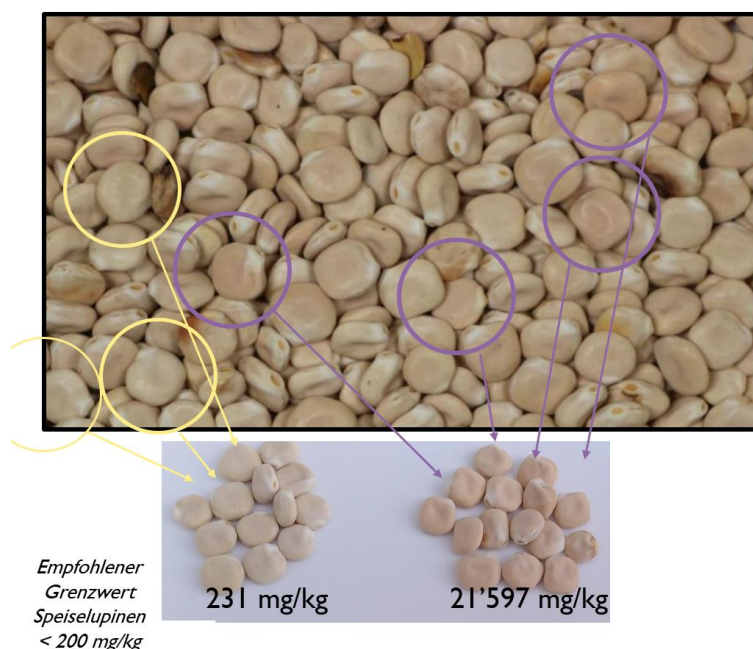


LupiSweet – Süsse Weisse Lupinen für die Praxis



Christine Arncken (FiBL), Baptiste Rubath (Mühle Rytz), Miriam Kamp (gzpk), Monika Messmer (FiBL), Mariateresa Lazzaro (FiBL)

Datum: 10.02.2025



Inhaltsverzeichnis

1. Kurzbeschrieb Projekt	3
1.1 Projektziele	3
2. Einleitung	4
3. Material und Methoden.....	5
4. Resultate	8
5. Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Empfehlungen	16
6. Literatur.....	17
7. Danksagung	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Alkaloidgehalt von Lupinenkörnern, 2022 mit blossen Auge aus einer grösseren Charge der Sorte Frieda ausgelesen	4
Tabelle 2: Alkaloidgehalt von Lupinenkörnern der Frieda-Charge 2022 nach Sortierung bei Fa. Petkus 2022	5
Tabelle 3: Ergebnisse der beiden Sortierungsversuche der Frieda-Charge FiBL 2023 im April und August 2024 bei Mühle Rytz	9
Tabelle 4: Ergebnisse der Anbauverträge 2024 zwischen Landwirten und Mühle Rytz und des Sortierungsversuchs, Sorte Frieda	11
Tabelle 5: Bisher analysierte Posten von zertifiziertem Saatgut – und die Ernte daraus	12
Tabelle 6: Alkaloidgehalte in Ausgangssaatgut und Ernteposten anderer Landwirte	13

Abbildungsverzeichnis

Titelbild (Abbildung 1): Ein Ernteposten der Lupinensorte Frieda, aus dem von Auge süsse und bittere Körner ausgelesen wurden, mit analysierten Alkaloidgehalten derselben.....	1
Abbildung 2: Versuchsanlage Lupinen-Sortenversuch 2024 in Full-Reuenthal	7
Abbildung 3: Lupinensortenversuch 2024 in Full-Reuenthal (links) und Feldbach (rechts). Oben 13.5. (F-R) und 5.6. (FB), Mitte 13.6. (F-R), unten 14.8. (F-R) und 16.8. (FB). (Der bräunliche «Schatten» im Mittelgrund des Feldes in Full-Reuenthal (unten) markiert die Stelle mit dem stärksten Anthraknose-Befall).	8
Abbildung 4: Parzelle der Sorte Figaro am 18.7.2024 in Full-Reuenthal: dichter, grüner Bestand, aber durch Anthraknose nur verkümmerte Hülsen – kein Ertrag	14
Abbildung 5: Erträge im Lupinensortenversuch 2024 in Full-Reuenthal und Feldbach im Vergleich zum 5-jährigen Mittel, und Alkaloidgehalte des verwendeten Saatgutes	15
Abbildung 6: Erträge im Lupinensortenversuch 2024 in Full-Reuenthal und Feldbach im Vergleich zum 5-jährigen Mittel, und Alkaloidgehalte des verwendeten Saatgutes	16

I. Kurzbeschreibung Projekt

Es besteht eine steigende Nachfrage nach hochwertigem pflanzlichem Eiweiss aus heimischem Anbau für die menschliche Ernährung. Die Weiße Lupine (*Lupinus albus* L.) ist aufgrund der wesentlich geringeren Wärmebedürftigkeit und ihrer Trockenheitstoleranz eine wichtige Ergänzung zur Sojabohne und aufgrund der Proteinzusammensetzung den Ackerbohnen und Erbsen überlegen. Der Anbau der Weissen Lupine bekam mit der Zulassung der anthraknoseresistenten alkaloidarmen deutschen Sorten Frieda und Celina neuen Aufschwung. Leider traten in den letzten Jahren jedoch vermehrt Chargen mit stark überhöhten Alkaloidgehalten auf. Alkaloide sind einerseits extrem bitter und andererseits in hohen Dosen auch gesundheitsschädlich. Es kann mehrere Gründe für die erhöhten Gehalte geben, und es ist wichtig, diese zu kennen, um die richtigen Massnahmen ergreifen zu können.

Zu bittere Ernteposten können evtl. durch Farbauslese von bitteren Samen «gereinigt» werden, was eine «Rettung» deklassierter Posten ermöglichen könnte. Farbauslese könnte auch eine wichtige Massnahme der Qualitätssicherung in der Saatgut-Produktionskette darstellen.

Längerfristig arbeitet das FiBL züchterisch an stabil alkaloidarmen Genotypen, die als Sorten der Praxis zur Verfügung gestellt werden sollen.

Dieses Projekt soll auf Ebene Erntegut sowie auf Ebene Saatgut zur Verringerung der Alkaloidgehalte in Schweizer Weissen Süsslupinen beitragen.

I.1 Projektziele

- 1.) Aufbau eines Netzwerks mit interessierten Landwirten, Probenahmen von deren Saatgut und Ernte, Erfassung von Sorte und Anbaumethoden, Alkaloidanalysen
- 2.) Mehrjährige Sortenversuche mit Referenzsorten und neuen Sortenkandidaten, prüfen auf Resistenz und Alkaloidgehalte, evtl. Streifenversuche mit neuen Sortenkandidaten ab dem 3. Jahr (falls genügend Saatgut vorhanden)
- 3.) Monitoring der Saatgutvermehrung auf eventuelle Zunahme der Alkaloidgehalte in den Vermehrungsstufen
- 4.) Pilot- und Grossversuche mit Farbausleser
- 5.) Aufbau einer Wertschöpfungskette für Weisse Lupine

2. Einleitung

In Saatgut- und Erntechargen der Weissen Lupine waren uns einzelne, dunkler bzw. rötlich gefärbte, bittere Körner aufgefallen. Solche Körner können den Alkaloidgehalt einer Charge massiv verschlechtern. Andererseits ist bekannt, dass durch Umwelteinflüsse wie Temperatur (Boschin et al. 2008) oder Düngung (z.B. K-Düngung, Gremigni et al. 2001) die Alkaloidgehalte beeinflusst werden.

Wir versuchten uns Klarheit darüber zu verschaffen, wie relevant der Einfluss einzelner bitterer Körner auf Lupinenchargen ist. Dafür sortierten wir aus einem Ernteposten von 2022 von Auge «sehr weisse» und «sehr rötliche» Körner aus und liessen sie analysieren (siehe Titelfoto). Das Ergebnis war deutlicher als erwartet:

Tabelle 1: Alkaloidgehalt von Lupinenkörnern, 2022 mit blossen Auge aus einer grösseren Charge der Sorte Frieda ausgelesen

Charge Frieda, Leibstadt 2022	Probe Nr.	Summe enthaltener Chinolizidin-Alkaloide: (mg/g TS)
Sehr weisse Körner	2022_alk_58	231,05
Sehr rötliche Körner	2022_alk_59	21'597,57

In einem Pilotversuch mit der deutschen Herstellerfirma von Farbauslesern, Petkus, wurde ein Farbausleser mit den oben genannten Proben kalibriert. Daraufhin wurden 20 kg des genannten Postens sortiert. Das Ergebnis ist in Tabelle 2 dargestellt.

Das bedeutet, dass durch optische Sortierung auf Anhieb 70% eines Postens mit massiv überschrittenem Grenzwert wenigstens auf Futtermittelqualität (empfohlener Grenzwert 500 mg/kg) verbessert werden konnte. Die aussortierten Körner entsprachen in ihrem Gehalt bereits dem von Bitterlupinen (ab ca. 5000 mg/kg Alkaloidgehalt spricht man von Bitterlupinen).

Aus diesem Versuch entsprang die Idee, dass man durch Farbauslese Lupinenposten «retten» könnte, die zu hohe Alkaloidgehalte aufweisen. Ausserdem ergab sich die Frage, wie solche bitteren Körner in die Lupinenchargen gelangen bzw. wie dies verhindert werden kann. Es wurde deutlich, dass auch die Saatgutchargen für diese Fragestellung mit untersucht werden müssen und dass ein Monitoring der Alkaloidgehalte auf allen Ebenen (Sorte, Saatgut, Anbau, Verarbeitung) nötig ist.

Tabelle 2: Alkaloidgehalt von Lupinenkörnern der Frieda-Charge 2022 nach Sortierung bei Fa. Petkus 2022

Charge	Fraktion	Menge (kg)	%	Probe Nr.	Summe enthaltener Chinolizidin-Alkaloide: (mg/kg TS)
Frieda, Leibstadt 2022, Unsortiert		20.72	100.00	2022_alk_61 2022_alk_60	2761,60 (MW aus 2 Proben)
	Aussortierte rötliche Körner (incl. kranke)	3.93	18.97	2022_alk_63	7047,17
	Akzeptierte weisse Körner	14.53	70.13	2022_alk_62	494,36
	Für Rückgewinnung in 2. Durchgang	2.26	10.91		Nicht analysiert

3. Material und Methoden

Versuche mit Farbausleser an einem FiBL-Posten Lupinen

Die Mühle Rytz kalibrierte den Farbausleser der Mühle anhand der in Tab. 1 genannten Lupinensamen. Ein Posten von ca. 400 kg Lupinen der Ernte 2023 vom FiBL-Lupinenversuchsfeld in Leibstadt mit einem Alkaloidgehalt von 3350 mg/kg (also fast 17-fach über dem empfohlenen Grenzwert von 200 mg/kg für menschliche Ernährung) wurde im April sortiert. Nachdem die «akzeptierte» Fraktion immer noch knapp 1000mg/kg Alkaloide aufwies, wurde sie im August 2024 ein zweites Mal sortiert.

Netzwerkaufbau mit teilnehmenden Landwirten

Über Mitteilungen in der gedruckten sowie der Online-Version von Bio Aktuell und eine Notiz im Schweizerbauer sowie per Mail wurden die Landwirte auf das Projekt aufmerksam gemacht. Die Mühle Rytz machte das Angebot, mit teilnehmenden Landwirten Anbauverträge zu einem Übernahmepreis von 10,00 CHF über dem Futterlupinen-Richtpreis von 144 CHF/dt abzuschliessen. Sollte das Lupinen-Erntegut

Lebensmittelqualität aufweisen (d.h. <200 mg/kg Alkaloidgehalt), würde ein Nachschlag von 50,00 CHF/dt bezahlt. Sollte das Erntegut zu bitter sein, würde der Versuch unternommen, es mit dem Farbausleser von bitteren Samen zu «reinigen». Sollte das Ergebnis Speisequalität haben, würde ein anteiliger Nachschlag ausbezahlt werden.

Für das erste Versuchsjahr wurde eine Lupinenfläche von 10 ha angestrebt. Hierfür wurden mit 6 Landwirten Anbauverträge für die Sorte Frieda abgeschlossen.

Nach der Ernte 2024 wurde der beste von einem Landwirt angelieferte Lupinenposten im Dezember 2024 durch den kalibrierten Farbausleser in drei Durchgängen sortiert.

Weitere Landwirte, die Lupinen anbauen und Proben ans FiBL schicken wollten, die aber zu weit entfernt von der Mühle Rytz waren, wurden ins Netzwerk aufgenommen, und über das FiBL Lausanne konnten noch Saatgut- und Ernteproben des Projektes Resosem erhalten werden. Das Projekt Resosem prüft die Effektivität verschiedener Saatgutbehandlungsverfahren bei verschiedenen Körnerleguminosen.

Ein Teil der gesammelten Lupinenproben konnte schon analysiert werden; für einen Teil stehen die Analysen noch aus.

Sortenversuch

Im zweiortigen Sortenversuch in Full-Reuenthal AG und Feldbach ZH wurden 9 kommerzielle Lupinensorten in je drei Wiederholungen angebaut (Amiga, Boros, Butan, Celina, Feodora, Figaro, Frieda, Sulimo, Zulika). Die Parzellengrösse betrug jeweils 4,5 m². Zusätzlich wurde ein FiBL-Zuchtstamm (141) an jedem Ort in zwei Wiederholungen angebaut. 8 weitere Zuchtstämme wurden in Full-Reuenthal in unwiederholten Parzellen hinter dem Sortenversuch angebaut. In dem sehr regenreichen Frühjahr erfolgte die Aussaat am praktisch einzig möglichen Tag, dem 8.4.24 in Full-Reuenthal und erst Ende April in Feldbach. Trotz der Kälte und anhaltenden Niederschläge entwickelten sich die Lupinen zunächst gut, insbesondere nach einem Hackdurchgang am 11./13.5.24. Sie wurden dann aber sehr heftig von Anthraknose befallen, die sich aufgrund der vielen Feuchtigkeit bis in den Spätsommer hinein immer weiter ausbreiten konnte. Manche Sorten hatten einen vollständigen Ertragsausfall. Auch der Unkrautdruck war hoch (Abb. 3, unten). Der Versuch in Full-Reuenthal wurde am 29.8.2024 gedroschen, in Feldbach Anfang September. Das Erntegut wurde mit Hilfe einer Belüftungsanlage getrocknet und anschliessend mit einem Roeber Allesreiniger gereinigt. Von allen Parzellen wurden Ernteproben genommen. Die jeweiligen drei Wiederholungen pro Sorte und Ort werden gepoolt und zur Alkaloidanalyse eingeschickt. Die Proteingehalte werden durch NIRS ermittelt.

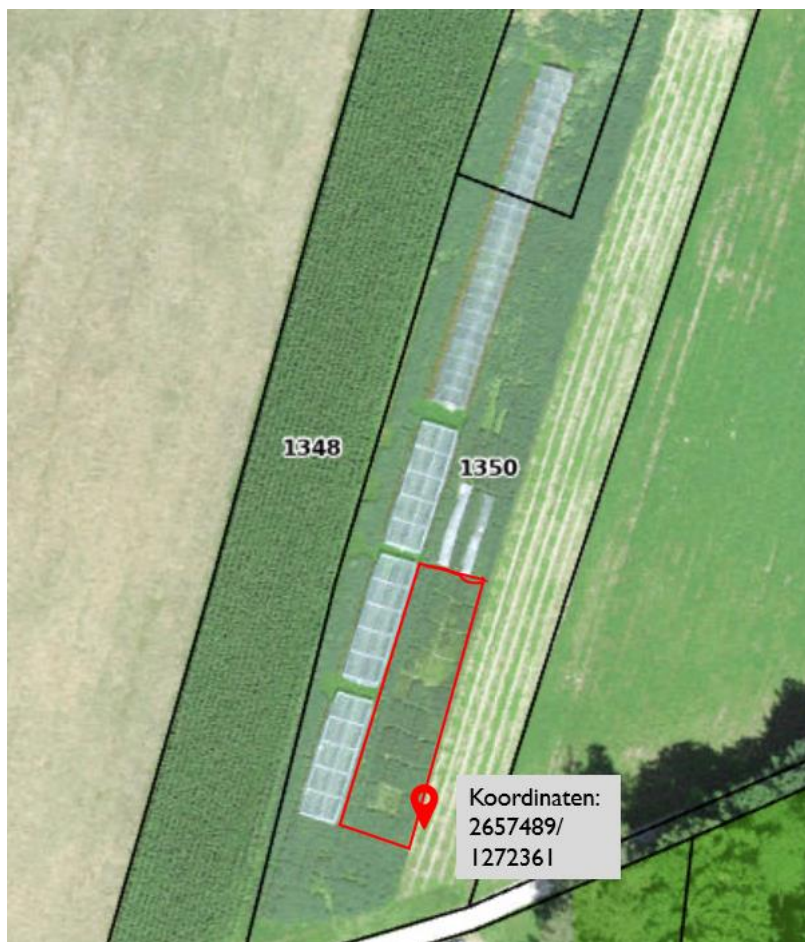


Abbildung I: Versuchsanlage Lupinen-Sortenversuch 2024 in Full-Reuenthal



Abbildung 3: Lupinensortenversuch 2024 in Full-Reuenthal (links) und Feldbach (rechts). Oben 13.5. (F-R) und 5.6. (FB), Mitte 13.6. (F-R), unten 14.8. (F-R) und 16.8. (FB). (Der bräunliche «Schatten» im Mittelgrund des Feldes in Full-Reuenthal (unten) markiert die Stelle mit dem stärksten Anthraknose-Befall).

4. Resultate

Versuche mit Farbausleser an einem FiBL-Posten Lupinen

Beim ersten Sortierungsversuch konnte noch kein befriedigendes Resultat erreicht werden. Auch die als «akzeptiert» sortierten Lupinen hatten noch einen doppelt so hohen Alkaloidgehalt wie für den Futtermittelbereich empfohlen. Nachdem die Analysenwerte vorlagen, wurde der «akzeptierte» Posten ein zweites Mal sortiert,

wodurch immerhin ein Wert erreicht werden konnte, der nur leicht über dem Futter-Grenzwert lag. Die aussortierten Samen können in einem anderen Projekt (Legu4Food) zur Gewinnung von Alkaloiden verwendet werden.

Tabelle 3: Ergebnisse der beiden Sortierungsversuche der Frieda-Charge FiBL 2023 im April und August 2024 bei Mühle Rytz

Charge	Fraktion	Menge (kg)	Probe Nr.	Alkaloid-gehalt (mg/kg TS)	Ergebnis
Frieda, Leibstadt 2023, unsortiert	unsortiert	400	2023_alk_66 2023_alk_67	3'350 (MW aus zwei Proben)	Ca. 17 - fach über dem empfohlenen Grenzwert
	Akzeptiert, Versuch 1 (April 2024)		2024_alk_01 2024_alk_02	997	Noch nicht befriedigend → Versuch 2
	Aussortiert, Versuch 1 (April 2024)		2024_alk_03 2024_alk_04	10'088	Bitterlupinen; interessant für ein anderes Projekt (Legu4Food)
Akzeptiert, Versuch 1 (April 2024)	Ausgangsmaterial		2024_alk_01 2024_alk_02	997	
	Akzeptiert, Versuch 2 (August 2024)	300	2024_alk_28 2024_alk_29 2024_alk_30	612	Immer noch leicht über dem Futter-Grenzwert, aber brauchbar
	Aussortiert, Versuch 2 (August 2024)	80	2024_alk_31 2024_alk_32	4'896	Fast Bitterlupinen

Netzwerkaufbau mit teilnehmenden Landwirten

Leider gestaltete sich das Anbaujahr 2024 für die teilnehmenden Landwirte sehr schwierig. Ein Landwirt musste die Lupinen schon im Frühjahr mulchen, weil sie nicht gut aufgelaufen waren. Bei allen Landwirten ausser einem war der Besatz und die Verfärbung durch Unkraut, mit zusätzlichem Anthraknosebefall, so hoch, dass ihr gesamter Posten sofort deklassiert wurde und in den Futterkanal genommen wurde. Bei einem Landwirt lohnte sich die Anfahrt zur Mühle Rytz nicht und er lieferte an die nächstgelegene Sammelstelle in den Futterkanal. Nur ein Landwirt hatte schönes Erntegut, allerdings mit sehr vielen rötlichen Körnern. Hier schien sich der Sortierungsversuch zu lohnen. Im ersten Durchgang wurden nur fremdes Material und kranke Körner heraussortiert; dann erfolgte eine Sortierung auf rötliche Körner. Da jedoch auch danach immer noch viele rötliche Körner vorhanden waren, wurde noch eine dritte Sortierung vorgenommen. Am Ende waren fast 25 % der Körner aussortiert. Die später gewonnenen Analysenwerte zeigten, dass das Frieda-Erntegut als Ausgangspunkt für die Sortierung einen so unerwartet hohen Alkaloidgehalt hatte, dass

man schon von Bitterlupinen sprechen konnte. Deshalb konnte die Sortierung die Alkaloidgehalte zwar um den Faktor 1,7 verringern, aber die «akzeptierte» Fraktion war immer noch viel zu bitter und musste deklassiert werden. Tabelle 4 fasst das Ergebnis dieser Versuche zusammen.

Es wird beim Vergleich der drei Tabellen 2,3 und 4 deutlich, dass sich die Sortierung nur dann lohnt, wenn die Alkaloidgehalte nicht schon im Bereich von Bitterlupinen sind.

Natürlich drängt sich die Frage auf, wie derart hohe Alkaloidgehalte entstehen konnten. Hierfür ist der Vergleich der Alkaloidgehalte von Saatgut und Erntegut aufschlussreich.

Die bisher analysierten Saatgutmuster wiesen unerwartet hohe Alkaloidgehalte auf. Es fiel auf, dass auch das Saatgut schon reichlich mit «pinkfarbenen» Samen durchsetzt war. Erste Analysenergebnisse zeigen, dass schon im Z-Saatgut vieler Chargen der Sorten Frieda und Celina die empfohlenen Grenzwerte für Alkaloidgehalt um ein Vielfaches überschritten sind (Tab.5). Solange das Ausgangssaatgut nicht dem Grenzwert entspricht, ist es schwierig, den Einfluss von Saatgut und Umwelteinflüssen auf die erhöhten Alkaloidgehalte zu trennen. Weitere Analysenergebnisse stehen noch aus.

Erfreulich waren die Alkaloidgehalte bei jenen teilnehmenden Landwirten, die trotz des Anthraknose-Risikos auf die Sorte Sulimo gesetzt hatten (Tab.6). Von diesen wurde nur in einer Probe der empfohlene Grenzwert für Tierfutter überschritten.

Das Risiko für den Anbau der Sorte Sulimo ist jedoch hoch. Von fünf Landwirten, die mit einem Verarbeiter einen Anbauvertrag abgeschlossen hatten, musste einer schon im Frühjahr aufgrund zu hohen Anthraknosebefalls den Lupinenbestand mulchen, ein zweiter hatte zwar einen schönen Bestand, jedoch keine Hülsen und damit einen totalen Ertragsausfall (Tab. 6).

Die teilnehmenden Landwirte waren sehr motiviert, mit der Lupine eine Kultur auszuprobieren, mit der sie neue Wege gehen können. Auch für 2025 konnte die Mühle Rytz schon sechs Landwirte für Anbauverträge gewinnen. Angestrebt werden wieder Verträge für eine Fläche von 10-12 Hektaren.

Tabelle 4: Ergebnisse der Ernte 2024 basierend auf den Anbauverträgen zwischen Landwirten und Mühle Rytz und des Sortierungsversuchs, jeweils mit der Sorte Frieda

Charge Nr.	Fläche (a)	Ertrag (dt/ha)	Fraktion	Menge bei Rytz (kg)	Probe Nr.	Alkaloidgehalt Probe (mg/kg TS)	Entscheid bei Annahme/Ergebnis
1	100	25.4	unsortiert	2'600	2024_alk_65	6'418	Gesunde Körner → Sortierungsversuch
1a			Akzeptiert (nach drei Durchgängen Sortierung)	2'000	2024_alk_68	3'777	Trotz Sortierung viel zu hoch - deklassiert - Futterkanal
1b			aussortiert	600	2024_alk_69	25'455	Bitterlupinen; interessant für ein anderes Projekt (Legu4Food)
2	300	26.7	unsortiert	8'000	2024_alk_49	Noch nicht analysiert	Mangelnde Korngesundheit, deklassiert - Futterkanal
3	200	9.0	unsortiert	1'700	2024_alk_50	Noch nicht analysiert	Mangelnde Korngesundheit, deklassiert - Futterkanal
4	120	28.33	unsortiert	3'400	2024_alk_51	Noch nicht analysiert	Mangelnde Korngesundheit, deklassiert - Futterkanal
5	90	Kein Erfolg – nicht geliefert	.	.	.	.	.
6	210	Sehr viel Anthraknose, wenig Ertrag	.	.	.	.	Gleich deklassiert

Tabelle 5 : Alkaloidgehalt der bisher analysierten Posten von zertifiziertem Saatgut – und die Alkaloidgehalte in der daraus entstandenen Ernte

Probe Nr.	Ausgangs-Saatgut	Alkaloide im Saatgut (mg/kg)		Probe Nr.	Ernteprobe	Alkaloide im Erntegut (mg/kg)
2024_alk_12	Z-Saatgut Bio Frieda, Ernte 2022	1'631	→	2023_alk_60	Frieda, Leibstadt, Sortenversuch 2023	1'783
				2023_alk_66 2023_alk_67	Frieda Posten, Leibstadt 2023, unsortiert (Ø aus 2 Proben)	3'350
2024_alk_34	Z-Saatgut, Frieda	3'090	→	2024_alk_65	Frieda Posten, Combremont-le-Grand 2024, unsortiert	6'418
2024_alk_15	Z-Saatgut aus Deutschland Feb. 24	1'920	→	2024_alk_88	Frieda, Full-Reuenthal, Sortenversuch 2024	Noch nicht analysiert

Tabelle 6 : Alkaloidgehalte in Ausgangssaatgut und Ernteposten anderer Landwirte

Probe Nr.	Ausgangs-saatgut	Alkaloidgehalt Probe (mg/kg TS)	Sorte		Anbauort	Verwendung	Probe Nr.	Alkaloidgehalt Probe (mg/kg TS)
-----------	------------------	---------------------------------	-------	--	----------	------------	-----------	---------------------------------

2024_alk_33	Aus Frankreich	324	Sulimo	→	Rubigen		2024_alk_36	389
2024_alk_33	Aus Frankreich	324	Sulimo	→	Münsingen		2024_alk_35	407
2024_alk_33	Aus Frankreich	324	Sulimo	→	Steffisburg	Ertragsausfall	.	.
2024_alk_12	Z-Saatgut Bio Frieda, Ernte 2022 aus CH	1'631	Frieda	→	Obersteckholz	Futtermühle	2024_alk_48	Noch nicht analysiert
2024_alk_11	Z-Saatgut Bio Frieda, Ernte 2022 aus CH	1'736	Frieda	→	Regensberg	Hofeigenes Futter	2024_alk_47	Noch nicht analysiert
2024_alk_146	Z-Saatgut aus CH	492	Sulimo	→	Feld Kanton Bern	Vertrag mit Verarbeiter	2024_alk_143	450
2024_alk_146	Z-Saatgut aus CH	492	Sulimo	→	Salvenach		2024_alk_142	381
2024_alk_145	Z-Saatgut aus DE	475	Sulimo	→	Rubigen		2024_alk_141	452
2024_alk_145	Z-Saatgut aus DE	475	Sulimo	→	Münsingen		2024_alk_144	650

Sortenversuch: Hatte man die dichten Bestände des Versuchs im Juni gesehen, so konnte man kaum glauben, wie tief die Erträge mit durchschnittlich 7.6 dt/ha ausgefallen waren. Dies zeigt, wie schwer die Pflanzen mit der Anthraknose zurechtkamen. Es wurden häufig entweder gar keine Hülsen gebildet, oder diese wurden im Laufe des Juli und August von der Anthraknose wieder «aufgefressen» (Abb.4), insbesondere bei den anfälligen älteren Sorten.



Abbildung 4: Parzelle der Sorte Figaro am 18.7.2024 in Full-Reuenthal: dichter, grüner Bestand, aber durch Anthraknose nur verkümmerte Hülsen – kein Ertrag

Die beiden resistenten Sorten Frieda und Celina brachten in Full-Reuenthal 15,5 dt/ha, in Feldbach immerhin noch 19.5 dt/ha. Die Resistenz gegen Anthraknose erwies sich wie in den vorhergegangenen Jahren als entscheidend, um überhaupt noch etwas ernten zu können (Abb. 5). Im fünfjährigen Mittel sind die Erträge der beiden resistenten Sorten 2,5-mal höher als die der älteren Sorten. Unterschiede zwischen den älteren Sorten existieren in einzelnen Jahren, nivellieren sich jedoch im mehrjährigen Vergleich, wie Abb. 6 zeigt. Der FiBL-Zuchtstamm 141 erreichte mit ungefähr 10 dt/ha den langjährigen Mittelwert der älteren Sorten. Dieses Ergebnis leidet jedoch darunter, dass es bei diesem Zuchtstamm aufgrund von Saatgutmangel keine dritte Wiederholung gab.

Auf Abb.5 sind auch die Alkaloidgehalte des für den Sortenversuch verwendeten Saatgutes aufgeführt. Sie wurden 2024 zum ersten Mal analysiert – bisher waren wir davon ausgegangen, dass zertifiziertes Saatgut alkaloidfrei oder zumindest alkaloidarm ist (Sprachgebrauch der Züchter: alkaloidfrei = < 200 mg/kg Gehalt; alkaloidarm = <500 mg/kg (Böhme et al 2017)).

Deutlich ist, dass neue, anthraknoseresistente und alkaloidarme Sorten dringend erwartet werden. FiBL und gzkp werden 2025 8-9 neue Zuchtstämme in Mini-Plots an zwei Standorten testen. 2023 war dies schon mit guten Resultaten erfolgt; allerdings waren die Zuchtstämme noch nicht einheitlich genug gewesen, weswegen 2024

nochmals auf Einzelpflanzen-Nachkommenschaften zurückgegriffen wurde. Von den jetzt vorhandenen Zuchtstämmen erwarten wir für Herbst 2025 die ersten Ertragsschätzungen mit Alkaloidanalysen.

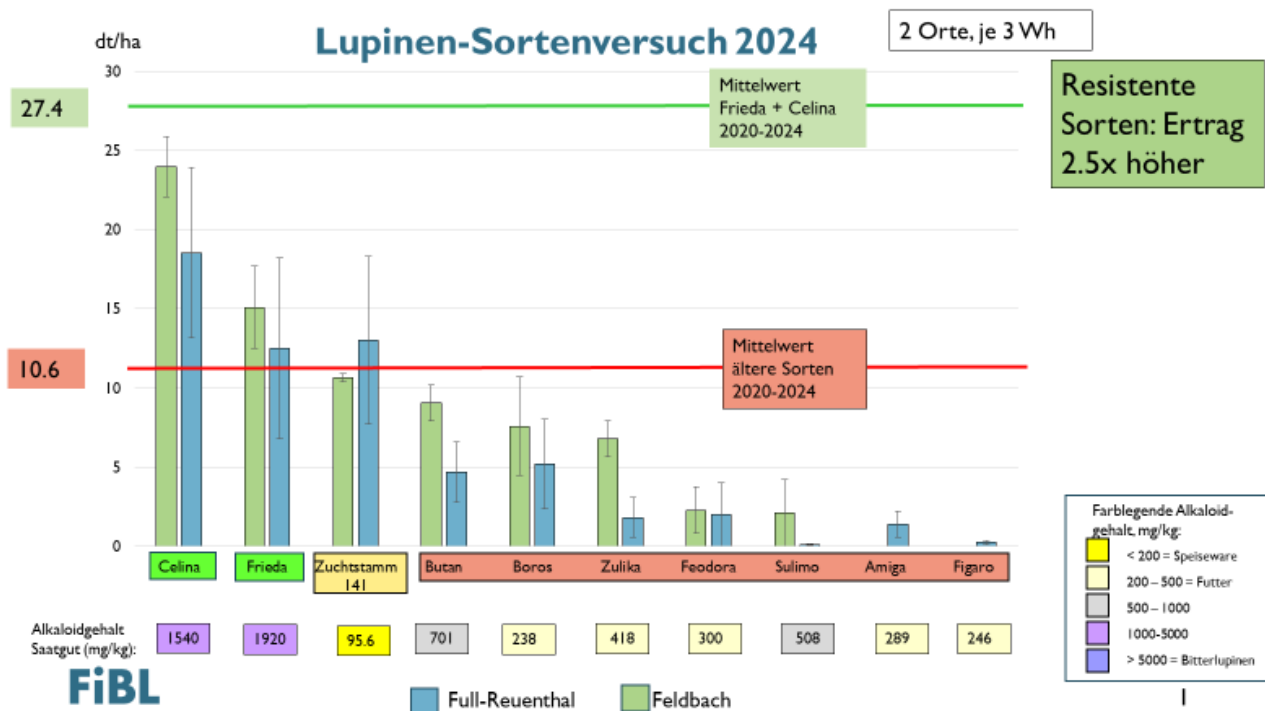
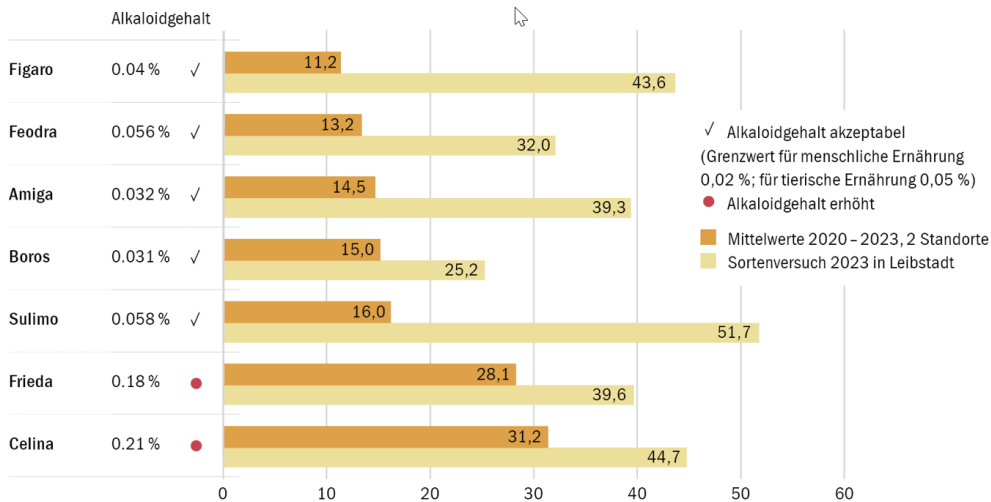


Abbildung 5: Erträge im Lupinensortenversuch 2024 in Full-Reuenthal und Feldbach im Vergleich zum 5-jährigen Mittel, und Alkaloidgehalte des verwendeten Saatgutes. Die meisten Sorten hatten alkaloidarmes Saatgut, nur bei Sulimo und Butan waren die Gehalte über dem empfohlenen Futter-Grenzwert; nicht vergleichbar jedoch mit den 7-10-fach überhöhten Gehalten bei den Sorten Frieda und Celina. Das Saatgut des FiBL-Zuchtstamms hatte erfreulicherweise mit nur 95,6 mg/kg die tiefsten Alkaloidgehalte. Das Erntegut der Versuche ist noch nicht analysiert.

Mittlere Erträge in den Sortenversuchen Weisse Lupine

Ertrag in dt/ha



Die Sorten Frieda und Celina liegen bei einem guten Ertrag von 28 bis 31 Dezitonnen pro Hektar, haben jedoch oft deutlich zu hohe Alkaloidgehalte.

Abbildung 6: Mittlere Erträge einzelner Sorten in den Lupinen-Sortenversuchen 2020-2023, Grafik im Bioaktuell I/24

5. Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Farbausleser -Versuche und Vernetzung

Eine mit 3350 mg/kg Alkaloiden hoch belastete Charge Lupinensamen konnte in zwei Durchgängen mit dem kalibrierten Farbausleser bis fast unter den empfohlenen Grenzwert für Futtermittel veredelt werden. Dabei wurden ca. 75 % gute Lupinen aussortiert, ca. 20 % gelangten in den Futtermittelkanal. Dieses Ergebnis wurde von Mühle Rytz als an der Grenze der Wirtschaftlichkeit bezeichnet. Bei der zweiten, mit 6418 mg/kg fast doppelt so hoch belasteten Charge konnte in drei Durchläufen der Alkaloidgehalt fast halbiert werden – jedoch wurden dabei ca. 25 % der Lupinen aussortiert, der resultierende Posten war immer noch hoch belastet und die Auslese somit nicht mehr sinnvoll bzw. nicht wirtschaftlich.

Es zeigte sich, dass der Alkaloidgehalt des Saatgutes der entscheidende Faktor für den Alkaloidgehalt des Erntegutes war und dass es erst sinnvoll ist, nach Umweltwirkungen zu fragen, wenn von einwandfrei alkaloidarmem Saatgut ausgegangen werden kann.

Gemeinsam mit der Mühle Rytz schlagen wir daher vor, den Produzenten für die Anbauverträge 2025 die Wahl zu lassen: Produzenten, die 2024 keine Probleme mit Anthraknose hatten (trockenere, windigere Standorte), könnten den Anbau der Sorte Sulimo versuchen (Risiko von Anthraknose – und wenn der Anbau gelingt, ist die

Aussicht auf tiefe Alkaloidgehalte gut), die anderen könnten es wieder mit Frieda versuchen, auf die Gefahr hin, dass die Alkaloidgehalte so hoch sind, dass sich die Farbsortierung nicht lohnt. In dem Fall empfiehlt es sich, bereits im Winter die Lieferanten des Z-Saatguts zu konsultieren. Es sollten direkt nach der Ablieferung in der Sammelstelle sehr schnell Proben gezogen und Analysen gemacht werden (nur von Posten, die nicht zu stark durch Unkraut verunreinigt sind). Ein Grenzwert für den Einsatz des Farbauslesers könnte ein Alkaloidgehalt von 3000 mg/kg sein.

Trotz des bescheidenen Erfolges mit der Sortierung im ersten Projektjahr und der für Lupinen schwierigen Witterung sind einige Landwirte weiterhin motiviert, mit Lupinen zu arbeiten, und das Netzwerk entwickelt sich.

Sortenversuche

In den Jahren 2023 und 2024 hatten die Landwirte die Wahl zwischen resistenten Sorten, die im Alkaloidgehalt die empfohlenen Grenzwerte um ein Vielfaches überschreiten, und zwischen anfälligen Sorten, die akzeptierbare Alkaloidgehalte haben. Nach jetzigem Stand des Wissens können wir die Sorten Frieda und Celina aufgrund der erhöhten Alkaloidwerte im Z-Saatgut nur bedingt und nicht ohne die Anwendung eines Farbsortierers empfehlen.

Der langjährige Vergleich zeigt, dass bei geringem Krankheitsdruck unter den älteren Sorten die Sorte Sulimo die besten Erträge bringt – 2024 jedoch erlitt sie auf mehreren Standorten und auch in unseren Sortenversuchen einen Zusammenbruch.

Bis eine Verbesserung des Sortenangebots und der Z-Saatgutqualität erreicht ist, was sicher in einigen Jahren der Fall sein wird, empfehlen wir zurzeit eher, auf den Anbau der Blauen Lupine auszuweichen. Die Blaue Lupine ist toleranter gegenüber der Anthraknose als die Weisse Lupine und es gibt ein paar stabil süsse Sorten aus Polen, die wir bezüglich Alkaloidgehalt empfehlen können: Jowisz, Homer, Regent und Roland. Allerdings sind diese Sorten deutlich weniger wüchsig als die bekannte Sorte Boregine und es braucht für ihren Anbau ein sorgfältiges Unkrautmanagement.

6. Literatur

Christine Arncken und Mariateresa Lazzaro, FiBL; Miriam Kamp und Sebastian Kussmann, gzkp (2024): Verbesserte Resistenz aber erhöhter Alkaloidgehalt bei Weissen Lupinen. Bio Aktuell 1/2024, 12-13.

Christine Arncken, Seraina Vonzun, Matthias Klaiss, Marina Wendling, Mathias Christen, Mariateresa Lazzaro, Monika Messmer (2024): Lupinen im Vergleich mit anderen KöLe: Wirtschaftlichkeit, standortangepasste Produktion. Präsentation auf der FiBL-Arenenberg-Tagung «Sorten und Anbautechniken im Ackerbau» in Agroscope Tänikon, Aadorf, TG, 24.01.2024.

Christine Arncken (2024): Lupinen für die Zukunft. Forschung kompakt, Die Grüne 11/2024, 2.

Christine Arncken, Ludivine Nicod, _András Patyi, Michael Schneider, Ursula Kretzschmar, Ivriana Brändle (FiBL), Miriam Kamp, Sebastian Kussmann (gzpk), Mariateresa Lazzaro (FiBL): Lupinenprojekte LUPINNO SUISSE, LupiSweet und Legu4Foods. Präsentation an der 4. Protein Power Fachtagung am Strickhof, Lindau ZH, 29. November 2024

7. Danksagung

Unser herzlicher Dank gilt allen Produzenten, die bereit waren, Proben und Daten von ihrer Lupinenernte sowie dem von ihnen verwendeten Saatgut bereitzustellen.

Weiterhin möchten wir René Stefani danken, dass wir auf seinem Betrieb die Lupinen-Sortenversuche durchführen durften.

Florian Tröber und Adrian Lustenberger unterstützten uns mit ihrem technischen Sachverstand bei der Aussaat, Pflege und Ernte der Lupinen.

Johanna Würtz, Oskar Schleiss, David Ziva Stetter und Eugenio Borgo unterstützten uns bei den Aussaatvorbereitungen und Felderhebungen.