amt für Landwirtschaft NW

Auftraggeber/in

Forum Nidwalden

Josef Odermatt
Lohsepp24@bluewin.ch
041 390 34 32
Loh
6373 Ennetbürgen NW

Das Projekt wurde von Bundesamt für Landwirtschaft mitfinanziert.

Inhaltsverzeichnis

Links zu weiterführenden Informationen	4
Schlussbericht darf auf ARAMIS veröffentlicht werden: Ja: ☒	4
Die Projektleiter bestätigen, dass alle Angaben im vorliegenden Formular korrekt sind.	4
Zusammenfassung.....	5
1. Ausgangslage	6
2. Fragen oder Anliegen, Ziele, Zielerreichung	7
3. Methoden.....	8
3.1 Demonstrationsanlage in der Praxis	8
3.2 Kleinparzellenversuch	8
3.3 Einzelbetriebliche Begleitungen.....	9
3.4 Multiplikation und Verbreitung der Ergebnisse.....	9
4. Resultate	10
4.1 Demoparzellen auf Praxisbetrieben.....	10
4.2 Vergleichsparzellen auf Praxisbetrieben	12
4.3 Kleinparzellenversuch	19
4.4 Einzelbetriebliche Begleitungen.....	29
4.5 Multiplikation und Verbreitung der Ergebnisse.....	29
4.6 Zusätzliche wissenschaftliche Untersuchungen unabhängig vom Projekt	29
5. Diskussion, Fazit.....	30
6. Dissemination, weitere Verwendung, Verbreitung der Resultate.....	32
6.1 Medien	32
6.2 Flurbegehungen.....	32
6.3 Überkantonale Kooperation und Wissenstransfer.....	32
6.4 Hilfsmittel: Merkblatt Borstenhirse	32
6.5 AGFF-Schlussstagung 2021, enge Zusammenarbeit mit Agroscope	32
7. Anhang	34
Anhang 1: Übersicht über Medienartikel zum Borstenhirse-Projekt.....	34
Anhang 2: Beschreibung der Demonstrationsanlage in der Praxis	35
Abkürzungsverzeichnis	39
Abbildungsverzeichnis.....	40
Tabellenverzeichnis.....	42

Projekttitel	Klima- und standortangepasste Bewirtschaftung gegen Problempflanzen im Grasland
Schlagwörter	Borstenhirse, Problempflanzen im Grasland, Futterbau, Kleinparzellenversuch
Autorinnen und Autoren	Alois Barmettler, Korporation Buochs; Andreas Egli, Amt für Landwirtschaft NW; Olivier Huguenin-Elie, Agroscope; Josef Odermatt, Forum Nidwalden; Marco Odermatt, BBZN Luzern; Herbert Schmid, LZ Liebegg; Annelies Uebersax, Agrofutura; Peter Wyrsh, Amt für Landwirtschaft NW
Begleitung beim BLW	Walter Ingold
Projektdauer	Oktober 2016 bis Februar 2022
Gesamtkosten	281'000 Fr.
Beitrag BLW	105'000 Fr. (37%)
Weitere Mittel	Finanzieller Beitrag Landwirtschaftsamt NW: 83'000 Fr. (30%) Eigenleistung Agroscope: 50'000 Fr. (18%) Eigenleistung Branche: 27'000 Fr. (10%) Eigenleistungen Landwirtschaftsamt NW 16'000 Fr. (6%)

Links zu weiterführenden Informationen

[AGFF-Merkblatt Borstenhirse in Wiesen und Weiden](#)

[Poster Agroscope: Borstenhirse: Futterqualität, Futterkonservierung und Tiergesundheit](#)

[Bericht HAFL Keimfähigkeit Borstenhirse](#)

Schlussbericht darf auf ARAMIS veröffentlicht werden: Ja: ☒

Die Projektleiter bestätigen, dass alle Angaben im vorliegenden Formular korrekt sind.

Ort/Datum:

Unterschriften

Stans, 1. April 2022



Josef Odermatt
Forum Nidwalden



Andreas Egli
Amt für Landwirtschaft Kanton

Zusammenfassung

Ausgangslage

Der Kanton Nidwalden setzte von 2016 bis 2021 gemeinsam mit Agroscope, den Landwirtschaftlichen Officialberatungen der Kanton LU und AG sowie der Agrofutura das Beratungsprojekt «Klima- und standortangepasste Bewirtschaftung gegen Problempflanzen im Grasland» (kurz: Projekt Borstenhirse NW).

Ziel

Ziel war, Wissen und wirksame Ansätze zur Bekämpfung der als Folge des Klimawandels, kombiniert mit unangepasster Nutzung, immer stärker auftretenden futterbaulich wertlosen Borstenhirse zu generieren und in die Praxis zu transferieren.

Methodik

Die Borstenhirseproblematik wurde mit Demonstrationsanlagen in der Praxis, Kleinparzellenversuchen, einzelbetrieblichen Begleitungen, kleineren begleitenden Forschungsarbeiten sowie dem aktiven Wissens- und Erfahrungsaustausch mit Fachpersonen des Strassen- und Bahnunterhalts angegangen.

Resultate, Fazit

Es ist möglich, die Borstenhirse mit Bewirtschaftungsmassnahmen zurück zu drängen. Eine hoher Schnitt (ca. 8 cm), verlängerte Schnittintervalle, die eine periodische Versammlung wichtiger Gräser wie z.B. des italienischen Raigrases ermöglichen sowie Übersaaten mit robusten Grasarten wie z.B. Knautgras, Wiesenfuchsschwanz und Rohrschwengel sind die wichtigsten Massnahmen, um die Borstenhirse zurückzudrängen.

Die frühe Frühlingsweide mit Schafen, die Wahl vielfältiger Mischungen mit robusten Grasarten für Kunstwiesen, keine zu graslastigen Bestände, eine gezielte Mäusebekämpfung und alle generell Ansätze zur Vermeidung von Lücken in der Grasnarbe sind weitere geeignete Bewirtschaftungsmassnahmen, um die Borstenhirse zurückzudrängen.

Die Verhinderung von Lücken in der Grasnarbe ist die wichtigste vorbeugende Massnahme.

Versuche der HAFL zur Keimfähigkeit zeigen, dass die Samen der Borstenhirse nach einer Lagerdauer von mindestens 40 Tagen in Gülle sowie mindestens 60 Tagen in Silagen nicht mehr keimfähig waren.

Aus Versuchen von Agroscope Posieux zur Verdaulichkeit von Borstenhirse bei Schafen kann geschlossen werden, dass Borstenhirse in erster Linie wegen mangelnder Schmackhaftigkeit und damit verbundenen höheren Kripfenverlusten zu Ertragseinbussen führt.

Die chemische Bekämpfung erwies sich als nicht erfolgversprechend, da mehrere Behandlungen pro Jahr nötig wären, was ökonomisch und ökologisch nicht nachhaltig ist.

Das Projekt hat einen wichtigen Beitrag dazu geleistet, um bei betroffenen Betrieben die Einsicht reifen zu lassen, dass Bewirtschaftungsanpassungen nötig sind, um die Borstenhirse zurückzudrängen. Das Projekt konnte wirksame Massnahmen und Ansätze aufzeigen, deren Wirkung belegen und so fachlich fundierte Grundlagen für die Umsetzung in der Praxis schaffen. Die Kombination von wissenschaftlichen Versuchen mit Beratungsansätzen wie Demo- und Vergleichsparzellen hat sich sehr bewährt und kann unbedingt weiterempfohlen werden. Die Forschungsarbeit liefert fachlich gut abgestützte Diskussionsgrundlagen, die Beratungsansätze ermöglichen einen breiten Einbezug und Identifizierung Betroffener mit der Thematik und den Diskussionen dazu.

1. Ausgangslage

Seit etwa 20 Jahren beobachten Bewirtschaftende und Beratung auf intensiv bewirtschafteten Naturwiesen und teilweise auch auf Rückführungswiesen in verschiedenen Nidwaldner Gemeinden eine starke Zunahme der Graugrünen Borstenhirse¹ und anderer Hirsearten. Dank der klimatischen Gunstlage hat dieses Gebiet einen ausgesprochen frühen Vegetationsbeginn. Entsprechend wurde die Bewirtschaftung in den letzten Jahrzehnten intensiviert. Bei einer angepasst intensiven Bewirtschaftung entstanden ausgewogene Raigraswiesen mit sehr hohen Erträgen. Infolge zunehmender Sommertrockenheit, schlechtwetterbedingten Grasnarbenschäden und regelmässig auftretenden Mäuse- und Engerlingsschäden, sowie wahrscheinlich auch teilweise infolge einer Überintensivierung, wurden diese Wiesen zu Beginn besonders auf eher flachgründigen Böden und südexponierten Standorten lückig und immer stärker mit Borstenhirse durchsetzt. Heute ist die Borstenhirse ein schwer kontrollierbares Ungras mit grossem Vermehrungspotenzial, welches sich immer mehr in bisher einwandfreien Wiesen auch auf tiefgründigen Böden vom Tal bis in höhere Lagen etabliert. Die überbetriebliche Zusammenarbeit, die Auslagerung von Arbeiten an Lohnunternehmen, der Einsatz leistungsfähigerer Maschinen und der überbetriebliche Gülletransport begünstigen ihre Verbreitung.

Borstehirse hinterlässt als nicht winterhartes Gras Lücken im Bestand, welche im Frühling wiederum durch minderwertige Lückenfüller wie das gemeine Rispengras und weitere Problempflanzen und in nachfolgenden Aufwüchsen dann auch durch die Borstenhirse besetzt werden. Flächen mit Borstenhirse liefern nicht nur geringwertiges Futter, sondern sind auch weniger gut silierbar, aufgrund der Lückigkeit auch weniger gut befahrbar und bergen ein erhöhtes Erosionsrisiko. Mit Borstenhirse durchsetztes Futter wird vom Vieh gemieden und kann durch die abrasiven Eigenschaften der Borstenhirse im Extremfall zu Verletzungen im Mundhöhlenbereich der Tiere führen².

Der Verunkrautungsgrad schwankt stark mit dem jahreszeitlichen Verlauf. Während die Wiesen in den Frühlingsaufwüchsen (April/Mai) frei von Hirsen sind oder die frühen Entwicklungsstadien von den Bewirtschaftern noch nicht wahrgenommen werden, nimmt deren Ertragsanteil jeweils ab Juni stark zu. Auf einzelnen Flächen erreichen die Hirsen sehr hohe Deckungsgrade. Zurzeit gibt es nur wenige Erfahrungen mit Methoden zur Sanierung von stark mit Borstenhirschen befallenen Wiesen. Um das Ertragsvermögen, die Ertragssicherheit und die Futterqualität der verunkrauteten Wiesen zu verbessern, die Verbreitung der Hirsen in benachbarte Gebiete zu verhindern, die Kompensation durch zugeführte Grund- und Kraftfuttermittel oder die ausweichende Intensivierung extensiverer Flächen zu verhindern müssen geeignete Bewirtschaftungs- und Pflegemassnahmen und -konzepte entwickelt, geprüft und umgesetzt werden (Koch, 2008).

In den letzten Jahren ist die Borstenhirse auch in anderen Kantonen zum Problem geworden.

Die AGFF hat 2021 auf der Basis der Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Beratungsprojekt das Merkblatt «Borstehirse auf Wiesen und Weiden» herausgegeben, welches den Stand des Wissens zur Borstenhirse gut zusammenfasst.

¹ *Setaria pumila* [S. glauca]

² Fälle von dadurch verursachten Notschlachtungen sind bekannt

2. Fragen oder Anliegen, Ziele, Zielerreichung

Das Projekt verfolgte drei Oberziele:

1. Wissen zur Bekämpfung der Borstenhirse wird generiert; der Transfer von Forschungs- und Erfahrungswissen in die Praxis im Kanton NW aber auch in anderen betroffenen Kantonen wie dem Kanton Tessin wird beschleunigt.
2. Die Grundfutter-Produktion im Kanton NW wird sowohl bezüglich Menge wie Qualität erhalten, verbessert und den standörtlichen und klimatischen Möglichkeiten entsprechend wieder erhöht, eine hohe Milchleistung auf Raufutterbasis bleibt möglich.
3. Der Anteil von Borstenhirse im Nidwaldner Grasland wird zurückgedrängt, die Verbreitung der Borstenhirse im Kanton NW und über den Kanton hinaus wird minimiert.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Projektziele und deren Erreichungsgrad bei Projektende 2021.

Tabelle 1: Übersicht über die Projektziele und die Zielerreichung

●: Ziel vollständig erreicht; ●: Wichtige umgesetzte Elemente ausserhalb Zielvorgabe

Nr.	Ziel	Indikatoren	Erreichung
1.	Vorhandenes Wissen rund um die Borstenhirse wird rasch in die Praxis umgesetzt	Individuelle Bekämpfungsstrategien und – massnahmen auf sechs Betrieben erarbeiten und umsetzen	●
2	Neues Fachwissen und Erfahrungen seitens Bewirtschaftenden, Beratung, Behörden und Forschung über die Borstenhirse sowie die ökologischen und ökonomischen Zusammenhänge im Futterbau wird generiert	6 Praxisbetriebe begleiten 3-4 Demoparzellen bewirtschaften 2 Standorte mit Kleinparzellenversuchen anlegen und bewirtschaften <i>Wissenschaftliche Untersuchungen zur Keimfähigkeit von Borstenhirsesamen*</i> <i>Wissenschaftliche Untersuchung zur Verdaulichkeit von Borstenhirse*</i>	● ● ● ● ●
3	Die Akteure werden sensibilisiert, es wird eine Handlungsbereitschaft seitens der Bewirtschafter ausgelöst	Mindestens 1 Flurbegehung pro Jahr: Effektiv: 2 / Jahr Anzahl Merkblätter: 1 AGFF-Merkblatt Anzahl Fachanlässe: 3; Austausch mit Fachpersonen TI 2019; AGFF-Schlusstagung 2022	● ● ● ●
4	Neues Fachwissen und Erfahrungen werden kantonsintern und gegen aussen in andere Kantone kommuniziert.	<i>Fachlicher Austausch mit Fachpersonen Strassen- und Bahnunterhalt, um das in der Landwirtschaft gewonnen Wissen und die Erfahrungen auch in diesen Bereich einzubringen*.</i> Anzahl Medienbeiträge: 12 (s. Anhang 1) Anzahl interkantonalen Kontakte resp. Austausche durch Agroscope oder LZ Liebegg oder BBZN Luzern: Mind. 5 ³	● ● ●

* Aktivitäten, die bei Projektstart noch nicht geplant waren, aber im Verlauf der Projektdauer angegangen wurden, um zusätzliches Wissen rund um die Verbreitungswege und die Futterqualität von Borstenhirse zu generieren.

³ Austausch mit TI in Cadenazzo 2019 und im Rahmen der AGFF-Tagung 2021; tel. Austausch mit Michael Schmidhalter VS 2019; Austausch mit Inforama BE anlässlich Erarbeitung AGFF-Merkblatt 2020; Austausch mit OW, welche eigene kleine Versuche starteten 2021; Austausch mit LU aufgrund Anfrage interessierter Landwirte; Austausch in Zentralschweiz via KOLAS Zentralschweiz, breiter Austausch an AGFF-Abschlusstagung 2021

3. Methoden

Um die Ziele zu erreichen wurden die in den Kapiteln 3.1. bis 3.4 beschriebenen methodischen Ansätze gewählt:

3.1 Demonstrationsanlage in der Praxis

Art der Anlage (detailliertere Beschreibung s. Beilage 1)

Nutzung bestehender, unterschiedlich bewirtschafteter Wiesen- und Weideparzellen mit ähnlichen Bedingungen bezüglich Boden, Klima und Topografie, mit und ohne Borstenhirsebefall als Fallbeispiele und Beratungsobjekte.

Ziel der Anlage

Beobachtung, Dokumentation und Demonstration des Einflusses der Bewirtschaftung auf das Vorkommen von Borstenhirse und den Zustand der Pflanzenbestände auf Praxisbetrieben als Grundlage für die Beratung.

Zweck

Die Demonstrationsanlage fokussiert auf das Vermeiden der Ausbreitung von Borstenhirse durch eine angepasste Wiesenbewirtschaftung. Der Vergleich benachbarter Wiesen mit vergleichbaren Standortbedingungen aber unterschiedlichem Befall mit Borstenhirse liefert Hinweise über die Auswirkung unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen auf den Borstenhirsebefall. Der Aufwand zur Ursachenforschung ist relativ gering. Die Bewirtschaftungsunterschiede beeinflussten die botanische Zusammensetzung der Wiesen schon vor der Beobachtungsperiode. Die Demoparzellen ermöglichen den Vergleich verschiedener Bewirtschaftungsweisen als Ganzes, erlauben jedoch keine Rückschlüsse auf einzelne Bewirtschaftungsfaktoren.

Methode

Die Bewirtschaftung und der Borstenhirsebefall der Demo-Parzellen werden erhoben. Nur wenig oder gar nicht mit Borstenhirse befallene Wiesen und Weiden werden aufgrund ihrer bisherigen Bewirtschaftung ausgewählt: Die Schnitthäufigkeit, die Schnittzeitpunkte, die Pflegemassnahmen oder die Düngung sollen zwischen den Parzellen deutlich unterschiedlich sein. Die Landwirte verpflichten sich, keine wesentlichen Bewirtschaftungsänderungen während den nächsten 4 Jahren zu unternehmen. Die Bewirtschaftung und die Entwicklung der botanischen Zusammensetzung werden während 4 Jahren erfasst.

Ergebnisse, Produkte

Gründlich dokumentierte Fallbeispiele für das Aufzeigen der Zusammenhänge zwischen Bewirtschaftung und Borstenhirsebefall in der Praxis.

AGFF-Merkblatt & Fachartikel in der landwirtschaftlichen Fachpresse.

3.2 Kleinparzellenversuch

(detailliertere Beschreibung s. **Anhang 3**)

Art der Anlage

Mehrjähriger Kleinparzellenversuch auf zwei Standorte, mit 14 Verfahren und vier Wiederholungen pro Standort

Ziel

Entwicklung von Bewirtschaftungsmassnahmen zur Reduzierung des Borstenhirsens-Befalls (Sanierung) in intensiv bewirtschafteten Wiesen.

Zweck

Der Kleinparzellenversuch fokussiert auf die Sanierung bereits befallener Wiesen (Parzellen mit Vorrat an Borstenhirse-Samen im Boden). Der Kleinparzellenversuch erlaubt die Ermittlung des Einflusses spezifischer kontrollierter Bewirtschaftungsfaktoren und deren Kombination über mehrere Jahre hinweg. Kombiniert mit den aktuellen Kenntnissen über die Biologie der Borstenhirse liefern solche Ergebnisse die nötigen Grundsteine zur Entwicklung von Regulierungsstrategien.

Hypothesen

- Sehr tiefes Mähen und kurze Schnittintervalle im Sommer schwächen die Konkurrenzkraft der Futtergräser und das Licht kann leichter auf den Boden kommen und diesen erwärmen.

- Borstenhirse kann durch die Verringerung des Lichteinfalls in Bodennähe zurückgedrängt werden.
- In intensiv bewirtschafteten Wiesen kann eine Verringerung des Lichteinfalls auf den Boden durch die Kombination von Übersaaten, eine höhere Schnitthöhe und längere Schnittintervalle im Sommer erreicht werden.
- Die optimale Kombination von Übersaaten, Schnitthöhe und Schnittintervallen hängt von den bestandesbildenden Grasarten ab.

Standorte

Zwei Standorte mit Borstenhirsebefall

- a) Mähwiese auf einem raigrasfähigen Standort des Talbodens
- b) Mechanisierbare Wiese auf einem schlecht raigrasfähigen Standort am Talhang.

Design

Faktorielles Design mit vier Wiederholungen. Somit können die Ergebnisse statistisch ausgewertet werden und die Interaktionen zwischen den Faktoren getestet werden. Dieses Design entspricht 12 Verfahren und 48 Parzellen pro Standort. Als Vergleich kamen dazu zwei Verfahren mit einer Herbizidbehandlung, so dass pro Standort 56 Parzellen bewirtschaftet wurden.

Die gleichen Verfahren wurden auf den zwei Standorten getestet.

Ergebnisse und Produkte

- Fachkenntnisse zur Sanierung von mit Borstenhirse befallenen Wiesen (ohne Herbizid-Einsatz und Bio-konform). Weil diese Fachkenntnisse die Konkurrenzverhältnisse zwischen den Pflanzenarten betreffen, geben sie Hinweise für die Entwicklung von Strategien für unterschiedliche Standortbedingungen.
- AGFF-Merkblatt & Fachartikel.

3.3 Einzelbetriebliche Begleitungen

Sechs ausgewählte Betriebe mit starkem Borstenhirsebefall während vier Jahren gezielt beraten und begleiten

Die Betriebsleitenden erarbeiten gemeinsam mit der Beratungskraft ein betriebsspezifisches Vorgehen mit auf den Betrieb zugeschnittenen Massnahmen und setzen diese unter intensiver Begleitung der Beratung um.

Ergebnisse und Produkte

Aufgearbeitete Betriebs-Portraits als Grundlagen für die Kommunikation und Beratung in Hinblick auf die flächendeckende Umsetzung von Massnahmen gegen Problempflanzen unter Berücksichtigung von Klima und Standort im Kanton Nidwalden sowie in weiteren betroffenen Kantonen.

3.4 Multiplikation und Verbreitung der Ergebnisse

Zusammen mit Agroscope, der AGFF, den kantonalen Beratungen der Kantone LU, AG und TI sowie AGRIDEA wurden die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Kanton Nidwalden aufbereitet und für andere verfügbar gemacht (s. Kapitel 6).

4. Resultate

4.1 Demoparzellen auf Praxisbetrieben

4.1.1 Neuansaat einer stark befallenen Naturwiese

2017 wurde eine Naturwiese mit starkem Borstenhirsebefall anfangs September erfolgreich mit verschiedenen trockenheitsresistenten Mischungen neu angesät. Dabei wurde die Standardmischung SM 442, geeignet für wechselltrockene Lagen, mit den vier Hausmischungen des Samenhandels OH Surselva, OH Bergwiese, UFA Helvetica, und UFA Swiss verglichen. Auf der seit mindestens 20 Jahren unbearbeiteten Parzelle wurde die Hypothese geprüft, ob der auf Pflugtiefe gelegene Boden hirsefrei ist und dieser mittels Pflugverfahren ein borstenhirsefreies Auflaufen der Kunstwiese gewährt. Der samenbelastete Oberboden indessen wurde auf 20 bis 25cm Tiefe abgelegt, wo keine Keimung stattfindet. Trotz tadelloser Pflugarbeit, Saatbettbereitung, Breitsaat und Walzarbeit lief nicht nur das Saatgut zügig auf, sondern auch viele Borstenhirsen. Offenbar ist die senkrechte Durchmischung durch Bodenlebewesen im Boden stark genug, dass der in Pflugtiefe gelegene Boden noch keimfähigen Borstenhirsesamen enthielt. Die neu aufgelaufene Borstenhirse bildete weder Stängel, noch Samen und winterete anschliessend aus. Im ersten Hauptnutzungsjahr blieb die Parzelle praktisch hirsefrei, obwohl das Jahr 2018 wetterbedingt ein ausgesprochenes Borstenhirsejahr war (Abbildung 3, Abbildung 2). In den darauffolgenden Jahren keimte die Borstenhirse teilweise nach Mäuseschäden und musste dort ausgerissen werden (Abbildung 3). Die gesäten fünf Mischungen eignen sich alle für trockene, teilweise auch feuchte Verhältnisse.

In einer zweiten Versuchsanlage wurde 2019 und 2020 auf derselben Fläche untersucht, wie sich die Frühlingsweide mit Schafen und die Versamung des zweiten Aufwuchses nach frühem erster Nutzung auf den Bestand der fünf Mischungen auswirken. Es zeigte sich, dass das Versamen wichtiger Gräser (Knautgras, Rohrschwengel u.a.) funktioniert, wenn der erste Aufwuchs sehr jung genutzt wird (15-20cm hohes Gras, ca. Mitte April) und bei der Nutzung die meisten Ähren und Rispen verschont bleiben. Die wiederholte Versamung im zweiten und dritten Hauptnutzungsjahr reduzierte jedoch den Kleeanteil und förderte besonders auf den Parzellen ohne Frühlingsweide das Knautgras teilweise allzu stark (UFA Helvetia, UFA Swiss) auf Kosten von Wiesenschwengel und Englischem Raigras. Eine frühe, angepasste Beweidung mit Schafen fördert die Grasnarbendichte und erweist sich deshalb als sehr gut geeignet gegen die Borstenhirse. Walzen und striegeln ersetzen den positiven Effekt der Schafweide nicht.

Die Demoparzellen ergänzen die Ergebnisse des Kleinparzellenversuchs.



Abbildung 1: Demoparzelle Buochser Allmend, Standardmischung 442, 1. Hauptnutzungsjahr, praktisch hirsefrei

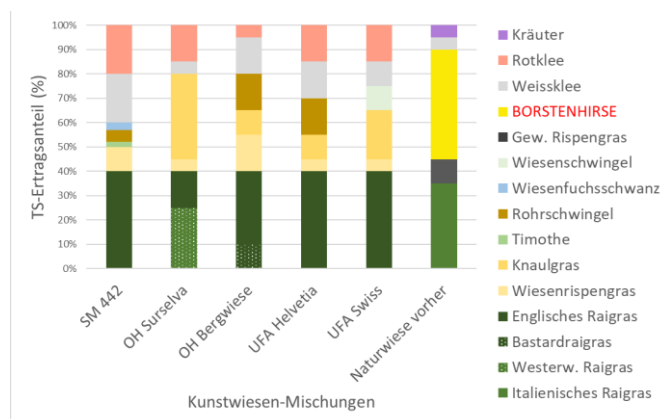
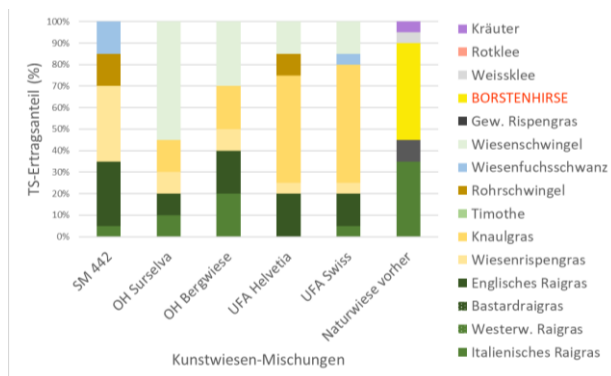


Abbildung 2: Botanische Zusammensetzung im 1. Hauptnutzungsjahr (Herbst 2018) bei 5 Schnitten, 4 Güllegaben und 1 Mistgabe



Abbildung 3: Demoparcelle Buochser Allmend, Standardmischung 442, 2. Hauptnutzungsjahr



Botanische Zusammensetzung im 3. Hauptnutzungsjahr (Herbst 2020). Eingrasen Mitte April, Versamung im 2. Aufwuchs, total 4 Schnitte, 6 Güllegaben und 1 Mistgabe

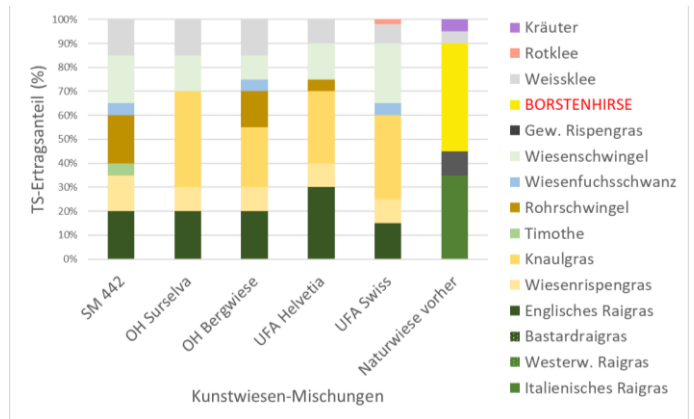
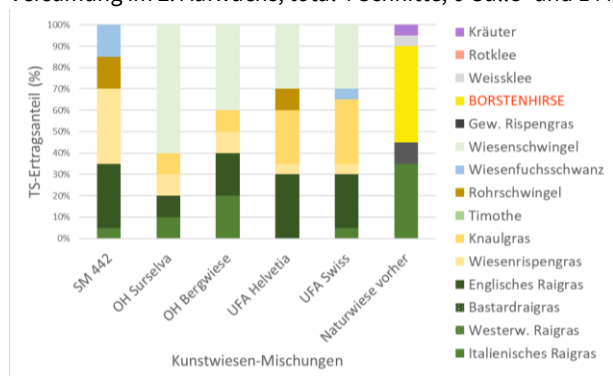


Abbildung 4: Botanische Zusammensetzung im 2. Hauptnutzungsjahr (Herbst 2019). Frühlingsweide bis Mitte April, Versamung im 2. Aufwuchs, total 4 Schnitte, 6 Gülle- und 1 Mistgabe



Botanische Zusammensetzung im 3. Hauptnutzungsjahr (Herbst 2020). Frühlingsweide bis Mitte April, Versamung im 2. Aufwuchs, total 4 Schnitte, 6 Güllegaben und 1 Mistgabe

4.2 Vergleichsparzellen auf Praxisbetrieben

Die Parzellen an elf Standorten mit 37 Flächen von 22 Bewirtschaftenden wurden bis Ende 2018 als Vergleichsparzellen geführt. Sie ergänzen ebenso wie die Demoparzellen die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Kleinparzellenversuch mit Ansätzen aus der Praxis.

Die Bestände wurden einmal jährlich im August oder September bonitiert.

Auf der Basis von 34 von den Betriebsleitenden ausgefüllten, auswertbaren Rapportblättern wurde der Einfluss der Bewirtschaftung auf den Borstenhirse-(BoHi)befall im einheitlich ebenen Gebiet der Allmend genauer untersucht. Auf den übrigen Standorten an Hanglagen in Ennetmoos und am Bürgenberg liegen wertvolle Beobachtungen vor, die aber aufgrund ausstehender Angaben der Bewirtschafter noch nicht ausgewertet sind. Die vorliegenden Ergebnisse sind statistisch noch nicht erhärtet.

4.2.1 Einfluss der botanischen Zusammensetzung und der Grasnarbe

Ausgewogene Bestände mit einem hohen Anteil an Futtergräsern weisen auffallend wenig Borstehirse auf. Einseitig grasreiche Bestände vermögen die BoHi weniger gut zu unterdrücken. Auf Wiesen mit einem hohen Klee- und Kräuteranteil und auf solchen mit wenig geringwertigen Gräsern (v.a. Gemeine Rispe) ist der BoHi-Besatz auffallend tief (Abbildung 7). Es zeigt sich immer wieder, wie Grasnarbenverletzungen durch Mäuse-, Spur- und Trittschäden das Aufkommen der Borstenhirse begünstigen und sich eine Sanierung durch Übersaat oder Versamung der Horstgräser lohnen (Abbildung 5).

Wenig intensive Fromental- und extensive Trespenwiesen sind meist nur geringfügig oder nicht mit Borstenhirse befallen.



Abbildung 5: Borstenhirse gedeiht in Spurschäden und wird an kleereichen Stellen unterdrückt



Abbildung 6: Wenig intensive Fromentalwiese ohne Borstenhirse (rechts) neben mittelintensiver Wiese mit hohem Borstenhirsebefall (links).

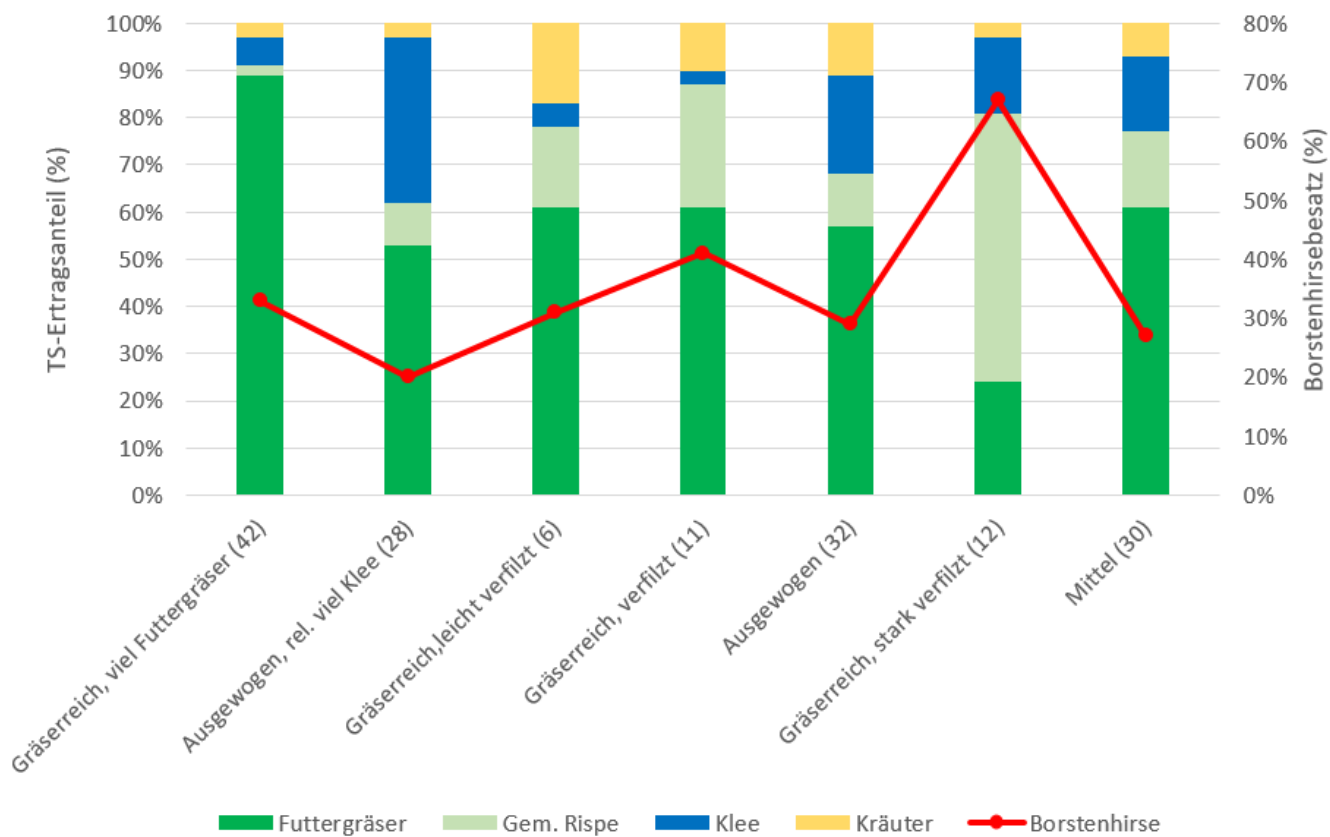


Abbildung 7: Borstenhirsebesatz¹⁾ auf Wiesen mit unterschiedlicher botanischer Zusammensetzung

¹⁾ Borstenhirsebesatz zeigt die Häufigkeit des Vorkommens (50 Beobachtungspunkte auf einer Länge von 15m)

4.2.2 Einfluss der Schnitthöhe auf Praxis-Vergleichsparzellen

Bei höherem Schnitt treten erwartungsgemäss weniger Borstenhirsen auf (Abbildung 8). Erklärung: Der höhere Schnitt verstärkt die Beschattung, fördert den Wiederaustrieb und vermindert Grasnarbenverletzungen bei der Ernte. Die Keimrate von Borstenhirse wird reduziert und die Konkurrenzkraft des Pflanzenbestandes gegenüber diesem Ungras erhöht. Der positive Effekt zeigt sich besonders stark im sehr trockenen Jahr 2018. Der Effekt der Schnitthöhe war statistisch signifikant ($P<0.05$). Die Praxis-Beobachtungen bestätigen damit die im wissenschaftlichen Kleinparzellenversuch gewonnenen Erkenntnisse (s. Kapitel 4.1). Auf flach- bis mittelgründigen Böden hat sich der tiefe Schnitt besonders negativ ausgewirkt (Tabelle 7).

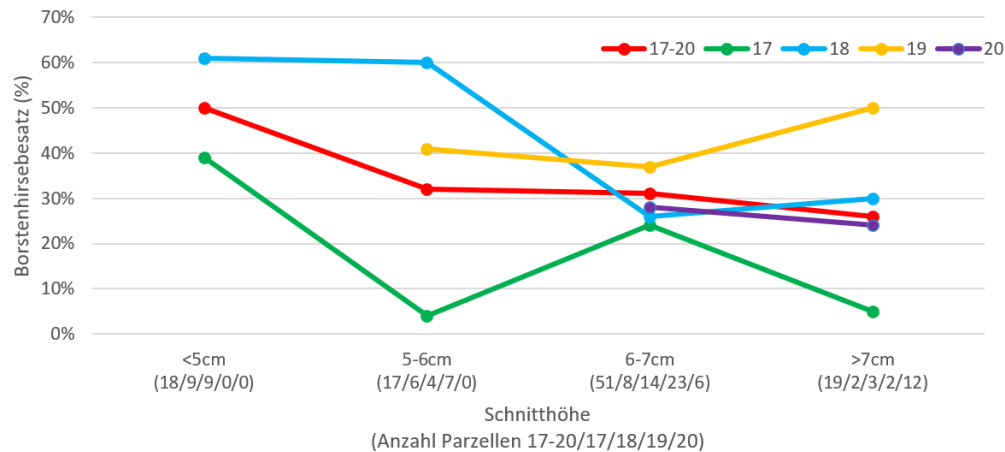


Abbildung 8: Einfluss der Schnitthöhe auf den Borstenhirsebesatz in den Projektjahren 2017 bis 2020

Tabelle 2: Einfluss der Schnitthöhe auf den Borstenhirsebesatz bei unterschiedlicher Bodengründigkeit

Bodengründigkeit (Anzahl Parzellen)	BoHi-Besatz (%) und Schnitthöhe (cm) 2017 - 20	
	über 6 cm	unter 6 cm
Flachgründig (31, 18)	29%	35%
Flach-mittelgründig (23, 12)	42%	59%
Mittel-tiefgründig (7, 2)	1%	3%

4.2.3 Einfluss der Nutzungshäufigkeit und Nutzungsart auf Praxis-Vergleichsparzellen

Die Auswertung der Nutzungshäufigkeit zeigte kein einheitliches Bild. Parzellen, welche während den Sommermonaten Juni bis August zwei statt drei Mal genutzt wurden, weisen im trockenen Jahr 2018 weniger Borstenhirse auf (Tabelle 3). Dieses Ergebnis ist statistisch nicht signifikant.

Wiesen, welche nur zur Dürrfutterbereitung verwendet wurden, wiesen in den beiden trockenen Jahren 2017 und 2018 weniger Borstenhirse auf als solche, die auch siliert oder eingegrast wurden (Tabelle 9). Dieser Effekt zeigt sich vor allem während der heissen Sommermonate Juni, Juli und August.

Erklärung: Mit drei Nutzungen während den Sommermonaten werde die Wiesen jünger (eingrasen und silieren) und tiefer geschnitten (eingrasen). Der Boden erwärmt sich stärker und begünstigt damit die Keimung von Borstenhirse. Da die Horstgräser nicht versamen können, nimmt ihre Konkurrenzkraft ab. Die Bestände verfilzen mit Gemeiner Rispe und bieten der Borstenhirse ein günstiges Umfeld zum Gedeihen.

Über die Jahre zurückhaltend genutzte und nicht (extensive) oder nur mit Mist (wenig intensiv) gedüngte Wiesen weisen keinen oder einen nur sehr geringen Borstenhirsebesatz auf (Ennetmoos, Oberleh) (Erklärung siehe Kapitel 4.4.1).

Tabelle 3: Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf den Borstenhirsebesatz während den drei Sommermonaten Juni, Juli und August der Jahre 2017 - 2020

Anzahl Nutzungen während den Sommermonaten Juni, Juli und August	BoHi-Besatz (%) (Anzahl Parzellen)
2017 - 20	
2 Sommernutzungen	30% (34*)
3 Sommernutzungen	37% (35*)
Sommernutzungen 17	
2 Sommernutzungen	12% (8)
3 Sommernutzungen	12% (6)
Sommernutzungen 18	
2 Sommernutzungen	37% (6)
3 Sommernutzungen	44% (13)
Sommernutzungen 19	
2 Sommernutzungen	46% (8)
3 Sommernutzungen	44% (12)
Sommernutzungen 20	
2 Sommernutzungen	29% (12)
3 Sommernutzungen	28% (4)

* Zusammengezählte Parzellen über die vier Jahre

Tabelle 4: Einfluss der Nutzungsart auf den Borstenhirsebesatz

Nutzungsart	BoHi-Besatz (%) (Anzahl Parzellen)	
	Ganze Vegetationsperiode	Juni bis August
2017-20		
Ohne Silagebereitung	19% (16*)	29% (45*)
Mit Silagebereitung	39% (54*)	45% (25*)
Silieren & Eingrasen	46% (21*)	38% (3*)
2017		
Ohne Silagebereitung	12% (6)	13% (13)
Mit Silagebereitung	22% (9)	50% (2)
Silieren & Eingrasen	33% (3)	100% (1)
2018		
Ohne Silagebereitung	0% (3)	29% (11)
Mit Silagebereitung	49% (16)	59% (8)
Silieren & Eingrasen	52% (8)	-
2019		
Ohne Silagebereitung	0% (1)	43% (13)
Mit Silagebereitung	48% (19)	49% (7)
Silieren & Eingrasen	54% (8)	0% (1)
2020		
Ohne Silagebereitung	40% (6)	31% (8)
Mit Silagebereitung	22% (10)	26% (8)
Silieren & Eingrasen	13% (2)	15% (1)

* Zusammengezählte Parzellen über die vier Jahre

Auf zwei Betrieben des Bürgenbergs und einem Betrieb in Ennetmoos waren auf Weiden im Unterschied zu danebenliegenden Wiesen keine oder nur wenig Borstenhirsen auszumachen. Grund dafür dürfte die dichte Grasnarbe sein.



Abbildung 9: Vorn sehr häufig und tief gemähte Wiese mit hohem Borstenhirsebesatz neben dichter borstenhirsefreier Dauerweide



Abbildung 10: Verbrennungsschäden durch Gülle während Hitzeperiode im August 2018

4.2.4 Einfluss der Düngung auf Praxis-Vergleichsparzellen

Unterschiedliche Kombinationen von Hof- und Mineraldüngern zeigen keinen eindeutigen Einfluss auf das Aufkommen der Borstenhirse. Es scheint, dass der fachgerechte Einsatz der Düngemittel primär entscheidend ist. Die Unterschiede sind statistisch nicht signifikant.

Während der Hitzeperiode 2018 waren auf verschiedenen Parzellen Verbrennungen durch Gülle festzustellen. Bei heissem Wetter, trockenen Böden und keinen nachfolgenden Niederschlägen ist mit solchen Schäden insbesondere bei zu geringer Verdünnung der Gülle zu rechnen.

Am ehesten weisen eine angepasste Düngung einen positiven Effekt auf.

Grund dafür könnte sein, dass Mist den Boden in den Grasnarbenzwischenräumen gut bedeckt, beschattet und das Wasser besser zurückhält. Die langanhaltende Stickstoffwirkung von im Herbst und Frühling angelegtem Mist erlaubt es, im Sommer auch mal auf eine Gülldüngung zu verzichten und damit weniger Brennschäden in Kauf zu nehmen.

Mineraldüngerstickstoff und der Stickstoff aus Hofdüngern kann seine positive Wirkung zur Stärkung der Futtergräser auch nur in Jahren mit guter Wasserversorgung entfalten.

Tabelle 5: Borstenhirsebefall auf Parzellen mit verschiedenen Düngemittelkombinationen

Düngemittelkombination	Borstenhirsebesatz (%) (Anzahl Parzellen)				
	2017-20	2017	2018	2019	2020
Mit Mist	35% (55*)	4% (11)	43% (12)	47% (19)	34% (13)
Ohne Mist	34% (15*)	55% (4)	39% (7)	3% (1)	5% (3)
Mit Rindergülle	37% (59*)	14% (11)	40% (17)	56% (16)	29% (15)
Gedüngt ohne Rindergülle	21% (11*)	28% (4)	50% (2)	3% (4)	15% (1)
Nur Rindergülle	29% (15*)	19% (5)	26% (4)	40% (4)	35% (2)
Mit Schweinegülle und Rindergülle	43% (25*)	0% (1)	33% (6)	63% (10)	30% (8)
Mit Rindergülle und Mineraldünger-N	34% (29*)	10% (6)	43% (9)	47% (7)	29% (7)
Mit Rindergülle, Mist und Mineraldünger-N	31% (24*)	1% (4)	31% (7)	47% (7)	33% (6)

* Zusammengezählte Parzellen über die vier Jahre

Bei Güllegaben haben im Allgemeinen weder die Grösse der Einzelgabe noch die Anzahl der Gesamtgaben einen Einfluss auf den Borstenhirsebesatz. (Abbildung 11, Tabelle 6).

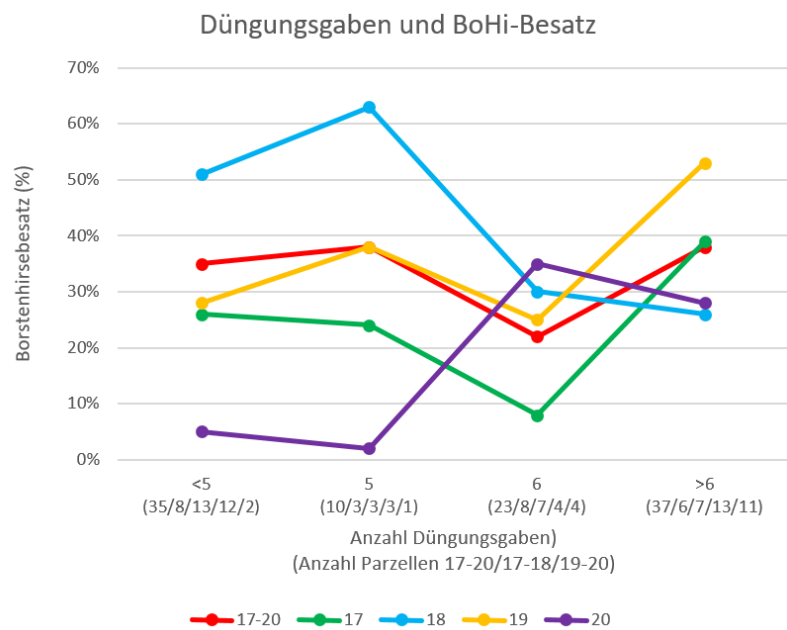


Abbildung 11: Einfluss der Anzahl Düngungs-
gaben auf den Borstenhirsebesatz

Tabelle 6: Einfluss der Güllemenge pro Einzelgabe auf den Borstenhirsebesatz 2017-20

Menge Gülle pro Gabe	BoHi-Besatz (%) 2017-20 (Anzahl Parzellen)	2017	2018	2019	2020
<26 m³	43% (15*)	17% (2)	0% (2)	58% (8)	50% (3)
26-35 m³	30% (41*)	12% (11)	55% (7)	39% (11)	24% (12)
>35 m³	34% (13*)	50% (2)	36% (9)	10% (1)	15% (1)

* Zusammengezählte Parzellen über die vier Jahre

4.2.5 Einfluss von Pflegemassnahmen auf Praxis-Vergleichsparzellen

Übersaat und Versamung

Mit einer passenden Übersaat oder der Versamung des horstbildenden Leitgrases der intensiven Wiesen (Italienisches Raigras) können lückige Grasnarben nach Trockenheits-, Mäuse- und Spurschäden wieder geschlossen werden und dadurch die Borstenhirse vorbeugend bekämpft werden. Der Effekt von diesen Massnahmen war in diesem Datensatz nicht sichtbar, was wahrscheinlich mit der relativ kurzen Zeit der Studien verbunden ist.



Abbildung 12: Erfolgreiche Übersaat mit Drillsämaschine (links) und Bestand mit Versamung von Italienischem Raigras (rechts) nach Trockenheitsschaden im Sommer 2018.

Einfluss natürlicher Standortfaktoren auf Borstenhirsebefall durch Vergleich ähnlich bewirtschafteter Einzelparzellen oder Parzellenteile auf Praxis-Vergleichsparzellen

Jahresbedingte Wetterschwankungen

Die wetterbedingten Jahresschwankungen sind sehr gross. Der Borstenhirsebesatz lag im trockenen Jahr 2018 doppelt so hoch wie ein Jahr zuvor (Tabelle 7).

Tabelle 7: Borstenhirsebefall auf den Vergleichsparzellen.

Jahr	Borstenhirse-Besatz (%) Ganze Vegetationsperiode (Anzahl Parzellen)
2017-20	35% (93*)
2017	19 % (22)
2018	45% (27)
2019	40% (28)
2020	28% (16)

* Zusammengezählte Parzellen über die vier Jahre

Böden

Auf den eher tiefgründigen Böden war der Borstenhirsebefall stets kleiner als auf den eher flachgründigen Böden. Der nachteilige Einfluss flachgründiger Böden hat sich am meisten bei gleichzeitig tiefer Schnittnutzung ausgewirkt (Tabelle 2). Leichte und skelettreiche Böden trocknen rasch aus und sind deshalb anfälliger auf Hirsebefall.

Lage

Sonnseitig exponierte Parzellen weisen stets mehr Hirsen auf. Weiden mit Trittschäden und Weidewegen weisen 2019 zudem viele Blutfingerhirsen auf (Abbildung 13). Da die Weidetiere im Sommer seine Samenstände meiden, samen diese aus und vermehren sich ungehindert. Eine gute Grasnarbe und eine gute Weidetechnik helfen, das Problem zu entschärfen. Auf flachgründigen Böden kann die Bewirtschaftung als Biodiversitätsförderfläche als Lösungsansatz in Betracht gezogen werden. Entlang von Strassen sind regelmässig viele Hirsen anzutreffen, da im Sommer das flachgründige Strassenbankett rasch austrocknet und die Strasse Wärme abstrahlt.



Abbildung 13: Auf sonnseitig exponierten Flächen mit Trittschäden und Weidewegen konnten 2019 besonders viele Blutfingerhirsen aufkommen.

4.3 Kleinparzellenversuch

Jahresbedingte Schwankungen im Borstenhirsebefall

Der Versuch wurde von 2017 bis 2021 auf dem Standort Buochs und von 2017 bis 2020 auf dem Standort Ennetbürgen durchgeführt. Wettermässig waren diese Jahre stark unterschiedlich, mit einem ausgesprochen trockenen und heissen Jahr (2018), einem zweiten trockenen Jahr (2019), einem warmen aber nicht besonders trockenen Jahr (2020) und einem eher nassen und kühlen Jahr (2021; Tabelle 8). Die Erhebungen des Anteils der Borstenhirse in den Beständen des Kleinparzellenversuchs über diese fünf Jahre (Abbildung 14) bestätigen für die Region Nidwalden, was z.B. im Tessin schon beobachtet wurde (Orlandi et al., 2015): Die Borstenhirse ist vor allem ein Problem der trockenen, heissen Jahre. Der stärkste Borstenhirseanteil wurde während des ausgesprochen trocken und heissen Jahres 2018 beobachtet, der geringste Anteil während des eher nassen und kühlen Jahres 2021. Mit dem Klimawandel ist es deshalb zu erwarten, dass der Druck von dieser Art auf die Wiesen und Weiden zunehmen wird. Die wiederholten Erhebungen im Laufe der Wachstumsperioden zeigen zudem, dass die Zunahme des Borstenhirseanteils im Bestand ab Ende Mai bis Ende Juni (Tag 150-175, Abbildung 14) sehr schnell voranschreiten kann. Somit ist die Borstenhirse vor allem ein Problem der Sommer- und Herbstaufwüchse.

Tabelle 8: Wetter der Jahre 2017 bis 2021 und Unterschied zur Norm bei der Wetterstation Luzern (Quelle www.meteoschweiz.ch).

Jahr	Jahresdurchschnitt		Unterschied zur Norm*	
	Temperatur (°C)	Niederschlag (mm)	Temperatur (°C)	Niederschlag (mm)
2017	10.5	1244.9	0.4	-46.5
2018	11.5	1061.8	1.4	-229.6
2019	10.9	1131.5	0.8	-159.9
2020	11.1	1226.2	1.0	-65.2
2021	9.9	1369.4	-0.2	78.0

*Referenzperiode 1991-2020, Wetterstation Luzern: 10.1°C, 1291.4 mm

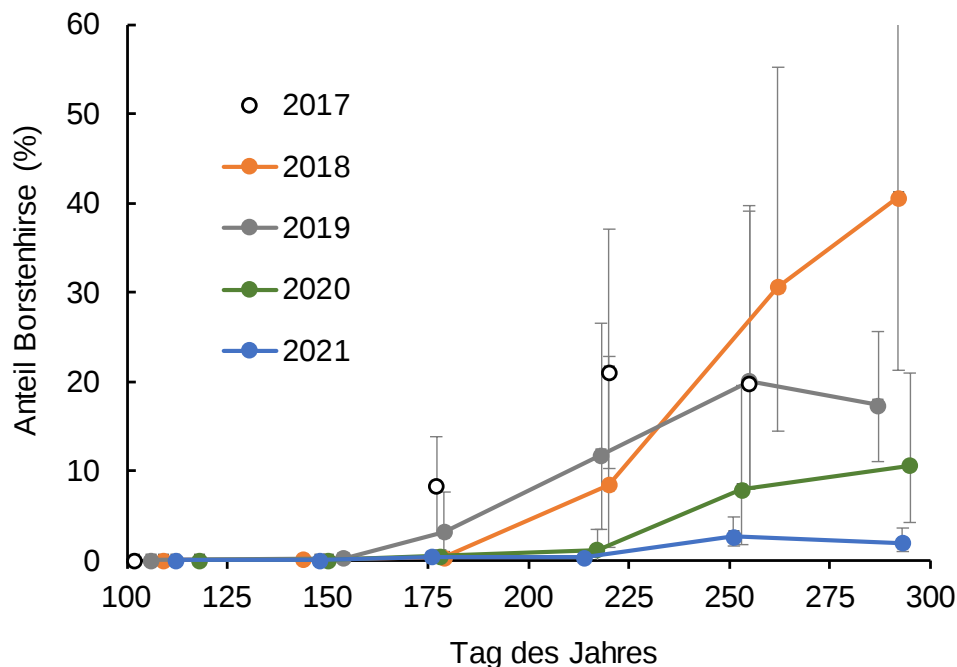


Abbildung 14: Entwicklung des Borstenhirseanteils im Bestand im Laufe des Jahres, für die Jahre 2017 bis 2021. Dargestellt ist der Durchschnitt aller Parzellen $\pm$ die Standardabweichung auf dem Standort Buochs. Das durch die x-Achse dargestellte Zeitintervall reicht vom 10. April (100. Tag des Jahres) bis zum 27. Oktober (300. Tag des Jahres).

Einfluss der Bewirtschaftungsmassnahmen auf den Borstenhirsebefall

Im Versuch wurden die folgenden Bewirtschaftungsfaktoren getestet:

- Schnittintervall: Ohne, mit einem oder mit zwei verlängerten Schnittintervallen im Sommer. Diese Schnittintervalle werden im Folgenden mit Int0, Int1 bzw. Int2 bezeichnet
- Schnitthöhe: Tief (3 cm) und hoch (8 cm)
- Übersaat: Ohne oder mit jährlich einer Übersaat

In Int1 wurde der dritte Schnitt des Jahres weggelassen, in Int2 der zweite und der vierte Schnitt. Die verlängerten Schnittintervalle entsprachen also die Zeitperiode von zwei Aufwüchsen in Int0. In anderen Worten war die Dauer der betroffenen Aufwüchse sehr lang und diese Verfahren enthalten dementsprechend ein (Int1) oder zwei (Int2) «extrem verlängerte» Schnittintervalle (Abbildung 15). Auch für die Schnitthöhe wurde bewusst ein erheblicher Unterschied gewählt, mit einer sehr tiefen Mahd (3 cm) für die erste Variante dieses Bewirtschaftungsfaktors und einer deutlich höheren Schnitthöhe für die zweite Variante (Abbildung 16).



Abbildung 15: Parzellen am Standort Ennetbürgen, mit für ein verlängertes Schnittintervall weiterstehendes Futter, neben frisch geschnittenen Parzellen.



Abbildung 16: Starker Unterschied in der Schnitthöhe zwischen die Varianten «hoch» und «tief».

Mit zwei weggelassenen Schnitten (d.h. zwei verlängerten Schnittintervallen) war der Hirsebefall mit beiden Schnitthöhen und auf beiden Standorten geringer als im Verfahren ohne verlängerten Schnittintervall (Int2-tief im Vergleich zu Int0-tief, und Int2-hoch im Vergleich zu Int0-hoch; Abbildung 17; Unterschied statistisch nicht signifikant für Int2-hoch versus Int0-hoch in Ennetbürgen). Das Weglassen eines einzigen Sommer-Schnittes, i.e. ein einziges verlängertes Schnittintervall im Sommer (Int1), hat nur bei 8-cm Schnitthöhe und in Buochs einen signifikanten positiven Effekt auf den Hirsebefall über die Jahre 2017 bis 2019 gehabt (Abbildung 17).

Ein positiver Effekt von einer 8-cm statt 3-cm Schnitthöhe wurde auf beiden Standorten, über alle Jahre und für alle Schnittintervall-Verfahren beobachtet (Abbildung 17; statistisch nicht signifikant für Int2 in Ennetbürgen). Der positive Effekt der Schnitthöhe war damit stabil. In Buochs wurde eine Drittelung des Hirsebefalls gegenüber Int0-tief dank der Kombination Int1-hoch erreicht. Auch in Ennetbürgen war die Minderung des Hirsebefalls durch diese Kombination deutlich, allerdings auf diesem Standort nicht signifikant stärker als mit einem höheren Schnitt ohne verlängertes Schnittintervall im Sommer (Int0-hoch).

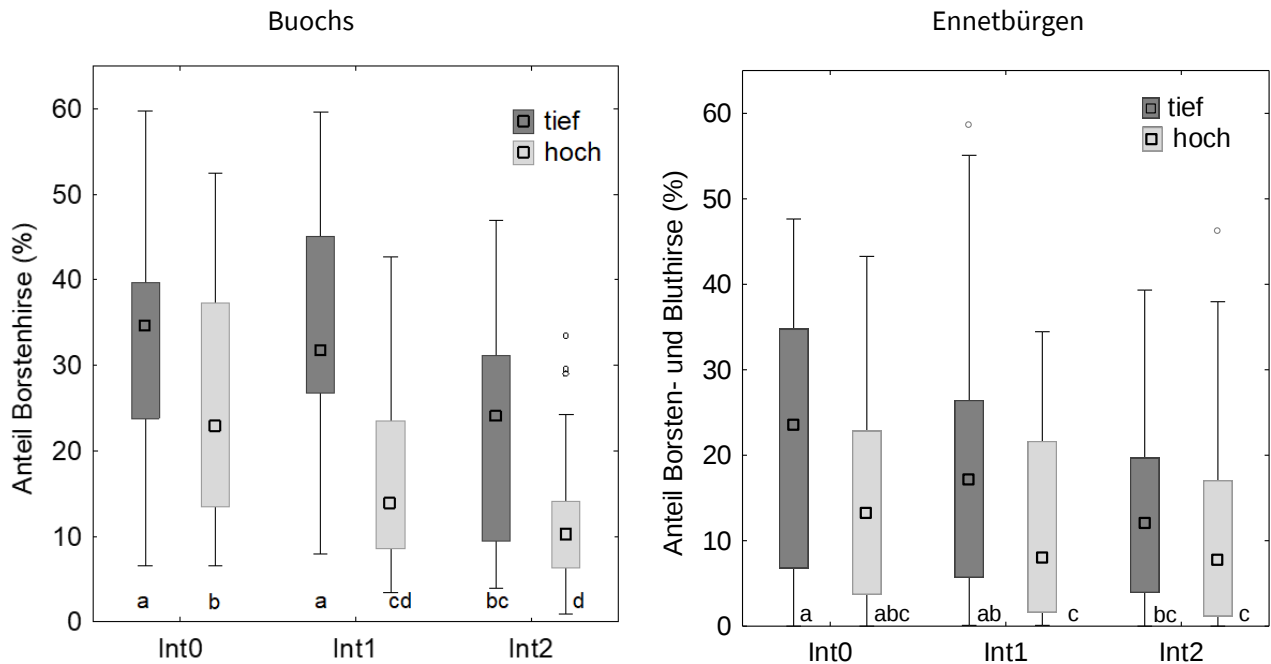


Abbildung 17: Einfluss des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf den Hirseanteil im Bestand, links auf dem Standort Buochs und rechts auf dem Standort Ennetbürgen. Dargestellt sind die Anteile im Sommer-Herbst der Jahre 2017-2019. Die Boxplots zeigen den Median, die Quartile (Box) den Nicht-Ausreißer Bereich (Fehlerbalken). Die Buchstaben über der x-Achse weisen auf signifikante Unterschiede hin (Tukey HSD test, $p < 0.05$).

Das Ziel der Verfahren mit einem hohem Schnitt und/oder mit einem oder zwei verlängerten Schnittintervalle, war unter anderem, die Bodenoberfläche besser vor Licht und Hitze direkt zu schützen, um die Keimung der Borstenhirsesamen zu hemmen. Um den Effekt der Verfahren auf den Lichteinfall am Boden zu überprüfen, wurde die Entwicklung dieses Lichteinfalls nach der Mahd ein paar Mal gemessen. Diese Messungen haben gezeigt, dass die Schnitthöhe einen mehrwöchigen Einfluss auf den Lichteinfall auf der Bodenoberfläche hat. Nach dem 2. Schnitt von 2019 zum Beispiel fiel auch einen Monat nach dem Schnitt noch deutlich weniger Licht auf den Boden in hoch geschnittenen Parzellen als bei tief geschnittenen (Abbildung 18).

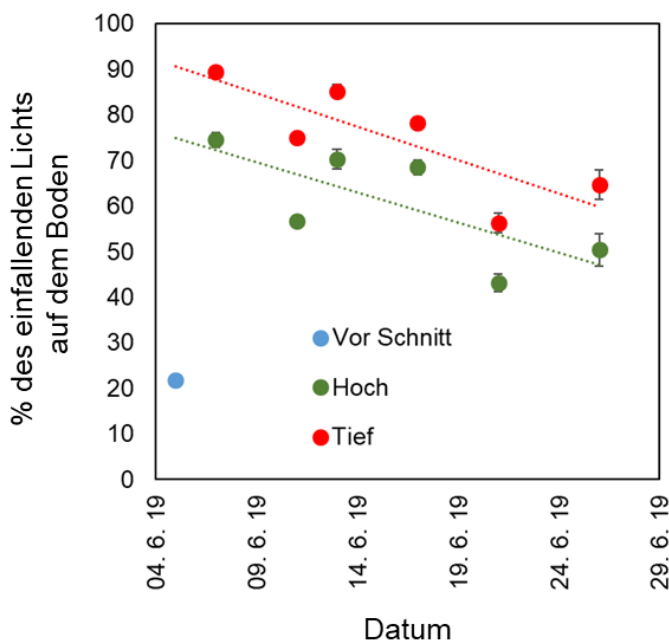


Abbildung 18: Einfluss der Schnitthöhe auf den Lichteinfall auf den Boden am Beispiel des 3. Aufwuchs 2019 in Ennetbürgen. Tief geschnittene Parzellen weisen auch einen Monat nach dem Schnitt noch einen deutlich höheren Lichteinfall auf den Boden auf.

Es wurde kein positiver Effekt der Übersaaten auf den Anteil an Borstenhirse in den Beständen beobachtet. Dies hat wahrscheinlich damit zu tun, dass der positive Effekt der Übersaaten auf die botanische Zusammensetzung der Bestände erst ab 2020 deutlich wurde (Abbildung 21), aber der Borstenhirse-Druck während der Jahren 2020 und 2021 allgemein schwächer war (Abbildung 14).

Einfluss der Bewirtschaftungsmassnahmen auf die guten Futtergräser

Die getesteten Bewirtschaftungsfaktoren haben einen Einfluss auf die guten Futtergräser der Bestände gehabt. Dieser Einfluss war vor allem in Buochs klar und ausgeprägt: Während der Anteil an Futtergräser im Verfahren Int0-tief im Laufe der Jahre deutlich abnahm, nahm dieser in den Verfahren Int0-hoch, Int1-hoch, Int2-tief und Int2-hoch deutlich zu (Abbildung 19 und Abbildung 20). Mit dem Verfahren Int1-tief blieb der Futtergräseranteil in etwa erhalten. In Ennetbürgen haben die Verfahren mit ein oder zwei verlängerten Schnittintervallen (Int1 und Int2) auch einen positiven Effekt auf den Futtergräseranteil gehabt (Abbildung 19). Auf diesem Standort war der Effekt der höheren Schnitthöhe auf den Futtergräseranteil nicht signifikant.

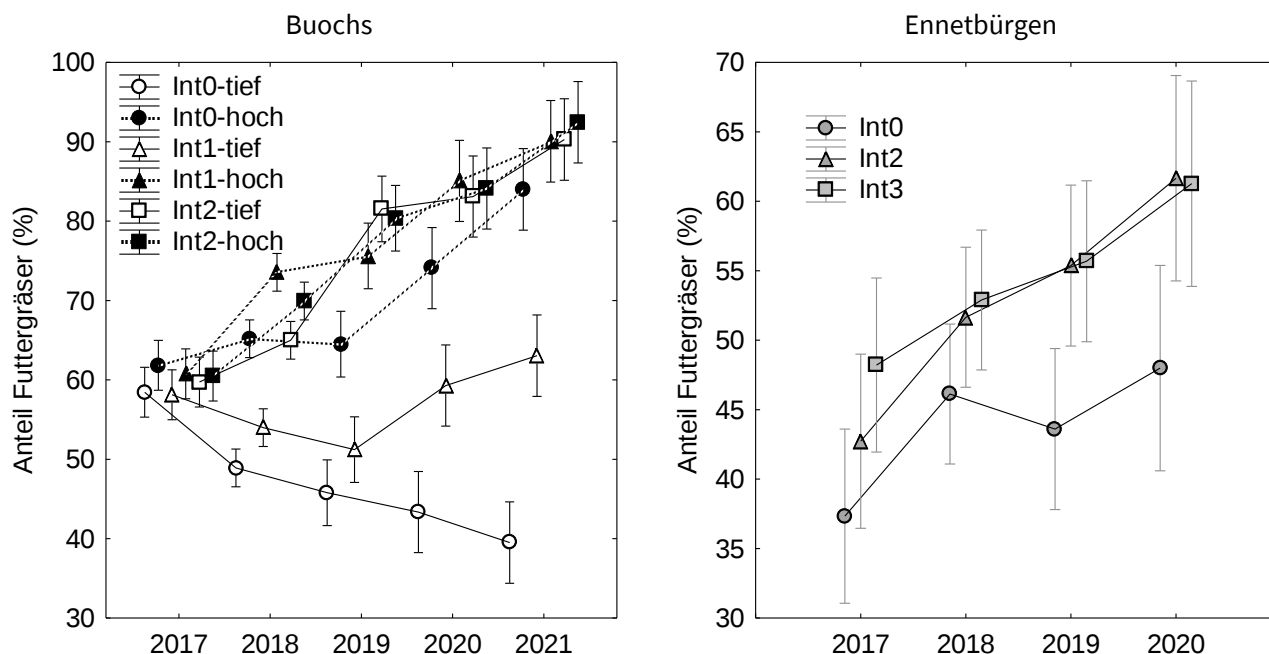


Abbildung 19: Einfluss des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf die Entwicklung des Anteils guter Futtergräser in den Beständen, links auf dem Standort Buochs und rechts auf dem Standort Ennetbürgen. Für Ennetbürgen wurde die zwei Schnitthöhen zusammengefasst, weil kein signifikanter Effekt der Schnitthöhe beobachtet wurde. Dargestellt ist der Durchschnitt (Punkte) und der 95% Konfidenzintervall (Fehlerbalken).

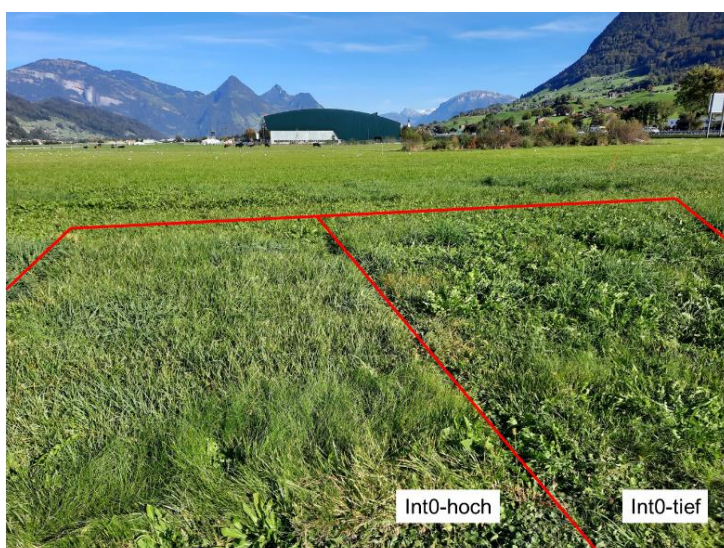


Abbildung 20: Positiver Einfluss auf den Anteil guter Futtergräser der höheren Schnitthöhe gegenüber der tiefen Mahd am Standort Buochs (am Beispiel von Int0). Bild von Oktober 2021.

In diesem Versuch wurden die Übersaaten mit der Standardmischung 431U durchgeführt. Diese Mischung enthält Knaulgras, Englisches Raigras, Wiesenrispengras und Rotschwingel. Von den Übersaaten hat das Knaulgras, ein eher trockenheitsresistentes Gras, signifikant profitiert (Abbildung 21). Gegenüber einem Knaulgrasanteil von ca. 10% in den Beständen ohne Übersaat, ist der Knaulgrasanteil in den Beständen mit Übersaat bis 2021 auf 35% gestiegen. In Ennetbürgen war der positive Effekt der Übersaaten auf den Knaulgrasanteil auch deutlich, aber dieser Anteil hat 10% nicht überschritten. Die Tatsache, dass die Übersaaten erst nach zwei bis drei Jahren nach der ersten Übersaat einen bedeutsamen positiven Effekt auf den Biomasse-Anteil der gesäten Gräser gezeigt haben, kommt daher, dass diese Gräser sich zuerst gegen den bestehenden Bestand behaupten müssen. Dies wurde auch in früheren Versuchsreihen beobachtet (Huguenin-Elie et al., 2006). Weil der Borstenhirse-Druck am Anfang des Versuchs insbesondere als die Übersaaten noch keine deutliche Bestandesänderung hervorrufen konnten, hoch war, aber niedrig im Jahr 2020 und besonders 2021, konnte in diesem Versuch kein Effekt der Übersaaten auf den Borstenhirsebefall beobachtet werden. Es ist jedoch zu erwarten, dass die Etablierung und Zunahme von Trockenheit resistenteren Gräsern wie Knaulgras auch eine bessere Resistenz gegenüber einem Borstenhirse-Massenauftreten während «Borstenhirse-Jahren» bietet. Der fehlende Effekt der Übersaaten auf den Borstenhirsebefall in diesem Versuch heisst also nicht, dass diese nie eine Wirkung haben können, jedoch dass diese Wirkung erst nach ein paar Jahre auftreten kann.

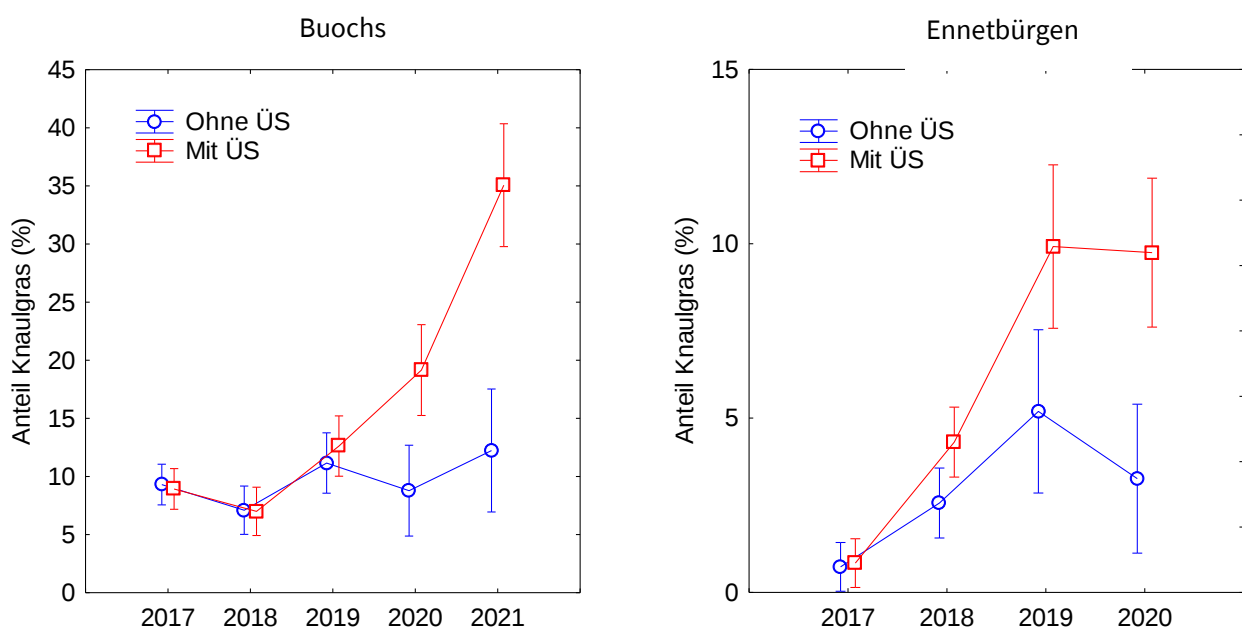


Abbildung 21: Einfluss der Übersaaten auf die Entwicklung des Knaulgras-Anteils im Bestand, links auf dem Standort Buochs und rechts auf dem Standort Ennetbürgen. Die Punkte zeigen den Durchschnitt über allen Schnittintervall- und Schnitthöhe-Verfahren, und die Fehlerbalken das 95% Konfidenzintervall.

Effekt des versuchsmässigen Herbizideinsatzes auf die botanische Zusammensetzung

Der Wirkstoff Fenoxaprop-P-ethyl ist als Herbizid gegen Hirsearten in Zier- und Sportrasen homologiert. Im Futterbau ist dieser Wirkstoff nicht zugelassen. Für die Bekämpfung von Hirsearten im Futterbau gibt es kein zugelassenes Herbizid. Der hier durchgeführte versuchsmässige Herbizideinsatz stellt also keine mögliche Bekämpfungsstrategie in der Landwirtschaft dar. Dieses Verfahren wurde als «harter Vergleich» für die getesteten Bewirtschaftungsfaktoren in den Versuch integriert. In Buochs wurde das Herbizid im 2017 und 2018 verwendet, in Ennetbürgen nur im Jahr 2017, weil der Bewirtschafter der betroffenen Wiese sich anfangs 2018 für den Biolandbau entschieden hat. In Buochs hat die Herbizidapplikation den Borstenhirsebefall in den Jahren der Verwendung stark reduziert (Abbildung 22). Ein Jahr nach der letzten Applikation war der Borstenhirse-Anteil im Bestand schon wieder ca. 15% (Durchschnitt des 2. Halbjahrs). In Ennetbürgen war der Effekt im Verwendungsjahr schwach und statistisch nicht signifikant. Danach ist der Borstenhirse-Anteil in diesem Verfahren rasant wieder gestiegen (Abbildung 22). Aus den Ergebnissen der botanischen Erhebungen geht zugleich hervor, dass der Herbizideinsatz den vorhandenen Kräutern einen gewissen unerwünschten Konkurrenzvorteil verschafft hat (Abbildung 22).

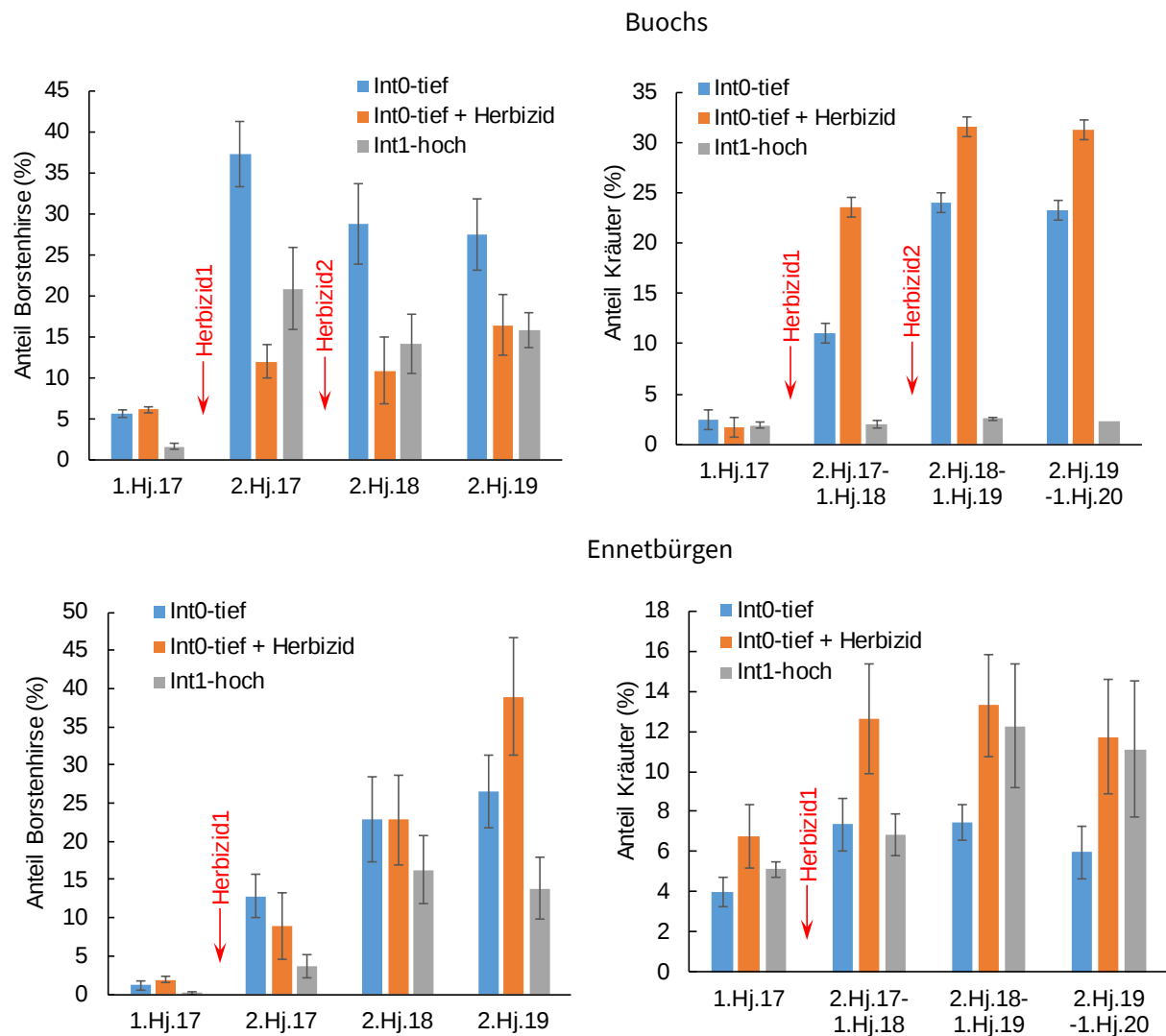


Abbildung 22: Einfluss des Herbizideinsatzes mit Puma extra (Fenoxaprop-P-ethyl) auf den Borstenhirse-Anteil (links) und den Kräuter-Anteil (rechts) für das Standort Buochs (oben) und das Standort Ennetbürgen (unten). Der Vergleich zwischen den Verfahren Int0-tief und Int0-tief + Herbizid erlaubt den Herbizideffekt zu quantifizieren. Das Verfahren Int1-hoch ist als Beispiel einer Regulierungsstrategie ohne Herbizideinsatz dargestellt. In Buochs wurde Puma extra Ende Juni 2017 und Mitte Juni 2018 eingesetzt, und in Ennetbürgen nur Ende Juni 2017. 1.Hj. = erstes Halbjahr, 2.Hj. = zweites Halbjahr. Die Säulen zeigen den Durchschnitt für die entsprechende Periode $\pm$ Standardfehler.

Effekt der Bewirtschaftungsmassnahmen auf den Futterertrag

Im Versuch wurden die Futtererträge im Detail erhoben, was erlaubt, den Einfluss der Bewirtschaftungsmassnahmen zu quantifizieren. Im Durchschnitt über alle Versuchsjahre haben die verlängerten Schnitintervalle (Int1 und Int2) keinen negativen Einfluss auf den Trockensubstanz-Ertrag der Wiesen gehabt (beide Standorte, Tabelle 9 und Tabelle 10; ausser für Int2-hoch gegenüber Int0-hoch in Ennetbürgen). Die 8-cm Schnitthöhe hat dagegen einen deutlichen negativen Einfluss auf den Trockensubstanz-Ertrag gegenüber der 3-cm Schnitthöhe gehabt. In Buochs haben sich diese Ertragseinbussen jedoch im Laufe der Zeit deutlich reduziert: am Anfang des Versuchs (2017-2018) betrugen sie 20% im Durchschnitt aller Schnitintervall-Verfahren, aber nur noch 9% für 2020-2021 (Tabelle 9). Der sich im Laufe der Zeit verbessernde Ertrag in den Verfahren mit einer Bewirtschaftungsmassnahme gegen Borstenhirse (höherer Schnitt und/oder verlängertes Schnitintervall im Sommer) im Vergleich zum Verfahren Int0-tief ist in der

Abbildung 23 dargestellt. Diese Verbesserung war in allen Verfahren sichtbar und besonders ausgeprägt im Verfahren Int2-hoch. Dies ist konsistent mit der Verbesserung der botanischen Zusammensetzung im Laufe der Zeit in diesen Verfahren (Abbildung 19). Das Ziel der Bewirtschaftungsmassnahmen war, die Entwicklungsbedingungen für die Borstenhirse (Lichteinfall auf den Boden) durch eine erhöhte Konkurrenz durch Futtergräser zu verschlechtern. Die erreichte Verbesserung des Futtergräseranteils und des Ertragsverhältnisses gegenüber Int0-tief zeigt, dass dieses Ziel mit diesen Massnahmen erreicht wurde. Obwohl die Ertragseinbusse des höheren Schnittes am Anfang bedeutend waren, kann so eine Massnahme als Investition für die Zukunft betrachtet werden.

Tabelle 9: Effekt des Schnitintervalls und der Schnitthöhe auf den Trockensubstanz-Ertrag am Standort Buochs. Die Tabelle zeigt die Mittelwerte über die ganze Versuchsperiode (2017-2021) $\pm$ Standardfehler, sowie die Mittelwerte der zwei ersten (2017-2018) und der zwei letzten (2020-2021) Versuchsjahre. Die Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede hin (Tukey HSD test, $p < 0.05$). Der Relativertrag in Prozent des Ertrags im Verfahren Int0-tief ist also angegeben (% von Int0-tief).

	2017-2021				2017-2018				2020-2021			
	Mittelwert (dt/ha)			% von Int0-tief	Mittelwert (dt/ha)			% von Int0-tief	Mittelwert (dt/ha)			% von Int0-tief
Int0-tief	122.0	± 3.7	b		121.4	d			122.0	cd		
Int0-hoch	108.1	± 2.9	a	89	101.7	b		84	111.7	ab		92
Int1-tief	123.1	± 5.2	b	101	121.2	d		100	124.7	cd		102
Int1-hoch	102.4	± 3.8	a	84	99.1	b		82	104.6	a		86
Int2-tief	119.9	± 2.8	b	98	114.1	c		94	129.1	d		106
Int2-hoch	104.0	± 2.8	a	85	90.3	a		74	117.5	bc		96

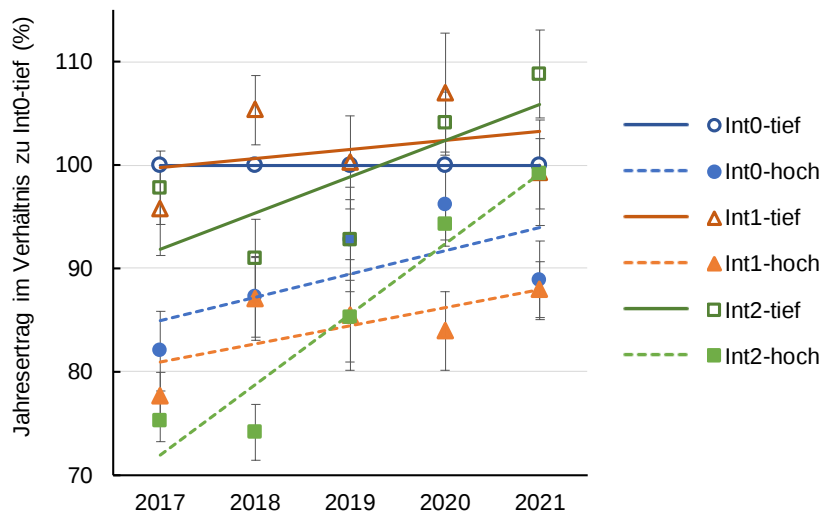


Abbildung 23: Entwicklung der Erträge in den unterschiedlichen Bewirtschaftungsverfahren relativ zum Ertrag des Verfahrens Int0-tief (100%). Die Linien zeigen die linearen Regressionen zwischen den Jahren und den relativen Erträgen.

2017-2020				% von Int0-tief
	Mittelwert			
Int0-tief	97.0	±3.9	c	
Int0-hoch	81.4	±3.9	b	84
Int1-tief	94.9	±5.5	c	98
Int1-hoch	76.5	±4.5	ab	79
Int2-tief	98.1	±3.7	c	101
Int2-hoch	73.2	±3.3	a	75

Tabelle 10: Effekt des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf den Trockensubstanz-Ertrag am Standort Ennetbürgen. Die Tabelle zeigt die Mittelwerte über die ganze Versuchsperiode (2017-2020) ± Standardfehler). Die Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede hin (Tukey HSD test, $p < 0.05$). Der Relativertrag in Prozent des Ertrags im Verfahren Int0-tief ist also angegeben (% von Int0-tief).

Einfluss der Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Futterqualität und auf den RP- und vOS-Ertrag

Das geerntete Futter aller Schnitte wurde 2019 und 2020 auf den Rohprotein(RP)-Gehalt und auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) analysiert. Während der beiden Jahre und an beiden Standorte ist der RP-Gehalt des Futters vom 2. bis zum 6. Schnitt deutlich gestiegen (Abbildung 24). Im Durchschnitt waren die gemessenen Werte im erwarteten Bereich einer intensiven Nutzung des entsprechenden Bestandestyps (www.feedbase.ch). Die Verfahren Int1 und Int2 haben wie erwartet einen stark negativen Einfluss auf den RP-Gehalt des Futters, das am Schluss der verlängerten Schnittintervalle geerntet wurde (Abbildung 25, S4 in Int1 verglichen mit S4 in Int0, und S3 bzw. S5 in Int2 verglichen mit S3 und bzw. S5 in Int0). Dafür hatte das hoch geschnittene Futter einen leicht höheren RP-Gehalt als das tief geschnittene (Abbildung 25). Die vOS war vor allem beim ersten Schnitt hoch (Abbildung 26). Im Durchschnitt über beide Jahre und Standorte ist die vOS ab dem zweiten bis zum letzten Schnitt ähnlich geblieben. Interessanterweise ist die vOS im Jahr 2019 zwischen dem 3. und dem 5. Schnitt eher gestiegen, was 2020 nicht der Fall war, obwohl der Borstenhirseanteil im Bestand in diesen Monaten im Jahr 2019 stärker gestiegen ist als im Jahr 2020. Diese Ergebnisse stehen somit im Einklang mit der Schlussfolgerung der in-vivo Messung der Verdaulichkeit eines mit Borstenhirse verseuchten Futters (Rothacher et al., 2020): die Präsenz von Borstenhirse im Futter ist für die Schmackhaftigkeit des Futters ein Problem, scheint jedoch keine erheblichen negativen Auswirkungen auf die Verdaulichkeit des Futters zu haben (für Borstenhirseanteile, die 2019 erreicht wurden = ca. 20% im Durchschnitt). Auch für die vOS haben die Verfahren Int1 und Int2 einen stark negativen Einfluss auf das Futter, das am Schluss der verlängerten Schnittintervalle geernteten wurde (Abbildung 27). Im Verfahren Int1 wurde somit ca. 25% des Futters mit niedrigerer Qualität als im Kontrollverfahren (Int0) produziert und im Verfahren Int2 sogar ca. 60%. Wegen des schlechten Graswachstums im Sommer des Trockenjahres 2018 war der Anteil an Futter niedrigerer Qualität im Verfahren Int1 deutlich kleiner im 2018 als im 2020 (

Tabelle 11). Der positive Effekt dieses Verfahrens auf den Borstenhirseanteil war aber stärker während des Trocken- und deshalb Borstenhirse-Jahres 2018 als im 2020. Aus Sicht des Kosten-/Nutzen-Verhältnisses von so einem Verfahren wäre es deshalb sinnvoll, die Bewirtschaftungsmassnahme nur während Jahren mit einer ausgeprägten Sommertrockenheit durchzuführen. Dabei stellt das Vorausschauen von Trockenheitsperioden zur Zeit noch eine enorme Herausforderung dar. Die vOS war ähnlich im hoch geschnittenen als im tief geschnittenen Futter (Abbildung 27).

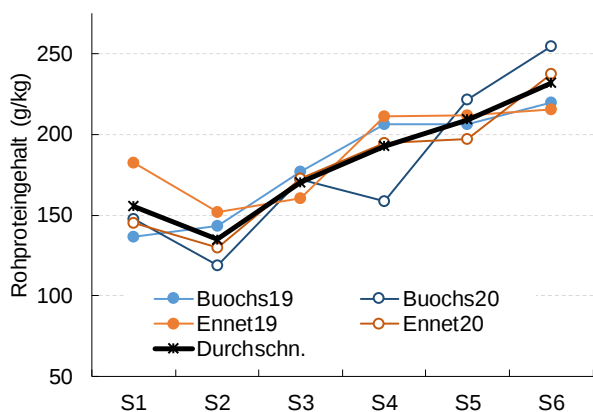


Abbildung 24: Rohproteingehalt im geernteten Gras im Laufe der Erntesaison in den Verfahren ohne verlängertes Schnittintervall (Durchschnitt Int0-tief und Int0-hoch). S1 = erster Schnitt, S2 = zweiter Schnitt, usw. Die dünnen Linien zeigen die Ergebnisse pro Jahr (2019 oder 2020) und Standort, die dicke Linie zeigt den Durchschnitt über beide Jahre und Standorte.

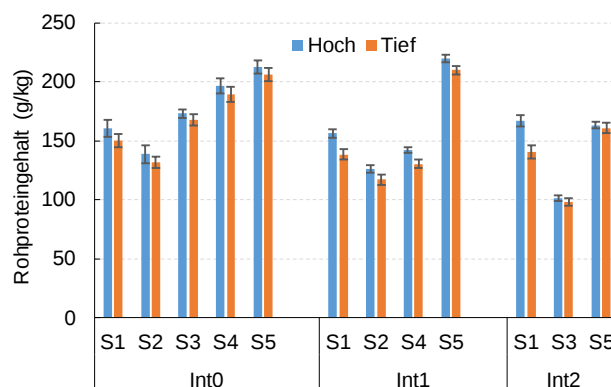


Abbildung 25: Einfluss des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf den Rohproteingehalt im geernteten Gras vom ersten (S1) bis zum fünften Schnitt (S5). Die Säulen zeigen den Durchschnitt über die Jahre 2019 und 2020 und die zwei Standorte $\pm$ Standardfehler.

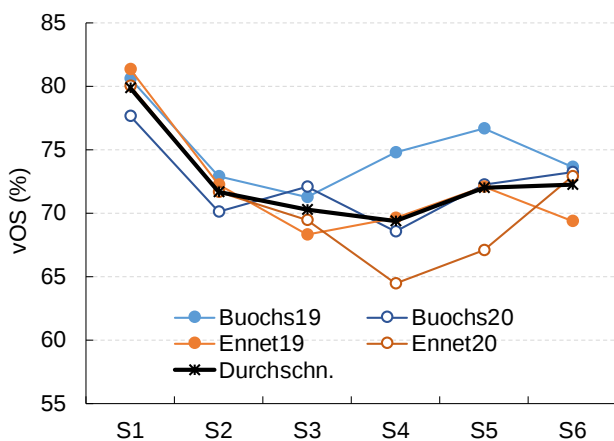


Abbildung 26: Verdaulichkeit der organischen Substanz im geernteten Gras im Laufe der Erntesaison für die Verfahren ohne verlängertes Schnittintervall (Durchschnitt Int0-tief und Int0-hoch). S1 = erster Schnitt, S2 = zweiter Schnitt, usw. Die dünnen Linien zeigen die Ergebnisse pro Jahr (2019 oder 2020) und Standort, die dicke Linie zeigt den Durchschnitt über beide Jahre und Standorte.

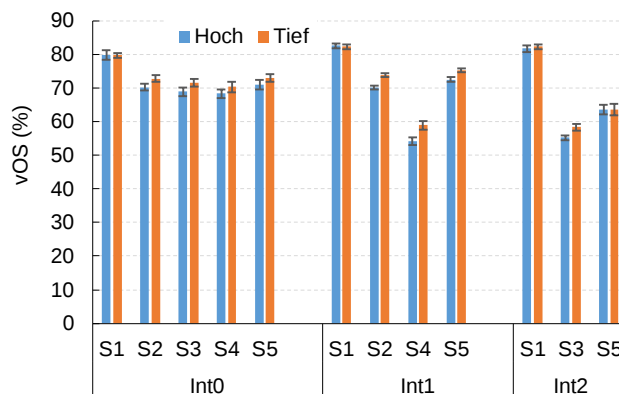


Abbildung 27: Einfluss des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz im geernteten Gras vom ersten (S1) bis zum fünften Schnitt (S5). Die Säulen zeigen den Durchschnitt über die Jahre 2019 und 2020 und die zwei Standorte $\pm$ Standardfehler.

Tabelle 11: Verteilung des Trockensubstanz-Ertrags über die Schnitte des Jahres in den unterschiedlichen Schnittintervall-Verfahren für das ausgesprochene trockene und heisse Jahr 2018 und das deutlich feuchtere Jahr 2020 am Beispiel des Standorts Ennetbürgen. Angegeben ist der prozentuale Ertragsanteil der einzelnen Schnitte am Jahresertrag.

	2018				2020		
Schnitt	Int0	Int1	Int2		Int0	Int1	Int2
1	29	31	33		21	26	33
2	31	36			28	31	
3	10		39		18		35
4	7	14			15	27	
5	22	19	29		15	11	27
6					3	5	4

Die kombinierten Effekte der Bewirtschaftungsmassnahmen auf den Trockensubstanz-Ertrag und auf die Futterqualität haben folgende Auswirkungen auf den RP-Ertrag und auf den Ertrag an verdaulicher organischer Substanz gehabt: Mit den Verfahren Int1 und Int2 war der RP-Ertrag 15% bzw. 18% und der vOS-Ertrag 6% bzw. 9% niedriger als mit dem Verfahren Int0 (Tabelle 12). Mit dem hohen Schnitt war der RP-Ertrag 9% und der vOS-Ertrag 20% niedriger als mit dem tiefen Schnitt. Die Bewirtschaftungsmassnahme «verlängertes Schnittintervall im Sommer» bewirkt also erhebliche Kosten bezüglich RP-Ertrag und die Bewirtschaftungsmassnahme «hoher Schnitt» dahingegen bezüglich VOS-Ertrag.

Tabelle 12: Effekt des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf der Ertrag an Trockensubstanz, Rohprotein (RP) und verdauliche organische Substanz (VOS) als Durchschnitt über die Jahre 2019-2020 und die zwei Standorte ($\pm$ Standardfehler). N = 112

	Mittelwert			% von Int0, bzw. tief
TS-Ertrag (dt/ha)				
Schnittintervall				
Int0	103.4	±3.5	ns	
Int1	100.0	±3.1		97
Int2	101.5	±4.0		98
Schnitthöhe				
tief	111.7	±2.5	***	
hoch	90.8	±2.5		81
RP-Ertrag (dt/ha)				
Schnittintervall				
Int0	17.2	±0.5	a***	
Int1	14.6	±0.4	b	85
Int2	14.2	±0.5	b	82
Schnitthöhe				
tief	16.0	±0.4	***	
hoch	14.2	±0.4		89
VOS-Ertrag (dt/ha)				
Schnittintervall				
Int0	67.7	±2.6	P=0.08	
Int1	63.9	±2.1		94
Int2	61.4	±2.7		91
Schnitthöhe				
tief	71.8	±1.8	***	
hoch	56.6	±1.7		79

4.4 Einzelbetriebliche Begleitungen

Sechs Betriebe wurden von der Beratung während der gesamten Projektzeit intensiv begleitet. Es wurden betriebsspezifische Massnahmen festgelegt. Die Betriebe wurden bei der Umsetzung der Massnahmen von der Beratung fachlich begleitet. Zweimal jährlich tauschten sich die Betriebsleitenden an einem Erfahrungsaustausch aus. Die begleiteten Betriebe brachten wichtige Diskussionen und Impulse in die gesamte Gruppe aller beteiligten Betriebe ein (Betriebe mit Demo- und Vergleichsparzellen, ca. 15 Betriebe). Auch diese Gruppe traf sich einmal jährlich zu einem Erfahrungsaustausch.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse zu den einzelbetrieblichen Begleitungen wurden in Form von Betriebsportraits zusammen gefasst (s. separates Dokument «Betriebsportraits»).

Wichtige Ergebnisse aus der einzelbetrieblichen Begleitung:

- Die Sensibilisierung für die Problematik der Borstenhirse
- Erweiterung des futterbaulichen Fachwissens
- Wertvoller Erfahrungsaustausch und Weiterbildung
- Schneeballeffekt zum erfahrungsbasierten Wissen
- Die Erfahrung und Einsicht, dass primär die Ursachen für das Auftreten der Borstenhirse zu bekämpfen sind
- Die erfolgreiche Ursachenbekämpfung und die Verbesserung der Bestände durch Über- und Neuansaat
- Wertvolle Erfahrungen auf den Betrieben
 - Trockenheitsresistente Gräser fördern lohnt sich
 - besonders im Sommer und auf südseitig gelegenen, flachgründigen Böden nicht zu tief und zu häufig schneiden
 - bei heissem Wetter keine oder nur sehr gut verdünnte Gülle einsetzen
 - Lückige Wiesen und Weiden sind anfällig auf Borstenhirse
 - Weiden werden von Borstenhirse weniger befallen, ausser bei vielen Trittschäden und Trittwegen
 - Von der Borstenhirse betroffen sind intensive und mittelintensive, nicht aber extensive und wenig intensive Wiesen.
 - Kein Verschleppen der Borstenhirse durch Maschinen und Futtertransport wichtig
 - Erste Borstenhirsensenester von Hand zu bekämpfen lohnt sich

4.5 Multiplikation und Verbreitung der Ergebnisse

Zusammen mit Agroscope, der AGFF, den kantonalen Beratungen der Kantone LU und AG sowie AGRIDEA wurden die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Kanton Nidwalden aufbereitet und für andere verfügbar gemacht (s. Kapitel 6).

4.6 Zusätzliche wissenschaftliche Untersuchungen unabhängig vom Projekt

4.6.1 Wissenschaftliche Untersuchung von Agroscope Posieux zur Verdaulichkeit von Borstenhirse

Eine in-vivo Untersuchung von Agroscope mit Schafen zeigen, dass Borstenhirse für die Tiere gut verdaulich, aber nicht schmackhaft ist (Rothacher, Wyss, & Huguenin, 21.8.2020). Verluste entstehen somit v.a. aufgrund höherer Krippen- und/oder Weideverluste und weniger aufgrund schlechterer Verdaulichkeit. Beobachtungen auf Praxisbetrieben lassen eine ähnliche Situation mit Milchvieh vermuten.

4.6.2 Studentische Arbeiten zur Keimfähigkeit von Borstenhirse-Samen nach Lagerung in Gülle und Silage

Die HAFL hat im Rahmen einer Semesterarbeit die Keimfähigkeit von Borstenhirsesamen in Gülle und Silagen untersucht.⁴ Die Arbeit zeigt, dass nach 40 Tagen Silierung resp. Lagerung in der Gülle keine Samen mehr keimen und diese beiden Behandlungen damit einen Betrag zur Reduktion der Verbreitung von Borstenhirse leisten können.

⁴ A. Kohler, 2018: Untersuchung zur Bekämpfung der Graugrünen Borstenhirse (*Setaria pumila*). Einfluss der Silierung und der Gülle auf die Keimfähigkeit der Graugrünen Borstenhirse. Vorgelegt bei Dr. B. Reidy; Zollikofen 21.3.2018; Berner Fachhochschule, HAFL, nicht veröffentlicht

5. Diskussion, Fazit

Problembewusstsein verankert

Die Einsicht, dass Klimaentwicklung und Standortgegebenheiten Bewirtschaftungsanpassungen nötig machen, setzt sich bei Betriebsleitenden im Kanton Nidwalden, aber auch in anderen betroffenen Kantonen, allmählich durch. Im Projekt gelang es, die Praktikerinnen und Praktiker und deren Erfahrungen aktiv einzubeziehen. So entstand ein rascher und direkter Wissensaustausch zwischen Forschenden, Beratung, Behörden und Praxis.

Wichtige fachliche Erkenntnisse (s. auch [AGFF-Merkblatt](#)):

Auf der Basis wissenschaftliche Versuche, kombiniert mit Praxisversuchen und Beratungsansätzen, lassen sich die folgenden Empfehlungen zu Handen von Bewirtschaftenden zur Regulierung der Borstenhirse ableiten:

Hat sich die Borstenhirse etabliert, richtet sich deren Bekämpfung nach den folgenden Oberzielen:

1. Borstenhirse ist ein Ungras, welches aus folgenden Gründen zurückgedrängt oder deren Ausbreitung wenigstens eingedämmt werden muss: Es ergibt ein wenig schmackhaftes (Silage) oder gar gesundheitschädigendes Futter (Emd mit Maul verletzenden Ähren). Nach der Auswinterung des frostempfindlichen Grases entstehenden Lücken, welche durch Unkräuter und Ungräser besiedelt werden. Borstenhirse kann sich während der trockenen Sommermonate enorm vermehren.
2. Förderung guter wie standortgerechter Futtergräser
3. Vermeiden von Lücken in der Grasnarbe
4. Vermeiden der Verschleppung von Hirseseamen

Es gibt kein zugelassenes chemisches Mittel, um die Hirsen in Wiesen und Weiden zu bekämpfen.

Mit folgenden Bewirtschaftungsmassnahmen kann die Borstenhirse zurückgedrängt werden (ausführlichere Information s. AGFF-Merkblatt):

- Ausgewogene, dichte Bestände fördern: Standortgerechte, ausgewogene Düngung und Nutzung, frühzeitige Pflegemassnahmen (z.B. Versaumung von Horstgräsern)
- Der Entstehung von Lücken in der Grasnarbe vorbeugen:
 - Nicht zu häufiges oder zu tiefes Schneiden
 - Spur- und Trittschäden vermeiden: Gute Bereifung in Hanglage, gute Weideunterteilung mit wenig Trittwegen
 - Gülle gut verdünnen: Mind. 1-2 Mal soviel Wasser wie Gülle.
 - Lückenbildende Schädlinge wie Mäuse bekämpfen.
 - Auch im Winter, wenn die Hirsen absterben, entstehen Lücken.
 - Entstandene Lücken rasch durch Übersaaten schliessen.
- Höher schneiden (ca. 8 cm), besonders bei südexponierten Flächen und trocken-heisser Witterung, auch wenn der nutzbare TS-Ertrag dadurch etwas sinkt.
- Während heissen und trockenen Witterungsphasen: Wiesen länger stehen lassen, auch wenn Futterqualität sinkt; nur sehr gut verdünnte Gülle einsetzen.
- Mähweidenutzung des Graslands
- Frühlingsweide ab Vegetationsbeginn.
- Lücken schliessen durch Übersaat und Einbringen von trockenheitsresistenteren Pflanzen
- Auf Mähwiesen periodisch horstbildende Gräsern versamen lassen
- Von Juli bis September stark mit Borstenhirse befallene Wiesen silieren statt emden (Keimfähigkeit geht verloren; Maul-Verletzungsgefahr viel geringer); aus diesem Grund muss die Borstenhirse auf Nichtsilobetrieben besonders konsequent bekämpft werden.
- .

Beitrag zu nachhaltiger Graslandbewirtschaftung

Das Projekt leistet einen Beitrag zur Erhaltung und Förderung ertragreicher Wiesenbestände auch unter sich ändernden klimatischen Bedingungen. Im Hinblick auf das sowohl aus ökonomischer wie ökologischer Sicht anstrebenswerte Ziel möglichst hohe Milch- und Fleischleistungen aus dem Grundfutter trägt das Projekt damit zu einer Weiterentwicklung einer nachhaltigen Graslandbewirtschaftung bei.

Fazit Methodik

Zwei wesentliche Erfolgsfaktoren trugen zur Generierung guter Ergebnisse und zu einem guten Transfer von Erfahrungen und Wissen zwischen Forschung, Beratung und Praxis bei:

1. Die Kombination von wissenschaftlichen Versuchen mit Beratungsansätzen wie Demo- und Vergleichsparzellen hat sich sehr bewährt und kann unbedingt weiterempfohlen werden. Die Forschungsarbeit liefert fachlich gut abgestützte Diskussionsgrundlagen, die Beratungsansätze ermöglichen einen breiten Einbezug und Identifizierung Betroffener mit der Thematik und den Diskussionen dazu. Die wissenschaftlichen Begleitforschungsarbeiten von HAFL und Agroscope Posieux waren sehr wertvolle Ergänzungen, welche
2. Die breite Abstützung sowohl des Projektteams wie auch der beteiligten Betriebe sowie eine professionelle Projektleitung sind zentral. Die gute Einbindung wichtiger bäuerlicher Meinungsträger wie Vertreter der Korporation, des Bauernverbands und -vereins trugen zur Akzeptanz des Projekts und guten Informationsfluss und Erfahrungsaustausch bei. Die pragmatische, unkomplizierte, auf Vertrauen basierende Zusammenarbeit im Projektteam () und die hohe Verbindlichkeit, mit der alle Beteiligten am Projekt mitzogen, war stark mitentscheidend für das sehr gute Gelingen des Projekts.



Abbildung 28: Die sehr gute Zusammenarbeit zwischen Praktikern, Forschung, Behörden und Beratung im Projektteam trug massgeblich zum Erfolg des Projekts bei. V.l.: Josef Odermatt, Präsident Nidwaldner Bauernverband; Olivier Huguenin-Elie, Agroscope; Marco Odermatt, BBZN Luzern; Annelies Uebersax, Agrofutura; Andreas Egli, Leiter Landwirtschaftsamt Kanton NW, Herbert Schmid, LZ Liebegg; Alois Barmettler, Landwirt und Vertretung Korporation Buochs; Peter Wyrsh, Amt für Landwirtschaft Kanton NW.

6. Dissemination, weitere Verwendung, Verbreitung der Resultate

6.1 Medien

Insgesamt erschienen im Verlauf der Projektdauer elf Beiträge in der landwirtschaftlichen sowie in der Lokalpresse (s. Anhang 1).

6.2 Flurbegehungen

Jeweils August und September fanden je eine Flurbegehung mit den Betrieben mit Vergleichs- und Demoparzellen sowie mit jenen mit einzelbetrieblichen Beratungen statt. Die Beteiligung an den beiden Anlässen war gut und stieg im Verlauf der Projektdauer stetig an. Die Diskussionen wurden mit zunehmender Projektdauer reger und interessanter, die Landwirte haben sich mit ihren Erfahrungen immer mehr eingebracht.

2019 wurden ausgewählte Gäste aus den ebenfalls zunehmend von der Borstenhirseproblematik betroffenen Kantonen LU und OW eingeladen. Das Projekt hat damit wichtige überkantonale Impulse gegeben.

6.3 Überkantonale Kooperation und Wissenstransfer

Der Kanton Obwalden führt in enger Zusammenarbeit und Absprache mit den Experten aus dem Borstenhirseprojekt⁵ in kleinem Rahmen einen Bewirtschaftungsversuch zur Borstenhirse-Regulierung durch. Damit sind wichtige Multiplikationswege geöffnet.

Das Tessin kämpft ebenfalls stark mit der Borstenhirseproblematik. Im Oktober 2019 tauschte eine Delegation des Nidwaldner Borstenhirseprojekts Erfahrungen mit Kolleginnen und Kollegen aus dem Tessin aus, was für beide Seiten sehr bereichernd war. Die Tessiner haben auch Versuche zur Bekämpfung der Borstenhirse durchgeführt, es war interessant, die unterschiedlichen Ansätze zu diskutieren. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Tessin wurden an der AGFF-Abschlusstagung vom 25. August 2021 eingebracht.

Herbert Schmid war seit Herbst 2019 mit einem kleinen Pensum am Schluechthof (ZG) und einem Hauptpensum an der Liebegg (AG) in Unterricht und Beratung tätig. Marco Odermatt ist am BBZN Luzern in Unterricht und Beratung tätig. Das Wissen rund um die Borstenhirse und ihre Regulierung gelangt so automatisch in die beiden ebenfalls von der Problematik betroffenen Kantone.

Der operative Projektleiter Andreas Egli informierte die Amtsleiter Landwirtschaft der Zentralschweizer Kantone regelmässig über den Inhalt und den aktuellen Stand des Projektes.

6.4 Hilfsmittel: Merkblatt Borstenhirse

Die im Projekt und den zusätzlichen begleitenden Forschungsarbeiten gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse wurden im AGFF-Merkblatt «Hirschen in Wiesen und Weiden» zusammen gefasst und sind allen Interessierten zugänglich. Das Merkblatt vermittelt wichtigstes zur Biologie der verschiedenen Hirsearten sowie Strategie und Massnahmen zu deren Bekämpfung resp. Vermeidung.

6.5 AGFF-Schlusstagung 2021, enge Zusammenarbeit mit Agroscope

Die enge Zusammenarbeit mit Agroscope und AGFF während der ganzen Projektdauer förderte den automatischen Wissensaustausch zwischen Forschung und Praxis.

Am 25. August 2021 fand auf der Buochser Allmend die Abschlussveranstaltung in Form einer AGFF-Tagung statt (Abbildung 29). Pandemiebedingt wurde die Tagung nur halbtägig und ohne Mittagsverpflegung, wie das an AGFF-Tagungen zur Pflege des Austausches unter den Teilnehmenden üblich ist, durchgeführt. Den rund 130 Teilnehmenden wurde an acht Posten⁶ von Fachpersonen aus Forschung, Beratung und Praxis die verschiedenen Aspekte der Borstenhirse-Problematik und mögliche Bekämpfungsansätzen und -strategien vermittelt (Flyer mit

⁵ H. Schmid und O. Huguenin-Elie

⁶ 1: Der Futterbau vor der Herausforderung des Klimawandels; 2 Hirschen und ihre Verbreitungspfade; 3: Wiesenpflege und -sanierung; 4 Maschinen- und -technik; 5 Einfluss der Wiesenutzung auf den Hirsebesatz; 6 Chemische Unkrautbekämpfung in Wiesen und Weiden; 7 Futterqualität, Futterkonservierung und Tiergesundheit; 8. Erfahrungen aus der Praxis

Posten s. Beilage). Die Tagung leistete einen wichtigen Beitrag zur überkantonalen Kommunikation und Diskussion der Ergebnisse und Erkenntnisse.



Abbildung 29: Eindrücke der AGFF-Schlusstagung vom 25. August 2021 in Buochs NW

7. Anhang

Anhang 1: Übersicht über Medienartikel zum Borstenhirse-Projekt

Datum	Zeitung / Zeitschrift	Titel des Artikels
3.11.2016	Nidwaldner Zeitung Luzerner Zeitung online	Neue Runde im Kampf gegen Borstenhirse
17.7.2017	Nidwaldner Zeitung	Einsatz gegen ein Problempflanze
21.7.2017	Schweizer Bauer Online	Bauern bekämpfen Problempflanze
8.2017	Bauernblatt Obwalden, Nidwalden, Uri	Bekämpfung der Borstenhirse in Nidwalden
22.9.2017	BauernZeitung	Nidwalden wehrt sich gegen die Borstenhirse
Sept. 2018	BauernZeitung	Borstenhirse erobert Zentralschweiz
5.5.2019	Landfreund	Borstenhirse: Problempflanze Nummer eins
27.3.2019	Nidwaldner Zeitung	Problempflanze ist weiter auf dem Vormarsch
22.3.2019	BauernZeitung Online	Der Borstenhirse den Garaus machen
19.06.2020	BauernZeitung	Wiesen erfolgreich bewirtschaften
12.07.2020	BauernZeitung Online	Die Borstenhirse hat sich breitgemacht – jetzt muss sie weg
7.07.2021	BauernZeitung Online	So macht man der Borstenhirse das Leben schwer
27.8.2021	BauernZeitung	Der Borstenhirse das Leben erschwert
30.8.2021	Nidwaldner Zeitung	Landwirte kämpfen gegen Hirseplage
2.9.2021	BauernZeitung Online	So machen Sie der Borstenhirse das Leben schwer

Anhang 2: Beschreibung der Demonstrationsanlage in der Praxis

Art der Anlage

Nutzung bestehender, unterschiedlich bewirtschafteter Wiesen- und Weideparzellen mit identischen Bedingungen bez. Boden, Klima und Topografie, mit und ohne Borstenhirsebefall als Fallbeispiele und Beratungsobjekte⁷.

Ziel der Anlage

Beobachtung, Dokumentation und Demonstration (Beratung) des Einflusses der Bewirtschaftung auf das Vorkommen von Borstenhirse und den Zustand der Pflanzenbestände auf Praxisbetrieben.

Zweck

Die Demonstrationsanlage fokussiert auf das **Vermeiden der Ausbreitung von Borstenhirse durch eine angepasste Wiesenbewirtschaftung**. Der Vergleich benachbarter Wiesen mit vergleichbaren Standortbedingungen aber unterschiedlichem Befall mit Borstenhirse ermöglicht Aussagen über die Auswirkung unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen auf den Borstenhirsebefall. Der Aufwand zur Ursachenforschung ist gering. Die Bewirtschaftungsunterschiede beeinflussten die botanische Zusammensetzung der Wiesen schon vor der Beobachtungsperiode. Die Demoparzellen ermöglichen den Vergleich verschiedener Bewirtschaftungsweisen als Ganzes, erlauben jedoch keine Rückschlüsse auf einzelne Bewirtschaftungsfaktoren.

Methode

Die Bewirtschaftung und der Borstenhirsebefall der Demo-Parzellen werden erhoben. Nur wenig oder gar nicht mit Borstenhirse befallene Wiesen und Weiden werden aufgrund ihrer bisherigen Bewirtschaftung ausgewählt: Die Schnitthäufigkeit, die Schnittzeitpunkte, die Pflegemassnahmen oder die Düngung sollen zwischen den Parzellen deutlich unterschiedlich sein. Die Landwirte verpflichten sich, keine wesentlichen Bewirtschaftungsänderungen während den nächsten 4 Jahren zu unternehmen. Die Bewirtschaftung und die Entwicklung der botanischen Zusammensetzung werden während 4 Jahren erfasst.

Ergebnisse, Produkte

- Gründlich dokumentierte Fallbeispiele für das Aufzeigen der Zusammenhänge zwischen Bewirtschaftung und Borstenhirsebefall in der Praxis.
- AGFF-Merkblatt & Fachartikel in der landwirtschaftlichen Fachpresse.

⁷ Standorte: Flugplatzgelände Allmend und Praxisbetriebe mit unterschiedlichen Standortbedingungen (Talboden & Talhang)

Anhang 3: Beschreibung von Material und Methoden des Kleinparzellenversuches

Standorte

Der Kleinparzellenversuch wurde auf zwei Standorte angelegt. Eine Fläche lag in der Ebene auf der Allmend in der Gemeinde Buochs, und die zweite in Ennetbürgen am Südhang (Abbildung 30 und Abbildung 15). Die Eigenschaften dieser zwei Standorte sind in der Tabelle 10 angegeben.

Tabelle 13: Eigenschaften der zwei Versuchsstandorte.

	Buochs	Ennetbürgen
Koordinaten	2'672'655, 1'202'498	2'673'747, 1'205'007
Höhenlage (m ü. M.)	447	713
Boden	humoser Lehm Boden	humoser Lehm Boden
Humus	7.0%	5.3%
Körnung: Ton	21%	24%
Schluff	35%	30%
Sand	37%	41%
pH	7.3	5.0
Phosphor (CO ₂)	angereichert	genügend-Vorrat
Kalium (CO ₂)	Vorrat	mässig
Ausgangsbstand	Gräser 94%, Klee 1%, Kräuter 5%	Gräser 85%, Klee 10%, Kräuter 5%
Hauptgräser	<i>Lolium multiflorum</i> (30%), <i>Poa trivialis</i> (30%), <i>Dactylis glomerata</i> (10%), <i>Poa pratensis</i> (10%)	<i>Lolium multiflorum</i> (25%), <i>Holcus lanatus</i> (20%), <i>Agrostis stolonifera</i> (15%), <i>Lolium perenne</i> (10%)

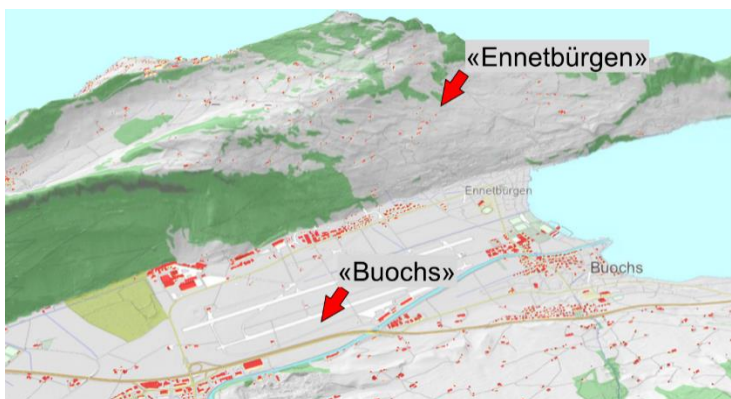


Abbildung 30: Lage der zwei Versuchsstandorte.

www.geo.admin.ch



Abbildung 31: Die zwei Versuchsstandorte, links auf der Allmend Buochs, und rechts oberhalb von Ennetbürgen.

Verfahren und Versuchsanordnung

Die folgenden drei Bewirtschaftungsfaktoren wurden getestet:

- Schnittintervall: Ohne, mit einem oder mit zwei verlängerten Schnittintervallen im Sommer. Diese Schnittintervalle werden im Folgenden mit Int0, Int1 bzw. Int2 bezeichnet
- Schnitthöhe: Tief (3 cm) und hoch (8 cm)
- Übersaat: Ohne oder mit jährlich einer Übersaat

Alle möglichen Kombinationen von diesen drei Bewirtschaftungsfaktoren wurden getestet. Dies entspricht 12 Verfahren. Als Vergleich kamen dazu zwei Verfahren mit einer Herbizidbehandlung (Tabelle 10 Tabelle 14).

Tabelle 14: Versuchsverfahren

Verfahren Nr.	Schnittintervall	Schnitthöhe	Übersaat	Herbizid
1	Int0	Tief	Nein	Nein
2	Int0	Tief	Ja	Nein
3	Int0	Hoch	Nein	Nein
4	Int0	Hoch	Ja	Nein
5	Int1	Tief	Nein	Nein
6	Int1	Tief	Ja	Nein
7	Int1	Hoch	Nein	Nein
8	Int1	Hoch	Ja	Nein
9	Int2	Tief	Nein	Nein
10	Int2	Tief	Ja	Nein
11	Int2	Hoch	Nein	Nein
12	Int2	Hoch	Ja	Nein
13	Int0	Tief	Nein	Ja
14	Int0	Tief	Ja	Ja

Für das Schnittintervall Int1 (ein verlängertes Schnittintervall im Sommer) wurde den 3. Schnitt weggelassen, so dass das Schnittintervall zwischen der 2. und der 3. Ernte gleich lang wie die Zeitdauer zwischen der 2. und der 4. Ernte in Int0 war (Tabelle 15). Für das Schnittintervall Int2 wurden den 2. und den 4. Schnitt weggelassen.

Tabelle 15: Schnittintervalle im Laufe des Jahres und gesamte Anzahl Schnitte in den Verfahren Int0, Int1 und Int2.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Total
Int0	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	6
Int1	Mai	Juni	---	Aug.	Sept.	Okt.	5
Int2	Mai	---	Juli	---	Sept.	Okt.	4

Die Übersaaten wurden jährlich mit der Standardmischung 431U im zeitigen Frühjahr durchgeführt. Die Zusammensetzung dieser Mischung ist wie folgt (Gramm/Are): Knautgras (50), Englisches Raigras (30), Wiesenrispengras (70), Rotschwingel (39), und Weissklee (20).

Als Herbizid gegen Hirsearten wurde Puma extra (Wirkstoff Fenoxaprop-P-ethyl) eingesetzt. Dieses Herbizid ist im Futterbau nicht zugelassen (homologiert für Zier- und Sportrasen). Für den Versuch bekam Agroscope eine Sondergenehmigung vom Bundesamt für Landwirtschaft. In Buochs wurde Puma extra am 30.06.2017 und am 14.06.2018 eingesetzt, und in Ennetbürgen nur am 30.06.2017.

Das Versuchsdesign war eine randomisierte vollständige Blockanlage für die Faktoren Schnittintervall, Schnitthöhe und Herbizid, mit dem Faktor Übersaat nested in die Kombinationen der drei anderen Faktoren (split-plot). Auf jedem Standort gab es vier Wiederholungen. Folglich gab es ein Total von 112 Versuchspartzen.

Parzellengrösse und Bewirtschaftung

Für die Verfahren Schnittintervall x Schnitthöhe war die Parzellengrösse in Buochs 5,5 x 5,0 m. Die Übersaaten wurden auf der Hälfte jeder dieser Parzellen durchgeführt, so dass jede Versuchsparzelle eine Grösse von 2,75 x 5,0 m hatte. In Ennetbürgen waren die Versuchsparzelle leicht kleiner (2,5 x 5,0 m), weil die Verfügbarkeit an relativ homogener Fläche eher knapp war.

In Buoch wurden die Parzellen mineralisch gedüngt, mit PK gemäss Norm für intensiv bewirtschaftete Wiesen und mit zu jedem Aufwuchs 30 kg N/ha als Ammonsalpeter. In Ennetbürgen wurde nur in 2017 mineralisch gedüngt. Ab 2018 wurde auf diesem Standort wegen Bio-Umstellung zu jedem Aufwuchs 25 kg N/ha in Form von Biorga gedüngt. Dazu kam eine Mistgabe im Herbst.

Die Schnitte wurden mit einem Motormäher durchgeführt.

Messungen und Erhebungen

Die botanische Entwicklung der Parzellen wurde mit wiederholten visuellen Schätzung der Ertragsanteile der vorhandenen Pflanzenarten erhoben. Die Bestände wurden im Laufe der Saison drei Mal in 2017 erhoben, und beziehungsweise sechs Mal ab 2018.

Für die Ertragsmessungen wurde einen 1,3 m breiten Streifen in der Parzellenmitte geschnitten (1,3 x 5,0 m). Das Schnittgut wurde dann mit einem Handrechen an einen Haufen gereicht, mit einer Federwaage gewogen (Frischmasse), und davon wurde eine Probe für die Bestimmung des Trockensubstanz-Gehalts genommen.

Der Rohproteingehalt des Futters wurde anhand des durch Gaschromatographie bestimmten Gesamtstickstoffgehalt des Futters gerechnet, und die Verdaulichkeit der organischen Substanz wurde mit der Pansensaftmethode nach Tilley und Terry (1963) bestimmt. Der Lichteinfall auf dem Boden wurde mit einem AccuPAR LP80 (Decagon Devices, USA) gemessen.

Abkürzungsverzeichnis

AG	Kanton Aargau
AGFF	Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus
BBZN	Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung
BoHi	Borstenhirse
KOLAS-Z	Konferenz der Landwirtschaftsämter Zentralschweiz
LZL	Landwirtschaftliches Zentrum Liebegg
NW	Kanton Nidwalden
OW	Kanton Obwalden
RP	Rohprotein
TI	Kanton Tessin
vOS	Verdauliche organische Substanz
VS	Kanton Wallis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Demoparzelle Buochser Allmend, Standardmischung 442, 1. Hauptnutzungsjahr, praktisch hirsefrei	10
Abbildung 2: Botanische Zusammensetzung im 1. Hauptnutzungsjahr (Herbst 2018) bei 5 Schnitten, 4 Güllegaben und 1 Mistgabe	10
Abbildung 3: Demoparzelle Buochser Allmend, Standardmischung 442, 2. Hauptnutzungsjahr	11
Abbildung 4: Botanische Zusammensetzung im 2. Hauptnutzungsjahr (Herbst 2019). Frühlingsweide bis Mitte April, Versamung im 2. Aufwuchs, total 4 Schnitte, 6 Gülle- und 1 Mistgabe	11
Abbildung 5: Borstenhirse gedeiht in Spurschäden und wird an kleereichen Stellen unterdrückt	12
Abbildung 6: Wenig intensive Fromentalwiese ohne Borstenhirse (rechts) neben mittelintensiver Wiese mit hohem Borstenhirsebefall (links).	12
Abbildung 7: Borstenhirsebesatz ¹⁾ auf Wiesen mit unterschiedlicher botanischer Zusammensetzung	13
Abbildung 8: Einfluss der Schnitthöhe auf den Borstenhirsebesatz in den Projektjahren 2017 bis 2020	14
Abbildung 9: Vorn sehr häufig und tief gemähte Wiese mit hohem Borstenhirsebesatz neben dichter borstenhirsefreier Dauerweide	16
Abbildung 10: Verbrennungsschäden durch Gülle während Hitzeperiode im August 2018	16
Abbildung 11: Einfluss der Anzahl Düngungsgaben auf den Borstenhirsebesatz	17
Abbildung 12: Erfolgreiche Übersaat mit Drillsämaschine (links) und Bestand mit Versamung von Italienischem Raigras (rechts) nach Trockenheitsschaden im Sommer 2018	17
Abbildung 13: Auf sonnseitig exponierten Flächen mit Trittschäden und Weidewegen konnten 2019 besonders viele Blutfingerhirsen aufkommen.	18
Abbildung 14: Entwicklung des Borstenhirseanteils im Bestand im Laufe des Jahres, für die Jahre 2017 bis 2021. Dargestellt ist der Durchschnitt aller Parzellen $\pm$ die Standardabweichung auf dem Standort Buochs. Das durch die x-Achse dargestellte Zeitintervall reicht vom 10. April (100. Tag des Jahres) bis zum 27. Oktober (300. Tag des Jahres).	19
Abbildung 15: Parzellen am Standort Ennetbürgen, mit für ein verlängertes Schnittintervall weiterstehendes Futter, neben frisch geschnittenen Parzellen.	20
Abbildung 16: Starker Unterschied in der Schnitthöhe zwischen die Varianten «hoch» und «tief».	20
Abbildung 17: Einfluss des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf den Hirseanteil im Bestand, links auf dem Standort Buochs und rechts auf dem Standort Ennetbürgen. Dargestellt sind die Anteile im Sommer-Herbst der Jahre 2017-2019. Die Boxplots zeigen den Median, die Quartile (Box) den Nicht-Ausreißer Bereich (Fehlerbalken). Die Buchstaben über der x-Achse weisen auf signifikante Unterschiede hin (Tukey HSD test, $p < 0.05$).	21
Abbildung 18: Einfluss der Schnitthöhe auf den Lichteinfall auf den Boden am Beispiel des 3. Aufwuchs 2019 in Ennetbürgen. Tief geschnittene Parzellen weisen auch einen Monat nach dem Schnitt noch einen deutlich höheren Lichteinfall auf den Boden auf.	21
Abbildung 19: Einfluss des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf die Entwicklung des Anteils guter Futtergräser in den Beständen, links auf dem Standort Buochs und rechts auf dem Standort Ennetbürgen. Für Ennetbürgen wurde die zwei Schnitthöhen zusammengefasst, weil kein signifikanter Effekt der Schnitthöhe beobachtet wurde. Dargestellt ist der Durchschnitt (Punkte) und der 95% Konfidenzintervall (Fehlerbalken)	22
Abbildung 20: Positiver Einfluss auf den Anteil guter Futtergräser der höheren Schnitthöhe gegenüber der tiefen Mahd am Standort Buochs (am Beispiel von Int0). Bild von Oktober 2021.	22
Abbildung 21: Einfluss der Übersaaten auf die Entwicklung des Knautgras-Anteils im Bestand, links auf dem Standort Buochs und rechts auf dem Standort Ennetbürgen. Die Punkte zeigen der Durchschnitt über allen Schnittintervall- und Schnitthöhe-Verfahren, und die Fehlerbalken der 95% Konfidenzintervall.	23
Abbildung 22: Einfluss des Herbizideinsatzes mit Puma extra (Fenoxaprop-P-ethyl) auf den Borstenhirse-Anteil (links) und den Kräuter-Anteil (rechts) für das Standort Buochs (oben) und das Standort Ennetbürgen (unten). Der Vergleich zwischen den Verfahren Int0-tief und Int0-tief + Herbizid erlaubt den Herbizideffekt zu quantifizieren. Das Verfahren Int1-hoch ist als Beispiel einer Regulierungsstrategie ohne Herbizideinsatz dargestellt. In Buochs wurde Puma extra Ende Juni 2017 und Mitte Juni 2018 eingesetzt, und in Ennetbürgen nur Ende Juni 2017. 1.Hj. = erstes Halbjahr, 2.Hj. = zweites Halbjahr. Die Säulen zeigen den Durchschnitt für die entsprechende Periode $\pm$ Standardfehler	24

Abbildung 23: Entwicklung der Erträge in den unterschiedlichen Bewirtschaftungsverfahren relativ zum Ertrag des Verfahrens Int0-tief (100%). Die Linien zeigen die linearen Regressionen zwischen den Jahren und den relativen Erträge.	26
Abbildung 24: Rohproteingehalt im geernteten Gras im Laufe der Erntesaison in den Verfahren ohne verlängertes Schnittintervall (Durchschnitt Int0-tief und Int0-hoch). S1 = erster Schnitt, S2 = zweiter Schnitt, usw. Die dünnen Linien zeigen die Ergebnisse pro Jahr (2019 oder 2020) und Standort, die dicke Linie zeigt den Durchschnitt über beide Jahre und Standorte.	27
Abbildung 25: Einfluss des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf den Rohproteingehalt im geernteten Gras vom ersten (S1) bis zum fünften Schnitt (S5). Die Säulen zeigen den Durchschnitt über die Jahre 2019 und 2020 und die zwei Standorte $\pm$ Standardfehler.	27
Abbildung 26: Verdaulichkeit der organischen Substanz im geernteten Gras im Laufe der Erntesaison für die Verfahren ohne verlängertes Schnittintervall (Durchschnitt Int0-tief und Int0-hoch). S1 = erster Schnitt, S2 = zweiter Schnitt, usw. Die dünnen Linien zeigen die Ergebnisse pro Jahr (2019 oder 2020) und Standort, die dicke Linie zeigt den Durchschnitt über beide Jahre und Standorte.	27
Abbildung 27: Einfluss des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz im geernteten Gras vom ersten (S1) bis zum fünften Schnitt (S5). Die Säulen zeigen den Durchschnitt über die Jahre 2019 und 2020 und die zwei Standorte $\pm$ Standardfehler.	27
Abbildung 28: Die sehr gute Zusammenarbeit zwischen Praktikern, Forschung, Behörden und Beratung im Projektteam trug massgeblich zum Erfolg des Projekts bei. V.l.: Josef Odermatt, Präsident Nidwaldner Bauernverband; Olivier Huguenin-Elie, Agroscope; Marco Odermatt, BBZN Luzern; Annelies Uebersax, Agrofutura; Andreas Egli, Leiter Landwirtschaftsamt Kanton NW, Herbert Schmid, LZ Liebegg; Alois Barmettler, Landwirt und Vertretung Korporation Buochs; Peter Wyrach, Amt für Landwirtschaft Kanton NW.	31
Abbildung 29: Eindrücke der AGFF-Schlusstagung vom 25. August 2021 in Buochs NW.	33
Abbildung 30: Lage der zwei Versuchsstandorte. www.geo.admin.ch	36
Abbildung 31: Die zwei Versuchsstandorte, links auf der Allmend Buochs, und rechts oberhalb von Ennetbürgen.	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die Projektziele und die Zielerreichung.....	7
Tabelle 2: Einfluss der Schnitthöhe auf den Borstenhirsebesatz bei unterschiedlicher Bodengründigkeit	14
Tabelle 3: Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf den Borstenhirsebesatz während den drei Sommermonaten Juni, Juli und August der Jahre 2017 - 2020	15
Tabelle 4: Einfluss der Nutzungsart auf den Borstenhirsebesatz	15
Tabelle 5: Borstenhirsebefall auf Parzellen mit verschiedenen Düngemittelkombinationen	16
Tabelle 6: Einfluss der Güllemenge pro Einzelgabe auf den Borstenhirsebesatz 2017-20	17
Tabelle 7: Borstenhirsebefall auf den Vergleichsparzellen.....	18
Tabelle 8: Wetter der Jahre 2017 bis 2021 und Unterschied zur Norm bei der Wetterstation Luzern (Quelle www.meteoschweiz.ch).....	19
Tabelle 9: Effekt des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf den Trockensubstanz-Ertrag am Standort Buochs. Die Tabelle zeigt die Mittelwerte über die ganze Versuchsperiode (2017-2021) $\pm$ Standardfehler, sowie die Mittelwerte der zwei ersten (2017-2018) und der zwei letzten (2020-2021) Versuchsjahre. Die Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede hin (Tukey HSD test, $p < 0.05$). Der Relativertrag in Prozent des Ertrags im Verfahren Int0-tief ist also angegeben (% von Int0-tief).	25
Tabelle 10: Effekt des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf den Trockensubstanz-Ertrag am Standort Ennetbürgen. Die Tabelle zeigt die Mittelwerte über die ganze Versuchsperiode (2017-2020) $\pm$ Standardfehler). Die Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede hin (Tukey HSD test, $p < 0.05$). Der Relativertrag in Prozent des Ertrags im Verfahren Int0-tief ist also angegeben (% von Int0-tief).....	26
Tabelle 11: Verteilung des Trockensubstanz-Ertrags über die Schnitte des Jahres in den unterschiedlichen Schnittintervall-Verfahren für das ausgesprochene trockene und heisse Jahr 2018 und das deutlich feuchtere Jahr 2020 am Beispiel des Standorts Ennetbürgen. Angegeben ist der prozentuale Ertragsanteil der einzelnen Schnitte am Jahresertrag.	28
Tabelle 12: Effekt des Schnittintervalls und der Schnitthöhe auf der Ertrag an Trockensubstanz, Rohprotein (RP) und verdauliche organische Substanz (VOS) als Durchschnitt über die Jahre 2019-2020 und die zwei Standorte ($\pm$ Standardfehler). N = 112	28
Tabelle 13: Eigenschaften der zwei Versuchsstandorte.....	36
Tabelle 14: Versuchsverfahren.....	37
Tabelle 15: Schnittintervalle im Laufe des Jahres und gesamte Anzahl Schnitte in den Verfahren Int0, Int1 und Int2.	37