



Zwischenbericht 2021

Aufbau eines Pilotbetriebsnetzes Permakultur und Agroforst

Tobias Messmer
Hans Ramseier

Im Februar 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Übersicht Projektstand	4
	2.1 Stand der Aktivitäten	4
3	Material und Methoden	5
	3.1 Pilotbetriebe	5
	3.2 Bodenmonitoring	7
	3.3 Bestäuberinsekten und Nützlinge	8
	3.4 Laufkäfer	8
	3.5 Kategorisierung der Untersuchungsflächen	9
4	Ergebnisse	10
	4.1 Resultate und Diskussion	10
	4.1.1 Bodenproben 2020	10
	4.1.2 Bestäuber und Nützlinge 2020/2021	12
	4.1.3 Laufkäfer 2020/2021	14
	4.2 Zusammenfassung	20
5	Wirtschaftlichkeit	21
	5.1 Datenerhebung 2020	21
6	Wissenstransfer und Ausbildung	21
7	Ausblick	21
8	Danksagung	22
9	Literatur	23

1 Einleitung

Die Land- und Ernährungswirtschaft steht vor grossen Herausforderungen. Gemäss FAO (2017) wird die Weltbevölkerung bis 2050 auf fast 10 Milliarden anwachsen. Die Situation wird verschärft durch das erwartete Einkommenswachstum in Ländern mit niedrigen und mittleren Einkommen, indem die Ernährung in Richtung eines höheren Fleischkonsums, aber auch von Obst -und Gemüse geht. Die FAO schätzt deshalb, dass die landwirtschaftliche Produktion im Vergleich zu 2013 um rund 50% ansteigen muss (edb.). Weltweit nimmt die Ackerfläche ab. Gemäss einer Einschätzung des Umweltbundesamtes in Deutschland (2015) gehen jährlich 10 Millionen Hektaren Ackerland verloren und ein Viertel der globalen Bodenfläche enthält heute deutlich weniger Humus und Nährstoffe als vor 25 Jahren oder lässt sich gar nicht mehr als Ackerland nutzen (edb.). Weiter ist ein dramatischer Rückgang fliegender Insekten zu beobachten, zu denen zahlreiche Bestäuber und Nützlinge gehören, von welchen die landwirtschaftliche Produktion in grossem Masse abhängig ist (Hallmann et al. 2017). Auch die Laufkäfer, von welchen viele Arten räuberisch leben und Schadinsekten wie Schnecken, Blattläuse oder Kohlweisslingslarven vertilgen, sind zunehmend in Bedrängnis. Ursachen hierfür sind grossflächig ausgeräumte landwirtschaftliche Nutzflächen, sowie der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in den landwirtschaftlichen Reinkulturen (ebd.). Verbliebende Habitate könnten zu isoliert, fragmentiert oder zu wenig komplex sein, als dass Nützlinge in genügender Anzahl vorkommen und sich verbreiten können. Somit findet nur noch eine geringe natürliche Schädlingsregulierung statt.

All die genannten Faktoren haben weitreichende Folgen für die Landwirtschaft und unsere Ernährung. Es müssen mehr Nahrungsmittel auf kleinerer Fläche produziert werden, oft hört man den Begriff von «Ökologischer Intensivierung». Weltweit ist ein Trend hin zur Spezialisierung und grossen Agrokomplexen zu beobachten. Die Arbeitsproduktivität steigt und Anbausysteme werden weit vereinfacht bis hin zu Monokulturen. Um solche Systeme aufrecht zu erhalten, braucht es hohe Inputs an Dünger, Pflanzenschutz und Wasser. Diese Entwicklung ist kurzfristig möglicherweise zwar lohnend und kommt der Forderung nach billigen Nahrungsmitteln nach, längerfristig betrachtet aber sicher nicht nachhaltig. Ein Ansatz, mehr Nahrungs- und Futtermittel auf der vorhandenen Fläche zu produzieren und gleichzeitig den Einsatz von Hilfsstoffen zu minimieren, sind Permakultur- und Agroforstsysteme. Dieser Entwicklung darf sich die Schweiz nicht entziehen. Auch in der Schweiz müssen für die Zukunft ressourcenschonendere Systeme entwickelt und umgesetzt werden, und Permakultur ist ein solcher möglicher Ansatz.

In der Permakultur werden Produktionssysteme in der Form von Agrarökosystemen geschaffen, welche sich selbst regulieren, nur wenig Input von aussen verlangen und trotzdem hohe Erträge abwerfen. Dabei werden möglichst lokale Ressourcen so genutzt, dass die Systeme langfristig funktionsfähig bleiben (Mollison 2017). Weltweit gewinnt der Ansatz der Permakultur (PK) an Bekanntheit und wird in Gärten und auf Landwirtschaftsflächen erprobt. Auch hiesige Pionierbetriebe planen auf ihren Anbauflächen Permakultursysteme oder bewirtschaften bestehende Permakulturflächen seit mehreren Jahren erfolgreich. Die Fachgruppe «Pflanzenschutz und Agrarökologie» der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) begleitet seit Beginn des Jahres 2020 eine Gruppe ebendieser Betriebe. Ziel ist es, bei der Planung und Umsetzung der Permakultursysteme eine beratende Rolle zu übernehmen, sowie die Auswirkungen der Permakultur auf die Umwelt, sowie die Wirtschaftlichkeit der

Betriebe zu untersuchen. Der vorliegende Zwischenbericht soll Aufschluss geben über den aktuellen Projektstand, vorliegende Resultate und das weitere Vorgehen.

2 Übersicht Projektstand

Im folgenden Kapitel wird der aktuelle Projektstand dargelegt und rekapituliert, inwiefern die zu Projektbeginn gesteckten Ziele realisiert werden konnten. Anschliessend werden die Ergebnisse der letztjährigen Untersuchungen vorgestellt und besondere Resultate diskutiert.

2.1 Stand der Aktivitäten

In der folgenden Tabelle ist der Stand der verschiedenen Aktivitäten aufgeführt.

Tabelle 1 : Stand der Aktivitäten je Themengebiet. ■ = Ziel erreicht; ■ = in Bearbeitung; ■ = Ziel nicht erreicht

Arbeitspakete / Themengebiete	Geschätzte Stunden	Termine	2020				2021				2022				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
			Quartal				Quartal				Quartal				
1 Grundlagen, Beratung, Planung															
1.1	Anfragen potenzielle Pilotbetriebe	10	31.03.2020	■											
1.2	Festlegung des definitiven Umfangs für das 1. Jahr	10	31.03.2020	■											
1.3	Beratung und Planung Einführung PK-Elemente	120	31.06.2020	■	■			■							
2 Erhebung IST-Zustand															
2.1	Festlegen der Messpunkte resp. der Aufnahmeflächen	40	31.03.2020	■				■							
2.2	Aufnahme der Umgebung	20	30.06.2020	■	■			■	■					■	
2.3	Auswertung der Aufnahmen	25	30.09.2020		■	■				■				■	■
3 Bodenuntersuchungen															
3.1	Bodenstruktur	100	30.06.2020/22		■				■	■				■	
3.2	Bestimmen des organischen Kohlenstoffes	20	30.06.2020/22		■				■	■				■	
3.3	Bestimmen des pH-Wertes	20	30.06.2020/22		■				■	■				■	
3.4	Biologische Aktivität	60	30.06.2020/21/22		■				■	■				■	
3.5	Auswertung Bodenuntersuchungen	20	30.11.2020/21/22			■	■					■		■	
4 Biodiversität															
4.1	Laufkäfer fangen	54	2mal/Jahr		■	■			■	■				■	■
4.2	Bestäuberinsekten und Nützlinge erheben	35	3mal/Jahr		■	■			■	■				■	■
4.3	Bestäuberinsekten auszählen und bestimmen	135	31.10.2020/21/22			■	■			■	■			■	■
4.4	Auswertung Biodiversitätsparameter	30	15.12.2020/21/22				■			■	■			■	■
5 Wirtschaftlichkeit															
5.1	Vorbereitungsarbeiten für standardisierte Aufzeichnungen	15	31.03.2020	■											
5.2	Auswertung Wirtschaftlichkeit	40	Dez.-Jan. 20/21/22			■	■				■	■		■	
6 Wissenstransfer															
6.1	Erarbeitung eines Grobkonzeptes Wissenstransfer	10	30.04.2020		■										
6.2	Wissenstransfer innerhalb des Pilotbetriebsnetzes	30	2-3 Verant./Jahr		■	■			■	■				■	■
6.3	Wissenstransfer ausserhalb des Pilotbetriebsnetzes	30	5-6 Verant./Jahr		■	■			■	■				■	■
7 Berichterstattung															
7.1	Erarbeitung Zwischenbericht	15	31.12.2020/21				■				■	■			
7.2	Erarbeitung Schlussbericht	25	31.12.2022											■	
8 Projektmanagement															
8.1	Projektmanagement und -monitoring	18	fortlaufend	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
8.2	Projektorganisation, Arbeitsteilung, Kontakte Partner	9	fortlaufend	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
8.3	Projektbegleitung (Organisation, Durchführung, Protokoll), 9 Sitzungen à 2h Dauer	30		■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■

In einigen Gebieten wurden die gesteckten Ziele nicht oder nur teilweise erreicht:

1.3: Beratung und Planung Einführung PK-Elemente: die Planungen geschehen fortlaufend. Im Jahr 2021 wurde auf dem Betrieb Paradies eine Beratung zur Umgestaltung der alten Obstbaumanlage hin zu einem

Permakultursystem gegeben. Auch auf dem Betrieb Luginbühl haben 2021 regelmässig Beratungen stattgefunden.

2.1-2.3: Messpunkte und Aufnahmeflächen wurden auf allen Betrieben festgelegt beziehungsweise angepasst. So wurden Kescherstrecken und Barberfallen 2021 im Gegensatz zu 2020 nicht mehr beprobt, um Ressourcen zu sparen. Für die Aufnahme der Umgebung blieb in der Saison 2021 keine Kapazität. Dies muss 2022 erledigt werden.

3.1-3.5: Bodenuntersuchungen konnten 2021 keine durchgeführt werden, durch dauerhafte Knieprobleme bei Tobias Messmer.

4.3-4.4: Die Bestimmung und Auswertung der Insekten sind am Laufen. Die Artbestimmung der Laufkäfer 2020 ist weitgehend abgeschlossen. Hier kam es zu Verzögerungen durch eine Erkrankung der Masterstudentin Sara Gasser. Der dadurch entstandene Rückstand wird momentan aufgearbeitet. Die Artbestimmung der Laufkäfer 2021 ist noch nicht abgeschlossen und kann in diesem Zwischenbericht nicht vorgestellt werden.

5.2: Die Auswertungen zur Wirtschaftlichkeit sind noch in Bearbeitung. Diese gestaltet sich schwierig, da die meisten Betriebe in der Aufbauphase sind und somit noch keine verlässlichen Daten zur Wirtschaftlichkeit liefern können.

6.1-6.3: Durch die Covid 19-Pandemie wurden bis jetzt keine Austauschtreffen durchgeführt. Das Projekt wurde am Medienanlass der HAFL zur Permakultur vorgestellt. Zahlreiche Medien haben daraufhin über die HAFL und ihre Tätigkeit im Bereich der Permakultur berichtet.

3 Material und Methoden

3.1 Pilotbetriebe

Seit Beginn des Projektes konnte ein Netzwerk von 11 Pilotbetrieben aufgebaut werden. Im Jahr 2021 wurden die Betriebe Farngut in Grossaffoltern (BE) und die Genossenschaft Kirschblüten in Lüsslingen (BE) neu in das Netzwerk aufgenommen. Die Abbildung 1 gibt einen Überblick über die geographische Lage der Betriebe.



Abbildung 1 : Lage der Pilotbetriebe im Projekt «Aufbau eines Pilotbetriebsnetzes Permakultur und Agroforst», Stand 02.2021.

Landschaftstypologisch liegen die Betriebe Luginbühl, Tannacker und Auenhof in der futterbaugeprägten Hügellandschaft des Mittellandes, die Betriebe König, Farngut, Paradies und die Genossenschaft Kirschblüten in der ackerbaugeprägten Hügellandschaft des Mittellandes, der Betrieb Gassner im

Tabelle 2 : Pilotbetriebe, vorhandene PK-Elemente und Referenzflächen.

Nr.		Vorhandene PK-Elemente (<i>Jahr der Entstehung</i>)	Referenzflächen
1	Biohof Tannacker	Kleinflächige Mischkultur	Extensivwiese
		Grossflächige Mischkultur	Diverse Ackerkulturen
		Haselnuss- und Beerenhain	
		Wildobsthecke	
2	Betrieb Gassner	Waldgartensystem (2016)	Diverse Ackerkulturen
		Agroforst (2019)	
3	Königs Biohof	Obstbaumanlage (ab 2020)	Diverse Ackerkulturen
4	Biohof Horbermatt	Waldgartensystem (ab 2020)	Weide
5	Hof Muriboden	In Planung	
6	Betrieb Luginbühl	Geplante Permakulturfläche mit Obstbäumen, Wildobst und Gemüse in Reihenmischkultur	Diverse Acker- und Gemüsekulturen
7	Paradieshof	Alte Obstbaumanlage wird diversifiziert (ab 2020)	
8	Betrieb Kestenholz	Teichanlage mit diversen Obstbäumen und Beerenobst (2016)	Diverse Ackerkulturen
		Agroforst (2019)	
9	Permakultur Auenhof	Diverse Mischkultur-Obst- und Beerenanlagen (ab 2020)	Wiese
		Agroforst (ab 2020)	
		Kräuterbeete (ab 2020)	
		Wildhecke (ab 2020)	
10	Farngut	Agroforst (ab 2020)	Diverse Ackerkulturen
11	Genossenschaft Kirschblüte	Mischkultur: Obst- und Beerenanlagen, ein- und mehrjähriges Gemüse (ab 2020)	Gemüseflächen in Reinkultur

Übergang von Siedlungslandschaft zur ackerbaugeprägten Hügellandschaft des Mittellandes und die Betriebe Kestenholz und Horbermatt in der stark geformten Hügellandschaft des Mittellandes. Die ackerbaugeprägten und die futterbaugeprägten Hügellandschaften des Mittellandes zeichnen sich durch

eine Hügellandschaft mit glazialen Formen und Hangneigungen von meist über 10% aus. Die Form der Landwirtschaft ist jeweils intensiv mit den jeweiligen Schwerpunkten Acker- beziehungsweise Futterbau. Die stark geformte Hügellandschaft des Mittellandes ist gekennzeichnet durch ein kleinräumig stark ausgeprägtes Relief und ein mosaikartiges Landnutzungsmusters mit vor allem Futterbau und Heimweiden (BAFU, 2011). Sowohl topographisch und klimatisch als auch betreffend der landwirtschaftlichen Intensität in ihrer Umgebung decken die Betriebe daher ein breites Spektrum ab. Alle Betriebe sind entweder zertifizierte Biobetriebe oder wirtschaften nach den BioSuisse-Richtlinien, die auf den Betrieben als Mindestanforderung angesehen werden. Hauptsächlich Ackerbau betreiben Farngut, Gassner, Horbermatt, Kestenholz, König und Paradies, Gemüsebau die Genossenschaft Kirschblüte, Luginbühl und Tannacker. Die Betriebe Horbermatt und König sind auch im Futterbau tätig. Der Auenhof wird seit 2020 zu einem Lern- und Demonstrationshof für Permakultur umgestaltet, auf dem verschiedene Permakultur-Elemente, wie Waldgärten oder Agroforst, etabliert werden. In Tabelle 2 sind die PK-Elemente der Betriebe aufgelistet. Um beurteilen zu können, ob sich die Entwicklung der jeweils untersuchten Parameter mit dem Vorhandensein der PK-Elemente begründen lässt, wurden auf allen Betrieben Referenz- oder Vergleichsflächen gewählt, welche entweder als Wiese, Weide oder als Fruchtfolgefläche (FFF) bewirtschaftet werden. Als Waldgarten werden im folgenden Anlagen bezeichnet, die eine Mischung aus (Obst-)bäumen, Beerenobst und Unterkulturen, wie beispielsweise Gemüse, Stauden, Pilzen, bodendeckende Pflanzen und/oder Kletterpflanzen, aufweisen. Unter dem Begriff Agroforst werden Anlagen verstanden, in denen Ackerkulturen in Fruchtfolge zwischen Baumreihen angebaut werden, die aus Wildobst, Wertholzbäumen und/oder stickstoffbindenden Baumarten bestehen.

Die einzelnen Standorte des Insektenmonitorings (Kescherstrecken (K) und Barberfallen (B)) und des Bodenmonitorings (Bodenproben (P) und Bait Lamina (BL)) auf den einzelnen Flächen der Betriebe befinden sich als Karte im Anhang 1 und tabellarisch in Anhang 2. Aufgelistet sind im Anhang 2 ebenfalls die Grössen der einzelnen Flächen in m², die untersuchten Elemente, sowie Angaben zu den Kulturen auf den Fruchtfolgeflächen in den Jahre 2020 und 2021, die als Vergleichsflächen dienen.

3.2 Bodenmonitoring

Auf den Betrieben wurden Spatenproben auf den Permakulturflächen und jeweiligen Referenzflächen genommen und die Parameter Festigkeit der Bodenstruktur, Aggregatform und -grösse, Porosität, Farbe und Geruch, Durchwurzelung, Anzahl der Regenwürmer und Bodenfeuchte sowie mittels Fühlprobe die Bodenart für jeden Horizont erfasst. Mit der Aufnahme dieser Parameter auf den Permakulturfläche im frühen Stadium der veränderten Bearbeitung soll der ursprüngliche Zustand des Bodens abgebildet werden. Durch die weitere Erhebung in den folgenden Jahren soll so die Wirkung der veränderten Bearbeitung auf die oben genannten Bodenparameter festgestellt werden. Zum Vergleich werden die gleichen Parameter auf Referenzflächen aufgenommen.

Bei der Spatenprobe wird mit einem Spaten (idealerweise 45 Zentimeter lang) eine kleine Grube von 70 cm Länge, 40 cm Breite und 40 cm Tiefe ausgehoben. Man gräbt von zwei Seiten und achtet darauf, dass auf der einen Seite der Boden durch den Spaten nicht gepresst wird. Dort sticht man am Schluss eine zirka 10 cm dicke Erdscheibe heraus, die daraufhin auf die oben genannten Parameter hin untersucht wird.

Anschliessend werden mit einem Bodenbohrer («Holländer») an verschiedenen Stellen um die Profilgrube horizontweise Proben entnommen, in Plastikbeutel verpackt und ins Labor gebracht. Dort werden die Proben luftgetrocknet und zur weiteren Bearbeitung aufbewahrt.

Im Labor für Boden und Umwelttechnik (Ibu) in 3602 Thun wurden an den Proben folgende Parameter nach den Referenzmethoden der Agroscope erhoben (Flisch et al. 2017): pH-Wert, Humusgehalt, die pflanzenverfügbare Nährstoffe Ca, Mg, K, P, die potentielle Kationenaustauschkapazität, sowie der Gesamtgehalt an Ca, Mg, K, P, Al, Fe.

Zur Bestimmung der mikrobiellen Aktivität im Boden wurden Bait Lamina-Stäbchen verwendet. Diese sind 15 cm lang und haben 16 Löcher, in welche eine Masse auf Cellulose-Basis gestrichen wird. Für die Beprobung werden 16 dieser Stäbchen im Abstand von 5 cm zueinander mithilfe eines flachen Stahl-Stechgerät in den Boden gesteckt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Boden weder zu trocken noch nass ist. Nach 14 Tagen werden die Stäbchen entfernt und die leeren Löcher gezählt. Ganz ausgefressene Löcher werden mit 2 Punkten, halb ausgefressene mit 1 Punkt und nicht ausgefressene mit 0 Punkten bewertet. Je höher die Punktzahl pro Stäbchen und im Durchschnitt aller 16 Stäbchen, desto höher ist die bodenmikrobielle Aktivität zu bewerten. Diese Bait Lamina-Beprobung wurde auf Permakultur-, Agroforst- oder Gemüseflächen in Mischkultur und auf jeweiligen Referenzstandorten durchgeführt. Die Auswertung ist noch nicht abgeschlossen, weshalb die Ergebnisse in diesem Bericht nicht vorgestellt werden.

3.3 Bestäuberinsekten und Nützlinge

Auf den Betrieben wurden jeweils Flächen festgelegt, welche mit Hilfe der Keschnetze beprobt werden sollten. Es wurden Flächen gewählt, auf welchen bereits PK-Elemente bestehen oder solche geplant sind. Ergänzend wurden auf allen Betrieben Referenzflächen zum Vergleich gewählt (Tabelle 2). Die Beprobungen wurden im Jahr 2021 während der Hauptaktivität der Insekten von Juni bis September dreimal wiederholt.

Bei jeder Beprobung werden 50 Kescherschläge bei «Flugwetter» für Insekten gemacht (Wind < 15 km/h, Temperatur 20-30 °C). Nach dem letzten Schlag wird das Netz verschlossen und in einer Kühlbox aufbewahrt. Bei Ankunft im Labor werden die Insekten eingefroren und fortlaufend sortiert. Dabei werden unterschiedliche Arthropoden-Gruppen erfasst, die sich in ihrer Bedeutung als Bestäuber und natürliche Feinde von Schädlingen unterscheiden. Eingeteilt wird in folgende taxonomische Gruppen: Honigbienen, Hummeln, übrige Wildbienen, Raubwanzen, Schwebfliegen, Schlupfwespen, Marienkäfer, Weichkäfer, Kurzflügler, Florfliegen, Raubfliegen, Spinnen, Ameisen und übrige Zweiflügler. Die restlichen Arthropoden wie etwa Schmetterlinge oder Wespen werden nicht besonders kategorisiert.

Die Individuen werden gruppenweise ausgezählt und anschliessend im Gefrierschrank gelagert, sodass das Probenmaterial bei Bedarf zur Vertiefung der Fragestellungen weiterverwendet werden kann. Die Witterung 2021 gab nur wenige Fenster frei, in denen Flugwetter herrschte. Daher wurde 2021 zum Teil bei eher ungünstigen Bedingungen gekeschert.

3.4 Laufkäfer

Für die Laufkäferfänge wurde für die Wahl der Fallenstandorte analog den Kescherfängen vorgegangen. Die Beprobungen mit den Barberfallen wurde 2021 während der Hauptaktivität der Käfer von Juni bis August zweimal wiederholt.

Zum Aufstellen einer Barberfalle werden Plastikbecher am gewünschten Standort im Boden versenkt, sodass der Becherrand möglichst bündig mit der Bodenoberfläche ist. Der Becher wird mit ein bis zwei Dezilitern Koservierungsflüssigkeit (2 Teile Propylenglykol und einem Teil Wasser gemischt) gefüllt. Die Falle wird mit einem kleinen Dach versehen, damit diese bei Regen nicht überläuft. Die Barberfallen werden jeweils nach 14 Tagen geleert, der Inhalt anschliessend im Labor sortiert. Dabei werden die Anzahl Individuen der taxonomischen Gruppen der Laufkäfer gezählt und erfasst. Die Laufkäfer der Saison 2021 wurden von einem Spezialisten bis auf Artniveau bestimmt.

Es kommt manchmal vor, dass die Barberfallen von Haus- oder Wildtieren ausgegraben werden. Je nach zu erwartender Witterung und zeitlichen Ressourcen werden die Fallen nochmals eingegraben und die Probenahme wiederholt. Bei ungünstigen Bedingungen und Zeitknappheit kann daher eine Datenlücke entstehen.

3.5 Kategorisierung der Untersuchungsflächen

Mit dem Monitoring der Insekten soll untersucht werden, wie sich eine Bewirtschaftung nach den Prinzipien der Permakultur und dadurch entstehende Strukturen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen auf die Population verschiedener Insektengruppen (Artenzahl, Individuenzahl, Zusammensetzung der Population) auswirkt. Um nicht nur die einzelnen Betriebe zu bewerten, sondern eine Synthese über die vorhandenen Strukturen herstellen zu können, ist es notwendig vergleichbare Kategorien zu schaffen. Diese können im Anschluss auch statistisch beurteilt werden. Kategorien sind in aller Regel standardisiert, um dies gewährleisten zu können. Im Falle dieser Arbeit ist dies nicht einfach, da die einzelnen Betriebe ihre Permakultursysteme mit verschiedenen Elementen individuell gestaltet haben. Zusätzlich erschwert die Lage der Betriebe einen direkten Vergleich. Sie liegen geographisch zum Teil weit auseinander, was sich unter anderem in der landschaftstypologischen Einteilung in drei verschiedene Einheiten (ackerbaugeprägte und futterbaugeprägte Hügellandschaften des Mittellandes, sowie stark geformte Hügellandschaft des Mittellandes) ausdrückt. Somit ergeben sich klimatische und topographische Unterschiede. Trotzdem wird der Versuch gemacht Kategorien zu bilden, die in sich möglichst einheitlich und untereinander möglichst verschieden sind, um zu einer Bewertung der Elemente zu gelangen. Im Folgenden werden die Kategorien kurz vorgestellt:

- **Agroforst/Wiese und Agroforst/FFF:** Bei dieser Kategorie stehen Baumreihen in der Art des «Alley cropping» entweder entlang einer Wiese oder einer Fruchtfolgefläche. Die Zusammensetzung der Baumarten in der Reihe variiert hierbei von Obstbäumen, Wildobst oder Pioniergehölzen, die zum Teil Stickstoff aus der Atmosphäre binden können. Diese Elemente befinden sich auf den Betrieben Auenhof, Gassner, Kestenholz, Farngut und Genossenschaft Kirschblüten.
- **Extensivwiese:** In diese Kategorie fallen Wiesen, die nach den Vorgaben der Agridea entweder Qualitätsstufe 1 oder 2 haben und dementsprechend bewirtschaftet werden. Extensivwiesen sind auf folgenden Betrieben zu finden: Auenhof, Horbermatt, Farngut, Genossenschaft Kirschblüten, Tannacker.
- **Fruchtfolgeflächen (FFF):** Dies sind «ackerfähige» landwirtschaftliche Nutzflächen, also Ackerland, Kunstwiesen und ackerfähige Naturwiesen, und werden auf den Betrieben selbst biologisch bewirtschaftet. Die Referenzfläche beim Betrieb Tannacker wird jedoch konventionell

(nach ÖLN-Vorgaben) bewirtschaftet. In diesem Projekt werden ausschliesslich Ackerland und Kunstwiesen als Fruchtfolgeflächen bezeichnet. Sie dienen als Vergleichsflächen zu den anderen strukturreicheren Elementen auf den Betrieben. Bis auf den Auenhof sind FFF auf allen Betrieben vorhanden.

- **Gemüseflächen:** Hier werden meist in Reihemischkultur Gemüse und Kräuter angebaut. Dieses Element befindet sich bei den Betrieben Auenhof, Farngut, Luginbühl, Kestenholz und Tannacker.
- **Hecke/Gemüsefläche/Weide/Wiese:** Hier grenzt eine Hecke unterschiedlicher Qualität jeweils an eine Fruchtfolgefläche, Gemüsefläche, Weide oder Wiese. Auf den Betrieben Auenhof, Horbermatt und Tannacker ist dieses Element vorhanden.
- **Permakultur:** Dies ist diejenige Kategorie, die am weitesten gefasst und in ihrer Gestaltung am variabelsten ist. Hierunter verstehen wir Flächen, auf welchen ein- und mehrjährige Pflanzen in Mischkultur angebaut werden. Hierzu zählen Baumscheiben (König), traditionelle Hochstammfeldobst- oder Niederstammanlagen, die gerade umgestaltet werden (König, Paradies), Beerenobst- und Wildobstanlagen, die mit weiteren ein- oder mehrjährigen Pflanzen durchsetzt sind (Auenhof, Genossenschaft Kirschblüten, Horbermatt, Kestenholz, Tannacker), aber auch Flächen, die mit Gründüngung und schonender Bodenbearbeitung vorbereitet werden (Luginbühl) und Waldgartensysteme (Gassner).
- **Wald/FFF:** Hier grenzt der Wald an eine Fruchtfolgefläche. Dies ist nur beim Betrieb Horbermatt der Fall.
- **Weiden und Wiesen:** Weiden sind Flächen, die regelmässig als Heimweide dienen, Wiesen werden zur Heuernte mehrmals während der Vegetationsperiode gemäht. Diese Elemente dienen wie die Fruchtfolgeflächen als Vergleichsflächen zu den strukturreicheren anderen Elementen. Bis auf den Betrieb Tannacker weisen alle Betriebe die eine oder andere Kategorie auf.

4 Ergebnisse

4.1 Resultate und Diskussion

4.1.1 Bodenproben 2020

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Beprobungskampagne im Jahr 2020 vorgestellt.

Die Bodentextur auf allen beprobten Standorten kann zwischen Lehm und stark sandigen Lehm eingeordnet werden. Das bedeutet, dass die Wasserdurchlässigkeit und die Durchlüftung als **gut**, die Durchwurzelbarkeit als **sehr gut**, die Bearbeitbarkeit als **leicht**, die Wasserspeicherbarkeit als **mittel** und die Nährstoffspeicherbarkeit als **gering-mittel** bewertet werden kann (Flisch et al. 2017). Bis auf die Nährstoffspeicherbarkeit, die durch einen hohen Humusgehalt ausgeglichen werden könnte, sind die Böden auf den untersuchten Flächen bezüglich der Textur als gut geeignet für die Landwirtschaft zu bezeichnen. Die Humusgehalte bewegen sich zwischen schwach humos (2-5%) und humusreich (10-30%). Die höchsten Humusgehalte sind auf dem Auenhof im Profil 1 mit 16% zu finden. Dieses Profil liegt in einer Senke, in der sich in den Wintermonaten Hangwasser sammelt, wodurch es an diesem Standort zur Ausfällung von Seekreide kommt. Insgesamt können die Böden am Auenhof als humos eingestuft werden. Die geringsten Humusgehalte weisen die Oberböden auf den Betrieben Luginbühl in den Profilen I1 und I2 und Paradies in den Profilen P1 und P2 mit Gehalten von 2.5-3.5% auf. Hier besteht das Potential mit

gezieltem Humusaufbau in Form ständiger Bodenbedeckung mit Bodendeckerpflanzen oder regelmässigem Mulchen den Humusgehalt zu erhöhen.

Tabelle 3: Ergebnisse der Probenentnahme 2020 auf den PK-Pilotbetrieben.

Betrieb	Probennummer	Textur			Humus	pH-Wert	Pflanzenverfügbare Nährstoffe				BS
		Ton	Schluff	Sand			Calcium	Phosphor	Kalium	Magnesium	
		% G/G					% G/G	-	mg/kg		
Auenhof	Au1 Misch 2-12	6	11	79.8	16	6.69	303	51	56	922	90
	Au1 Misch 12-25	6	11	79.8	16	6.8	296	54	67	919	91
	Au2 Misch 0-10	6	11	81.3	9	6.61	203	181	155	526	88
	Au2 Misch 10-20	11	31	54.8	7	6.79	133	173	102	470	90
	Au3 Misch 0-13	16	21	61.5	4	6.44	108	14	200	738	86
	Au3 Misch 13-24	16	21	61.3	4.5	6.71	92	9	139	720	88
	Au4 Misch 0-16	11	21	65.2	8	6.71	113	127	191	620	88
	Au4 Misch 16-28	11	21	66	6	7.17	120	87	127	611	87
	Au5 Misch 0-8	11	11	76.1	8	5.94	83	16	94	421	79
Au5 Misch 8-20	11	11	76.7	5.5	6.21	56	5	69	336	76	
Gassner	Ga1 Misch 0-8	11	11	76.8	5	6.49	92	56	151	232	88
	Ga1 Misch 8-16	11	11	77	4.5	6.39	77	34	76	168	85
	Ga2 Misch 0-7	11	11	76.8	5	5.91	128	96	77	155	77
	Ga2 Misch 7-14	11	11	77.3	3	5.87	46	8	56	112	74
	Ga3 Misch 0-8	11	21	66.5	4.5	5.93	102	84	76	145	76
	Ga3 Misch 8-13	11	11	77.1	4	5.91	57	13	60	156	74
König	K1 Misch 0-5	11	11	76.8	5	6.4	92	168	616	197	83
	K1 Misch 5-10	11	11	76.7	5.5	6.09	75	129	373	121	78
	K1 Misch 15-20	11	21	66.3	5	6.17	58	57	153	73	74
	K2 Misch 0-5	11	21	66.1	5.5	6.05	107	89	95	170	77
	K2 Misch 5-10	11	21	66.1	5.5	6.31	88	63	55	102	78
	K2 Misch 15-20	11	11	76.8	5	6.66	87	36	49	45	87
Luginbühl	I1 Misch 0-5	16	11	72	3.5	6.52	95	48	387	154	84
	I1 Misch 5-10	16	21	61.7	3.5	6.26	72	31	304	100	79
	I1 Misch 15-20	21	21	56.7	3	6.54	82	45	160	99	81
	I2 Misch 0-5	16	11	72	3.5	6.02	93	39	101	147	77
	I2 Misch 5-10	16	21	61.9	3	6.09	74	29	64	114	75
	I2 Misch 15-20	16	21	61.9	3	6.38	72	34	67	133	78
Paradies	P1 Misch 0-5	16	21	61.7	3.5	5.89	64	67	173	121	73
	P1 Misch 5-10	11	11	77.2	3.5	6.31	57	55	117	96	75
	P1 Misch 15-20	16	21	61.9	3	6.16	41	42	74	59	72
	P2 Misch 0-5	11	11	77.3	3	5.71	62	41	195	131	66
	P2 Misch 5-10	11	11	77.3	3	5.55	42	27	77	94	61
	P2 Misch 15-20	21	11	67.2	2.5	5.71	29	14	59	68	65
	P3 Misch 0-5	6	11	82.1	5	5.93	76	31	129	134	68
	P3 Misch 5-10	6	11	82.2	4.5	5.59	52	23	75	80	59
	P3 Misch 15-20	11	11	77.1	4	5.57	39	13	47	40	62

Dadurch würden die Bildung von Ton-Humus-Komplexen begünstigt und somit die Bodenstruktur stabilisiert, was die Wasserspeicherung verbessern und das Erosionsrisiko verringern würde (Flisch et al. 2017).

Bei den pH-Werten bewegen sich die Böden aller Betriebe im sauren (pH 5.3-5.8) bis schwach sauren Bereich (pH 5.9-6.7). Dies bedeutet, dass die Böden weitestgehend kalkfrei sind und aus landwirtschaftlicher Sicht eine Erhaltungskalkung notwendig macht, um den Kulturpflanzen auf den Permakulturflächen ein gutes Wachstumsmilieu zu ermöglichen.

Die Hauptnährelemente Ca, P, K und Mg sind in den Bodenproben aller Betriebe in mässigem bis genügendem Ausmass vorhanden. Hier scheint eine gute Basis zu bestehen, um mit der Kultivierung auch anspruchsvoller ein- und mehrjähriger Kulturpflanzen zu beginnen.

4.1.2 Bestäuber und Nützlinge 2020/2021

Im Jahr 2020 wurden bei 174 Kescherfängen auf 8 Betrieben insgesamt 13'880 fliegende Insekten gefangen, wovon 3'808 oder 28 % Bestäuber und Nützlinge waren. Im Jahr 2021 wurden während 191 Erhebungen auf 10 Betrieben 22'797 fliegende Insekten gefangen, wovon 6'266 oder 27.5 % Bestäuber und Nützlinge waren. Bei der Differenz von rund 9000 Insekten, die 2021 mehr gefangen wurden als 2020, entfallen rund 6'500 auf diverse Zweiflügler (Fliegen und Mücken). Interessant ist das über beide Jahre stabile Verhältnis der Bestäuber und Nützlingen an der Gesamtmenge von rund 28 %.

Tabelle 4: Anzahl der Individuen und der jeweilige prozentuale Anteil der sortierten taxonomischen Gruppen an der Gesamtmenge in den Jahren 2020 und 2021. HB = Honigbienen, HU = Hummeln, WB = übrige Wildbienen, RW = Raubwanzen, SF = Schwebfliegen, SW = Schlupfwespen, MK = Marienkäfer, WK = Weichkäfer, KF = Kurzflügler, FF = Florfliegen, RF = Raubfliegen, SP = Spinnen, AM = Ameisen, Dip = Diptera (Zweiflügler), UE = Übrige Insekten.

		Bestäuber und Nützlinge											Sonstige			Summe	
		HB	HU	WB	RW	SF	SW	MK	WK	KF	FF	RF	SP	AM	Dip		UE
2020	Anzahl Individuen	74	4	95	1110	400	1138	33	164	9	7	170	604	149	5865	3978	13800
	%-Anteil	0.5	0.03	0.7	8.0	2.9	8.2	0.2	1.2	0.1	0.1	1.2	4.4	1.1	42.5	28.8	
2021	Anzahl Individuen	115	0	229	2565	827	1854	52	19	8	21	50	526	508	12247	3776	22797
	%-Anteil	0.5	0	1.0	11.3	3.6	8.1	0.23	0.1	0.04	0.1	0.2	2.3	2.2	53.7	16.6	

Unter den Bestäubern und Nützlingen machen Raubwanzen 8 beziehungsweise 11 % und Schlupfwespen jeweils 8 % in beiden Jahren am Gesamtergebnis aus. Raubwanzen leben ausschliesslich räuberisch und ernähren sich von Gliederfüssern (Arthropoda), die sie als aktive Jäger am Boden oder in Blüten erbeuten. Die Larven der Schlupfwespen leben hingegen parasitär und fungieren als sehr wichtige Antagonisten vieler Schädlingsarten und halten deren Populationen auf natürliche Weise in Grenzen.

Honigbienen, Hummeln und übrige Wildbienen, die wichtigsten Bestäuber vieler Kulturpflanzen, sind nur bis zu einem geringen Anteil von 1.5 % vorhanden. Dies könnte daran liegen, dass sich auf den jeweiligen Kescherstrecken nur wenige blühende Pflanzen befinden, die für Bestäuber interessant sind. Es kommt auf den untersuchten Betrieben häufig vor, dass Wiesen regelmässig gemäht werden, um das Schnittgut als Mulchmaterial zu verwenden (Auenhof, Gassner, Horbermatt) oder die Wiesen und Weiden

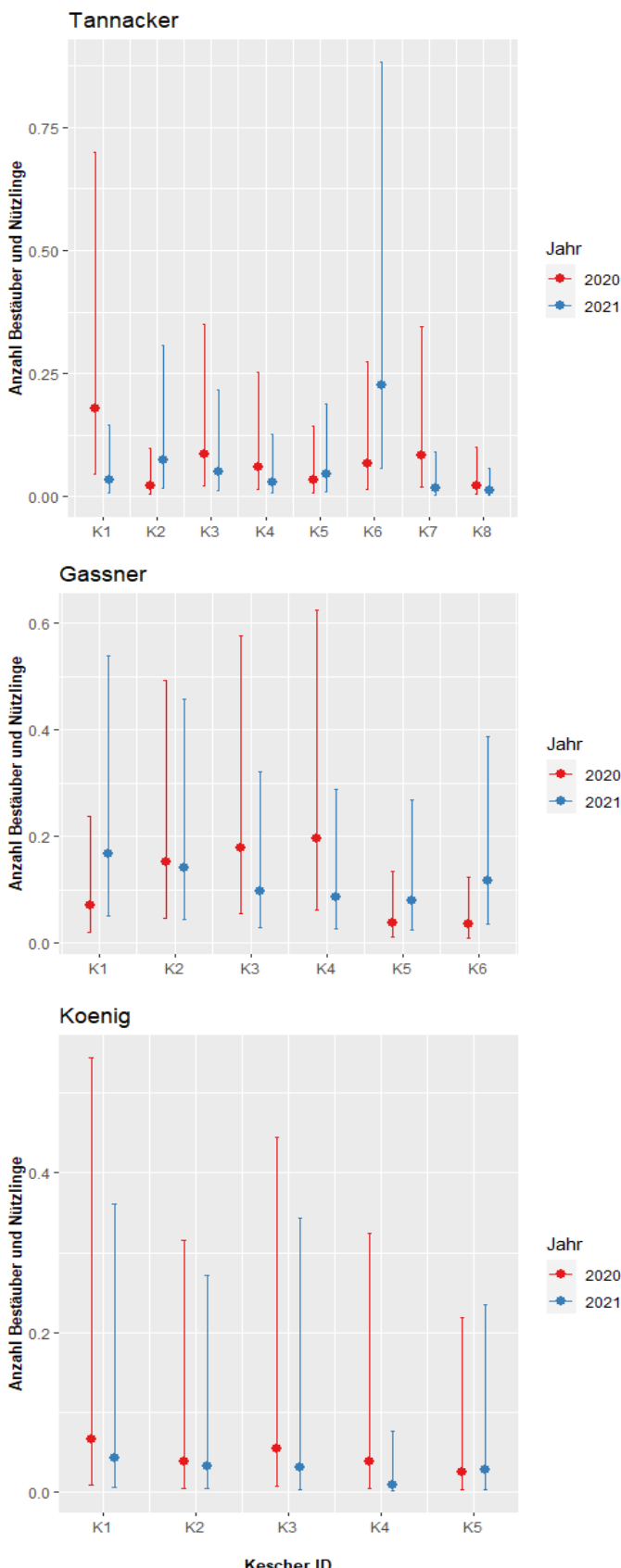


Abbildung 2: Vergleich der Anzahl Bestäuber und Nützlingen in den Jahren 2020 und 2021 auf den Betrieben Tannacker, Gassner und König.

hauptsächlich von Süssgräsern dominiert werden, die für Bestäuber uninteressant sind (Horbermatt, Kestenholz, Luginbühl).

Auch auf den beprobten Fruchtfolge- und Gemüseflächen ist die Ackerbegleitflora durch mechanische Unkrautregulierung nicht in einem Ausmass vorhanden, wodurch Bestäuber angezogen würden (Gassner, König, Luginbühl, Tannacker).

Exemplarisch seien hier die Anzahl der Bestäuber und Nützlinge der beiden Erhebungsjahre 2020 und 2021 auf den Betrieben Tannacker, Gassner und König dargestellt (Abbildung 2). Die Karten der jeweiligen Betriebe befinden sich im Anhang. Auf dem Betrieb Tannacker nahm die Anzahl der Bestäuber und Nützlinge 2021 gegenüber 2020 auf der kleinräumigen Gemüsefläche (K2), auf der grossflächigen Gemüsefläche (K5) und im angrenzenden Krautsaum einer Wildhecke zu, wohingegen sie auf allen anderen Standorten gesunken ist. Markanter Weise nahm die Anzahl entlang einer weiteren Hecke (K1), angrenzend an die kleinräumige Gemüsefläche, stark ab. Auch auf dem Betrieb Gassner ist kein Trend erkennbar. Auf der Strecke K1 fand eine grosse Zunahme statt, wohingegen auf der Strecke K2 eine Abnahme stattfand. Dies ist bemerkenswert, da die Strecken in unmittelbarer Nähe liegen. Auf den Strecken auf den Fruchtfolgeflächen ohne Baumstreifen (K3 und K4) nahm die Anzahl der Bestäuber und Nützlingen stark ab, wohingegen auf den Fruchtfolgeflächen mit Baumstreifen (K5 und K6) eine Zunahme zu verzeichnen ist. Hier könnte spekuliert werden, inwiefern die Baumstreifen auf dieses Ergebnis einen Einfluss hatten. Die Kulturen auf den Fruchtfolgeflächen waren dieselben, weshalb deren Einfluss ausgeschlossen werden kann.

Auf dem Betrieb König zeigt sich ein anderes Bild. Hier ist auf 4 von 5 Strecken eine Abnahme der Anzahl an Bestäuber und Nützlinge zu beobachten. Dies sowohl auf der Permakulturfläche als auch der Fruchtfolgefläche mit K4 auf welcher 2021 Weizen angebaut worden ist. Vermutlich ist die feuchte Witterung 2021 für die geringere Anzahl Bestäuber und Nützlingen im Gegensatz zu 2020 verantwortlich. Wie oben erwähnt war es 2021 schwierig geeignete Zeitfenster mit günstigem Flugwetter für Insekten zu finden und dann in diesem Zeitraum auch alle Betriebe besuchen zu können.

4.1.3 Laufkäfer 2020/2021

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Laufkäfermonitorings dargestellt und diskutiert. Es gilt allerdings zu beachten, dass die Auswertung für das Jahr 2020 durch den krankheitsbedingten Ausfall einer Masterstudentin noch nicht abgeschlossen ist, sich hier also noch Änderungen ergeben werden. Um einen ersten Eindruck zu vermitteln, sollen die bisher erhobenen Daten aber genügen. Im Detail werden wir uns auf die Auswertung für das Jahr 2021 stützen.

2020 wurden auf den Betrieben Auenhof, Gassner, Kestenholz, König und Paradies insgesamt 1'239 Laufkäferindividuen und insgesamt 32 Arten bestimmt, 2021 wurden auf allen Betrieben 1'629 Individuen und 57 Arten gezählt (Tabelle 5).

Tabelle 5: Anzahl der Laufkäferindividuen und Anzahl der Laufkäferarten, die in den Untersuchungsperioden 2020 und 2021 gezählt worden sind.

Jahr	Total	Agroforst/FFF	Agroforst/Wiesen	Extensivwiesen	FFF	Gemüseflächen	Hecke/Gemüse	Hecke/Weiden	Hecke/Wiesen	Permakultur	Wald/FFF	Weiden	Wiesen	Gesamt
2020	Individuenzahl	215	95		543				17	325		21	23	1239
	Artenzahl	12	5		21				4	19		9	6	32
2021	Individuenzahl	249	93	18	558	166	17	18	49	313	73	57	18	1629
	Artenzahl	16	18	10	28	22	7	8	9	38	10	12	7	57

Die meisten Laufkäferindividuen wurden auf den Fruchtfolgeflächen mit 558 Individuen, die 34 % an der Gesamtzahl ausmachen, gezählt. Auf den Permakulturflächen wurden 313 Individuen gezählt, gefolgt von den Agroforst, die an eine Fruchtfolgefläche anschliessen, mit 249 Individuen, welche 19 % beziehungsweise 15 % der Gesamtindividuenzahl betragen.

Am wenigsten Individuen wurden bei den Hecken, angrenzend an Gemüseflächen, mit 17 Laufkäfern, sowie Hecken, die an Weiden grenzen, Wiesen und Extensivwiesen mit jeweils 18 Individuen gezählt. Wiesen scheinen so durch den dichten Bewuchs nicht zu den bevorzugten Habitaten für Laufkäfer zu gehören. Allerdings scheinen strukturreiche Ränder, wie Agroforst und Hecken, entlang von Wiesen ein Habitat zu schaffen, das für einzelne Laufkäferarten attraktiv zu sein scheint.

Bei der Artenzahl ergibt sich ein anderes Bild. Auf den verschiedenen Permakulturflächen wurden 38 Arten bestimmt, das heisst rund 70 % aller bestimmter Arten hat dort ein geeignetes Habitat gefunden. Danach

folgen die Fruchtfolgeflächen mit 28 Arten, die Gemüseflächen mit 22 Arten, womit 50 % beziehungsweise rund 40 % aller Arten auf diesen offenen und regelmässig bearbeiteten Flächen vorkommt.

Am wenigsten Arten wurden wiederum auf den Wiesen und den verschiedenen Hecken gezählt, was sich mit Pfiffner und Luka (1996) deckt, die einen geringen Einfluss einer neuangelegten Hecke auf die Laufkäferpopulation gezeigt haben. Da es sich hier bei den Hecken um ältere Bestände handelt, scheint es so zu sein, dass Hecken zur Förderung verschiedener Laufkäferarten weniger geeignet sind.

Bei den Laufkäferarten dominieren die vier Gattungen *Harpalus*, *Poecilus*, *Pterostichus* und *Amara* mit 480, 317, 221 beziehungsweise 184 Individuen. Arten der Gattungen *Harpalus* und *Amara* ernähren sich im Adultstadium vorwiegend von Samen und Pollen, und liefern somit einen Hinweis auf die Intensität

Tabelle 6: Laufkäferarten und ihre Verteilung auf den verschiedenen Flächen in der Untersuchungsperiode 2021.

Taxon	Agroforst/FFF	Agroforst/Wiesen	Extensivwiesen	FFF	Gemüseflächen	Hecke/Gemüse	Hecke/Weiden	Hecke/Wiesen	Permakultur	Wald/FFF	Weiden	Wiesen	Gesamt Taxon
<i>Agonum muelleri</i>	0	0	0	8	4	0	0	0	2	6	3	0	23
<i>Agonum sexpunctatum</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Amara aenea</i>	1	15	0	24	1	0	0	0	32	0	1	1	75
<i>Amara aulica</i>	0	0	0	0	6	1	0	0	1	0	0	0	8
<i>Amara bifrons</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Amara convexior</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0	0	7
<i>Amara familiaris</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	5
<i>Amara fulvipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
<i>Amara kulti</i>	0	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	5
<i>Amara lunicollis</i>	8	12	0	1	2	0	4	11	5	0	0	0	43
<i>Amara nitida</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Amara ovata</i>	1	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	28
<i>Amara similata</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	5
<i>Anchomenus dorsalis</i>	6	0	0	72	23	0	0	1	18	0	0	1	121
<i>Anisodactylus binotatus</i>	16	6	0	18	20	0	3	1	21	0	2	1	88
<i>Anisodactylus nemorivagus</i>	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Asaphidion flavipes</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Badister bullatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Bembidion lampros</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Bembidion properans</i>	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Brachinus explodens</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4
<i>Calathus fuscipes</i>	0	0	0	8	4	0	0	0	6	0	4	0	22
<i>Carabus auratus</i>	0	4	0	0	0	0	0	23	3	0	0	0	30
<i>Carabus coriaceus</i>	0	2	1	0	2	1	0	0	3	0	0	0	9

Taxon	Agroforst/FFF	Agroforst/Wiesen	Extensivwiesen	FFF	Gemüseflächen	Hecke/Gemüse	Hecke/Weiden	Hecke/Wiesen	Permakultur	Wald/FFF	Weiden	Wiesen	Gesamt Taxon
Carabus granulatus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carabus monilis	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Carabus violaceus	0	0	2	0	0	9	0	0	1	1	0	0	13
Carabus violaceus purpurascens	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Clivina fossor	0	1	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	6
Diachromus germanus	2	5	0	8	0	0	0	3	2	0	4	0	24
Dyschirius globosus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Harpalus affinis	6	0	1	8	4	0	0	0	7	0	0	0	26
Harpalus dimidiatus	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	7
Harpalus distinguendus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Harpalus latus	2	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
Harpalus luteicornis	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6
Harpalus rubripes	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Harpalus rufipes	120	1	5	169	28	0	2	0	64	5	7	11	412
Harpalus subcylindricus	0	3	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	13
Harpalus tardus	0	0	2	1	0	0	0	0	6	0	0	0	9
Nebria brevicollis	1	0	0	12	5	0	0	0	6	0	2	0	26
Oodes helopioides	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Panagaeus bipustulatus	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	4
Parophonus maculicornis	0	10	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	22
Poecilus cupreus	17	2	0	83	34	1	3	2	30	15	20	1	208
Poecilus versicolor	32	18	3	17	6	0	2	6	19	0	4	2	109
Pterostichus anthracinus	10	0	0	1	7	0	0	1	1	19	0	0	39
Pterostichus madidus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Pterostichus melanarius	24	2	0	78	7	0	1	0	22	14	8	0	156
Pterostichus niger	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	10
Pterostichus ovoideus	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
Pterostichus vernalis	1	3	0	1	0	0	0	0	6	0	1	0	12
Stenolophus teutonius	0	0	0	0	2	1	0	0		0	0	1	4
Stomis pumicatus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

des Pflanzenbaus, das heisst, je mehr Arten dieser Gattungen vorhanden sind, desto extensiver ist die Anbauweise (Luka 1996). *Poecilus cupreus* (208 Individuen) und *Pterostichus melanarius* (156 Individuen) hingegen ernähren sich räuberisch und sind wichtige Nützlinge, wenn es darum geht, das Vorkommen von Blattläusen beziehungsweise Kohlweisslingsraupen zu regulieren (Luka 1996). Ihr gehäuftes Vorkommen in den Fruchtfolge-, Gemüse- und Permakulturflächen auf allen Betrieben (Tabelle 6) könnte

anzeigen, dass eine gewisse Pufferung gegenüber den genannten Schadinsekten besteht. Auch das Vorkommen von 60 Individuen der Gattung *Carabus* ist erfreulich. Sie reagieren sehr empfindlich auf intensive Bewirtschaftung und sind daher in der Agrarlandschaft selten geworden (Luka 1996). Sie wurden vor allem in den Kategorien Hecken (33 Individuen), Permakultur (9 Individuen) und Agroforst (6 Individuen) nachgewiesen, was für deren relative Attraktivität als Habitat für Grosslaufkäfer spricht. Aus Sicht der Landwirtschaft ist die Förderung von Nützlingen, die grosse Mengen an Schadinsekten vertilgen wie die Gattungen *Carabus*, *Poecilus* und *Pterostichus* oder Pflanzensamen fressen und so einer Verunkrautung vorbeugen, wie die Gattungen *Harpalus*, *Amara* und *Diachchromus*, erstrebenswert. Aus Sicht der Biodiversitätsförderung steht die Förderung von Rote Liste-Arten, sowie Spezialisten (stenotope Arten) im Vordergrund. So konnten von der aktualisierten Rote Liste (Chittaro et al 2022, im Druck) 3 verletzte (*Amara nitida*, *Carabus auratus* und *Panagaeus bipustulatus*) und 6 potenziell gefährdete Arten (*Anisodactylus nemorivagus*, *Harpalus dimidiatus*, *Harpalus luteicornis*, *Oodes helopioides*, *Pterostichus madidus*, *Pterostichus ovoideus*) bestimmt werden (Tabelle 7). Bis auf *Carabus auratus*, der mit 30 Individuen auf dem Auenhof aufgetreten ist, liegt die Individuenzahl jeweils bei < 10 Individuen (Tabelle 6), was in Anbetracht der Gesamtanzahl an Individuen von 1'629 Individuen gering erscheinen mag (Tabelle 5). Die meisten dieser Arten haben ihre Lebensraumbereichpräferenz im Grünland und in Übergangszonen (Tabelle 7), sie können daher durch eine geringe Bewirtschaftungsintensität und der Schaffung einer strukturreicheren Landschaft potentiell gefördert werden, solange eine gute Vernetzung zwischen verschiedenen Flächen gegeben ist (Pfiffner und Luka, 1996).

Daneben konnten 11 stenotope Arten bestimmt werden. Diese Arten sind auf einen engen Lebensraumbereich spezialisiert, reagieren also besonders empfindlich auf Störungen ihres Habitats. Darunter befinden sich *Amara bifrons*, *Amara similata*, *Harpalus affinis*, *Harpalus distinguendus* und *Stenolophus teutonius*, die ihr bevorzugtes Habitat in Pioniervegetation haben, beispielsweise auf Ruderalstandorten, Trittsfluren oder Brachen. In Übergangszonen wie Krautsäumen und Feldrainen, Gebüsch, Hecken, gebüschreichen Vorwaldgesellschaften oder Waldrändern, sowie Hochstaudenfluren ist die stenotope Art *Panagaeus bipustulatus* zu Hause (Luka et al 2009). Dies verdeutlicht, dass mit strukturreichen Flächen (Agroforst, Permakultur) und einer extensiven und bodenschonenden Bewirtschaftung auch von Gemüseflächen und Fruchtfolgeflächen, sowohl für die Landwirtschaft interessante räuberische Laufkäfergattungen als auch für die Biodiversität wichtige Laufkäfergattungen angezogen werden können. Die nächsten Untersuchungsperioden werden zeigen, inwiefern sich diese wichtigen Arten auf den etablierten (z.B. Tannacker) und den neu angelegten Agroforst- und Permakulturflächen (z.B. Auenhof, Gassner, Farngut, Kestenholz) etablieren können.

Tabelle 7: Die bestimmten Laufkäfertaxa der Jahre 2020 und 2021, deren Lebensraumbindung, ihre Lebensraumpräferenz, die jeweiligen Betriebe, auf welchen die Arten bestimmt wurden und ihr Status auf der Roten Liste. * = statistische Signifikanz. Lebensraumbereich-Präferenz: AF = Ackerflächen, GL = Grünland, PV = Pioniervegetation, ÜZ = Übergangszonen, WA = Wald, UF = Ufer und Feuchtgebiete. (Quelle: Luka H, Marggi W, Huber C, Gonseth Y, Nagel P, 2009). Betriebe : AU = Auenhof, B = Farngut, GA = Gassner, HM = Horbermatt, K = König, KE = Kestenholz, LK = Luginbühl, N = Genossenschaft Kirschblüten, P = Paradies, TA = Tannacker. Rote Liste : LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet, VU = verletzlich, DD = ungenügende Datengrundlage (Quelle: Chittaro et al 2022, im Druck).

Taxon	2020	2021	Lebensraumbindung	Lebensraumbereich-Präferenz	Betriebe	Rote Liste
Abax parallelus	x		eurytop	ÜZ*, WA,	P	
Agonum muelleri	x	x	eurytop	AF*, PV, GL	HM, KE, TA, LK, B, K	LC
Agonum sexpunctatum	x	x	eurytop	PV, ÜZ/ GL	KE	LC
Amara aenea	x	x	eurytop	GL*, PV*,	KE, P, TA, LK, B, N, GA, HM, K	LC
Amara aulica		x	eurytop	PV* / GL	TA, B, N	LC
Amara bifrons		x	stenotop	PV	TA	LC
Amara convexior	x	x	eurytop	GL*, PV*,	AU, GA, TA	LC
Amara familiaris	x	x	eurytop	PV*/ GL	K, GA, HM, P, B, N	LC
Amara fulvipes		x	stenotop	GL	GA	LC
Amara kulti		x	stenotop	GL	GA, HM, KE, N	LC
Amara lunicollis	x	x	eurytop	GL*, ÜZ	GA, AU, HM, KE,	LC
Amara nitida		x	eurytop	WA, GL	HM	VU
Amara ovata		x	eurytop	PV*, AF*, ÜZ*,	KE, K, TA	LC
Amara plebeja	x		eurytop	PV*, GL*, AF*	K	
Amara similata		x	stenotop	PV*	HM, K, TA	LC
Anchomenus dorsalis	x	x	eurytop	GL*, PV*,	GA, K, P, HM, KE, TA, LK, B, N	LC
Anisodactylus binotatus	x	x	eurytop	PV*, GL/ AF	AU, GA, KE, K, P, TA, LK, B, N	LC
Anisodactylus nemorivagus		x	stenotop	GL	KE, N	NT
Asaphidion flavipes		x	eurytop	AF*, PV	B	LC
Badister bullatus		x	eurytop	PV*, GL, ÜZ	P	LC
Bembidion lampros	x	x	eurytop	AF*, GL*, PV*,	K, HM	LC
Bembidion properans	x	x	eurytop	GL*, PV*,	GA, K, P, HM, B	LC
Bembidion quadrimaculatum	x	x	eurytop	ÜZ*, WA,	K, P, HM, B	LC
Brachinus expodens		x	eurytop	PV*, GL*	N	LC
Calathus fuscipes	x	x	eurytop	GL*, AF,	K, P, GA, HM, TA, LK	LC
Carabus auratus		x	eurytop	AF / GL	AU	VU
Carabus coriaceus		x	eurytop	WA, PV, ÜZ,	AU, TA	LC
Carabus granulatus		x	eurytop	AF*/ GL	KE	LC

Taxon	2020	2021	Lebensraumbindung	Lebensraumbereich-Präferenz	Betriebe	Rote Liste
Carabus monilis	x	x	eurytop	AF*, PV*	GA, KE, B	LC
Carabus violaceus		x	eurytop	ÜZ, AF	HM, TA	LC
Carabus violaceus purpurascens		x	eurytop	ÜZ, AF	P	LC
Clivina fossor		x	eurytop	AF*, PV*	B	LC
Diachromus germanus	x	x	eurytop	PV*, GL	AU, GA, HM, KE, LK	LC
Dyschirius globosus		x	eurytop	GL / UF	TA	LC
Harpalus affinis	x	x	stenotop	PV*	GA, P, HM, KE, K, TA, LK, B, N	LC
Harpalus dimidiatus		x	eurytop	GL, ÜZ	AU, GA, N	NT
Harpalus distinguendus		x	stenotop	PV*	B	LC
Harpalus latus	x	x	eurytop	ÜZ*, WA,	GA, KE, TA, P	LC
Harpalus luteicornis	x	x	eurytop	PV* / UF	GA, N	NT
Harpalus rubripes	x	x	eurytop	GL*, PV*, ÜZ,	GA, P, B	LC
Harpalus rufipes	x	x	eurytop	PV*, ÜZ / AF,	AU, GA, K, KE, HM, P, TA, LK, B, N	LC
Harpalus subcylindricus		x			GA, N	DD
Harpalus tardus	x	x	eurytop	PV* / GL	GA, P, N	LC
Loricera pilicornis	x	x	eurytop	AF*, GL / UF	B	LC
Nebria brevicollis	x	x	eurytop	ÜZ* / WA,	KE, K, P, TA, LK	LC
Oodes helopioides		x	eurytop	GL / UF	B	NT
Panagaeus bipustulatus		x	stenotop	ÜZ	P, TA	VU
Parophonus maculicornis	x	x	stenotop	GL*,	AU, GA, P, N	LC
Poecilus cupreus	x	x	eurytop	AF*, PV,	AU, GA, HM, KE, LK, K, P, TA, B, N	LC
Poecilus versicolor	x	x	stenotop	GL*,	AU, HM, KE, TA	LC
Pterostichus anthracinus		x	eurytop	PV*, AF* / UF	HM, KE, LK, B	LC
Pterostichus madidus		x	eurytop	ÜZ*, WA*	AU	NT
Pterostichus melanarius	x	x	eurytop	AF*, PV,	AU, GA, HM, KE, K, P, TA, LK, B, N	LC
Pterostichus niger		x	eurytop	PV*, AF* / WA,	HM, P	LC
Pterostichus ovoideus	x	x	eurytop	GL, AF	AU, HM	NT
Pterostichus vernalis	x	x	eurytop	PV*, GL,	AU, GA, KE, K, LK, B	LC
Stenolophus teutonius	x	x	stenotop	PV*	KE, GA, TA, B	LC
Stomis pumicatus		x	eurytop	PV, AF	N	LC
Synuchus vivalis	x		eurytop	ÜZ, AF	KE	LC

4.2 Zusammenfassung

Auf 10 Betrieben wird untersucht, inwiefern die Anlage von Permakultur- und Agroforstflächen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen Einfluss auf Bodenparameter (Humusgehalt, pH, pflanzenverfügbare Nährstoffe), Fluginsekten (Bestäuber und Nützlinge), sowie Laufkäfer haben. Permakulturflächen sind gekennzeichnet durch bodenaufbauende Bewirtschaftung (z.B. Mulch) und den Anbau und Mischung ein- und mehrjähriger (Kultur-)pflanzen und Wildobst. Bestandteil sind häufig auch Hecken, die Lebensraum für verschiedene Tiere bieten und Wind- und Wassererosion vermindern, sowie durch Laubwurf Humus bildend wirken. Auf Agroforstflächen werden Bäume in Reihen neben und auf Fruchtfolgeflächen gepflanzt. Auch hier entstehen Lebensräume und verschiedenen Formen der Erosion werden vermindert. Um die Auswirkungen dieser Flächen einschätzen zu können, wurden Referenzstandorte wie Wiesen oder Weiden beprobt.

Bodenproben wurden im Jahr 2020 auf 5 Betrieben (Auenhof, Gassner, König, Luginbühl und Paradies) entnommen und im Labor untersucht. Die Bodenart der Horizonte liegt zwischen Lehm und stark sandigem Lehm, was auf positive Bodeneigenschaften wie gute Wasserleitfähigkeit und gute Bearbeitbarkeit hinweisen. Die oberen Horizonte sind schwach humos bis humusreich. Die niedrigsten Gehalte fanden sich auf den Betrieben Luginbühl und Paradies, die höchsten auf dem Auenhof. Die Böden weisen in den meisten Fällen gute Werte auf in Bezug auf die Eignung als landwirtschaftliche Flächen. Inwiefern die veränderte Gestaltung und Bewirtschaftung Einfluss auf die Bodenparameter hat, werden weitere Beprobungen an den gleichen Stellen zeigen.

Fluginsekten wurden 2020 und 2021 jeweils zu drei Terminen während der Sommermonate gefangen und in Bestäuber und Nützlinge und andere Insekten eingeteilt. Es wurden 13'800 beziehungsweise 22'797 Individuen gefangen, wovon in beiden Jahren jeweils rund 28 % Bestäuber und Nützlinge waren. Von diesen machten Raubwanzen und Schlupfwespen mit rund 10 % die häufigsten Nützlingsgruppen aus. Diese sind wichtige Antagonisten für Schädlingsarten in der Landwirtschaft. Bestäuberinsekten (Honigbienen, Hummeln, Wildbienen) waren nur zu einem geringen Anteil von rund 1.5 % vorhanden, was auf fehlende Pflanzen auf den beprobten Flächen hindeutet, die für diese Gruppen attraktiv sind. Für das Jahr 2021 wurde auf vielen Standorten ein Rückgang der Bestäuber und Nützlinge registriert, was auf die feuchte Witterung zurückzuführen ist.

Laufkäfer wurden in den Jahren 2020 und 2021 zweimal während der Sommermonate gefangen. Es wurden jeweils 1'239 beziehungsweise 1'629 Individuen gefangen, die sich auf 32 beziehungsweise 57 Arten einteilen liessen. Die meisten Individuen wurden in den Fruchtfolgeflächen gefangen, hier dominieren die Gattungen *Pterostichus*, *Poecilus* und *Harpalus*. Die beiden erstgenannten ernähren sich ausschliesslich räuberisch und sind wichtige Antagonisten zu Schädlingsarten, wie beispielsweise Blattläusen, die letztgenannte lebt phytophag, ernährt sich also von Samen und Pollen von Wildpflanzen. Auf den Permakulturflächen wurden zwar weniger Individuen, aber mit 38 die meisten Arten bestimmt. Erfreulicherweise konnten 6 potentiell gefährdete Arten der Roten Liste, sowie 11 Arten, die eine enge Habitatbindung haben und somit als Spezialisten gelten, identifiziert.

Somit zeigt sich, dass mit strukturreichen Flächen und extensiver Bearbeitung Habitate geschaffen werden können, die sowohl für die Landwirtschaft als auch die Biodiversitätsförderung wichtige Laufkäferarten, wie die Gattung der Grosslaufkäfer (*Carabus*), geschaffen werden können.

5 Wirtschaftlichkeit

5.1 Datenerhebung 2020

Die Betriebe des Pilotbetriebsnetzes wurden gebeten, Aufzeichnungen zu ihren PK-Flächen zu machen. Erfasst wurden investierte Arbeitskraftstunden (Akh), Ausgaben für Produktionsmittel, Inputs in Form von Kompost oder Mulch, sowie die Erntemengen aller Produkte.

Von den Betrieben Gassner und Tannacker wurden die Aufzeichnungen vollständig geführt. Die Betriebe Luginbühl und Paradieshof stehen noch am Anfang des Aufbaus ihrer PK-Flächen und lieferten dementsprechend die Daten für Akh und Ausgaben, welche für den Aufbau investiert wurden. Der Hof Muriboden, welcher noch in der Planungsphase steckt, hatte keine Aufzeichnungen zu machen.

Von den Betrieben Auenhof, Horbermatt, König und Kestenholz stehen die Aufzeichnungen noch aus. Anhand der Daten soll als nächster Schritt die Arbeits- und Flächenproduktivität ermittelt werden. Für das Jahr 2021 sind Stand heute noch keine Aufzeichnungen eingegangen.

6 Wissenstransfer und Ausbildung

Aufgrund der aktuellen Einschränkungen im Zusammenhang mit der Corona-Pandemie waren diese Aktivitäten stark reduziert. Dennoch konnten in einigen Bereichen Fortschritte verzeichnet werden.

Im Bereich Permakultur wurde 2020 eine Bachelorarbeit abgegeben, bei der eine Planung und Umsetzung einer Permakultur-Fläche detailliert dokumentiert worden ist. Dieser Betrieb, die Genossenschaft Kirschblüten in Lüsslingen, ist seit 2021 als Pilotbetrieb Teil des Projekt.

Zudem laufen aktuell zwei Masterarbeiten. In der ersten Masterarbeit, welche sich auf das Gebiet des Naturparks Gantrisch fokussiert, werden Chancen und Herausforderungen bei der Umsetzung von Permakultur und Agroforst untersucht. Zudem werden Abklärungen zu geeigneten Marketing- und Vertriebskanälen für Permakultur- und Agroforstprodukte gemacht und untersucht, welche Rolle der Naturpark Gantrisch bei der Vermarktung und dem Verkauf von Permakultur- und Agroforstprodukten spielt, resp. spielen könnte. Leider ist die Masterstudentin seit längerer Zeit krankgeschrieben, so dass ungewiss ist, wie es bei dieser Masterarbeit weitergehen wird.

7 Ausblick

Folgende Aktivitäten stehen demnächst im Zentrum

- Planung der Erhebungsperiode 2022 unter Einbezug der vorliegenden Daten und Erfahrungen aus dem Vorjahr (erstes Quartal)
- Vervollständigen der Aufnahmen im Bereich Boden auf den Betrieben, die im Jahren 2020 und 2021 nicht beprobt werden konnten (zweites und drittes Quartal)
- Aufnahme der Umgebung / ökologischen Infrastruktur der Betriebe (Planung und Durchführung) (erstes und zweites Quartal)
- Austauschtreffen mit den beteiligten Betrieben (zweites und drittes Quartal)
- Zudem sind ergänzende Arbeiten geplant:
 - a) Mischkulturen: Kleinsträumige vollständige Mischkulturen sollen mit Reihenmischkulturen

und grösserflächigen Reinkulturen verglichen werden

b) Strohkartoffeln: Kartoffelanbau unter Stroh ohne jegliche Bodenbearbeitung.

Die Tabelle 8 zeigt den angepassten Projektablauf.

Arbeitspakete / Themengebiete	Geschätzte Stunden	Termine	2020				2021				2022						
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
			Quartal				Quartal				Quartal						
1 Grundlagen, Beratung, Planung																	
1.1	Anfragen potenzielle Pilotbetriebe	10	31.03.2020	■													
1.2	Festlegung des definitiven Umfangs für das 1. Jahr	10	31.03.2020	■													
1.3	Beratung und Planung Einführung PK-Elemente	120	31.06.2020	■	■			■									
2 Erhebung IST-Zustand																	
2.1	Festlegen der Messpunkte resp. der Aufnahmeflächen	40	31.03.2020	■				■									
2.2	Aufnahme der Umgebung	20	30.06.2020	■	■			■	■								
2.3	Auswertung der Aufnahmen	25	30.09.2020		■	■					■						
3 Bodenuntersuchungen																	
3.1	Bodenstruktur	100	30.06.2020/22		■				■	■							
3.2	Bestimmen des organischen Kohlenstoffes	20	30.06.2020/22		■				■	■							
3.3	Bestimmen des pH-Wertes	20	30.06.2020/22		■				■	■							
3.4	Biologische Aktivität	60	30.06.2020/21/22		■				■	■							
3.5	Auswertung Bodenuntersuchungen	20	30.11.2020/21/22			■	■					■					
4 Biodiversität																	
4.1	Laufkäfer fangen	54	2mal/Jahr		■	■			■	■							
4.2	Bestäuberinsekten und Nützlinge erheben	35	3mal/Jahr		■	■			■	■							
4.3	Bestäuberinsekten auszählen und bestimmen	135	31.10.2020/21/22			■	■			■	■	■					
4.4	Auswertung Biodiversitätsparameter	30	15.12.2020/21/22				■				■	■					
5 Wirtschaftlichkeit																	
5.1	Vorbereitungsarbeiten für standardisierte Aufzeichnungen	15	31.03.2020	■													
5.2	Auswertung Wirtschaftlichkeit	40	Dez.-Jan. 20/21/22				■	■				■	■				
6 Wissenstransfer																	
6.1	Erarbeitung eines Grobkonzeptes Wissenstransfer	10	30.04.2020		■												
6.2	Wissenstransfer innerhalb des Pilotbetriebsnetzes	30	2-3 Verant./Jahr		■	■			■	■							
6.3	Wissenstransfer ausserhalb des Pilotbetriebsnetzes	30	5-6 Verant./Jahr		■	■			■	■							
7 Berichterstattung																	
7.1	Erarbeitung Zwischenbericht	15	31.12.2020/21				■				■	■					
7.2	Erarbeitung Schlussbericht	25	31.12.2022														■
8 Projektmanagement																	
8.1	Projektmanagement und -monitoring	18	fortlaufend	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
8.2	Projektorganisation, Arbeitsteilung, Kontakte Partner	9	fortlaufend	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
8.3	Projektbegleitung (Organisation, Durchführung, Protokoll), 9 Sitzungen à 2h Dauer	30		■	■	■	■	■	■	■	■	■					

Tabelle 8 : Angepasster Projektablauf fürs Jahr 2021.

8 Danksagung

Wir bedanken uns bei den Stiftungen Sur-la-Croix und Visio Permacultura, sowie dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) für die finanzielle Unterstützung. Bei Adrian Reutimann und Noëmi Töndury für die Unterstützung bei der Feldarbeit, Rafah Naser für das Sortieren der Fluginsekten und Mila Laager für das Auszählen der Laufkäfer, sowie bei René Hoess für das Bestimmen der Laufkäfer auf Artniveau. Grossen Dank geht an die Betriebsleiter, ohne deren Mitarbeit dieses Projekt nicht möglich wäre: Marcus Pan auf dem Auenhof, Ueli Gassner, David Kestenholz, Thomas König, Melanie und Philipp Ramser auf der

Horbermatt, Carolin Luginbühl, Jann Krättli und Nadja Ruchti auf dem Hof Tannacker, Markus Bucher auf dem Hof Farngut, Genossenschaft Kirschblüten sowie Christine Flury und Christian Foster auf dem Paradieshof.

9 Literatur

BAFU. 2011. Landschaftstypologie Schweiz Teil 2: Beschreibung der Landschaftstypen. Bern.

Chittaro Y, Hoess R, Huber C, Luka H, Marggi W, Szallies A, Gonseth Y. 2022 (im Druck). Liste rouge des Carabidés. Espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne et Info fauna – CSCF, Neuchâtel.

FAO. 2017. The future of food and agriculture – Trends and challenges. Rome

Flisch R, Neuweiler R, Kuster T, Oberholzer HR, Huguenin-Elie O, Richner W. 2017. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD). Bodeneigenschaften und Bodenanalyse. Agroscope.

Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H et al. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS ONE 12(10).

Luka H. 1996. Laufkäfer: Nützlinge und Bioindikatoren in der Landwirtschaft. Agrarforschung 3 (1): 33-36.

Luka H, Marggi W, Huber C, Gonseth Y, Nagel P, 2009. Coleoptera, Carabidae. Ecology - atlas. Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel, 677 S.

Mollison B. 2017. Permakultur Konkret. Entwürfe für eine ökologische Zukunft. Pala Verlag.

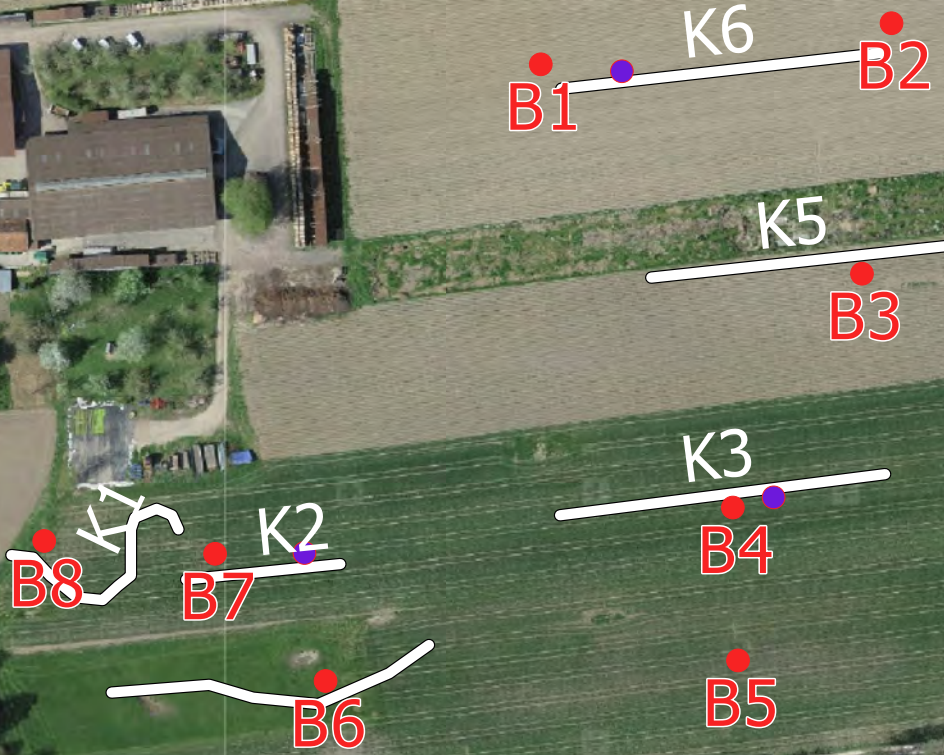
Pfiffner L, Luka H. 1996. Laufkäfer-Förderung durch Ausgleichsflächen. Auswirkungen neu angelegter Grünstreifen und einer Hecke im Ackerland. Naturschutz und Landschaftsplanung 28 (5).

UBA. 2015. Daten zur Umwelt 2015. Bonn.

Auenhof



Farngut



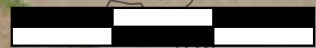
0 50 100 m

- Bait Lamina
- Barber
- Kescher

Gassner Agroforst



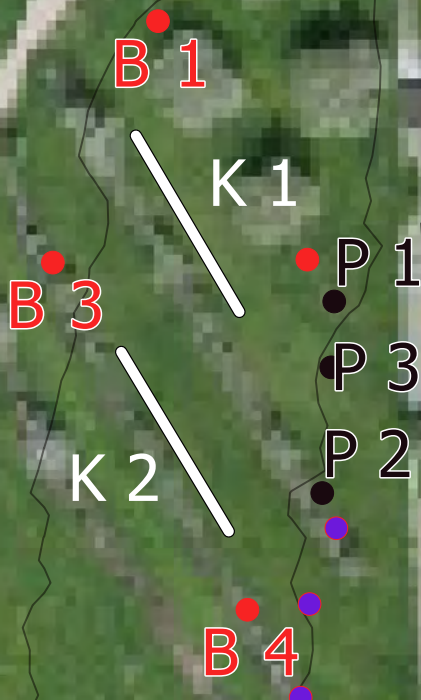
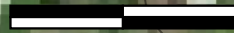
0 20 40 60 m



- Kescher
- Barber

Gassner Permakultur Waldgarten

0 10 20 m



- Kescher
- Barber
- Bodenprofile
- Bait Lamina

Horbermatt

K1

B1

K5

B5

K7

B7

K2

B2

K4

B4

B8

K8

K3

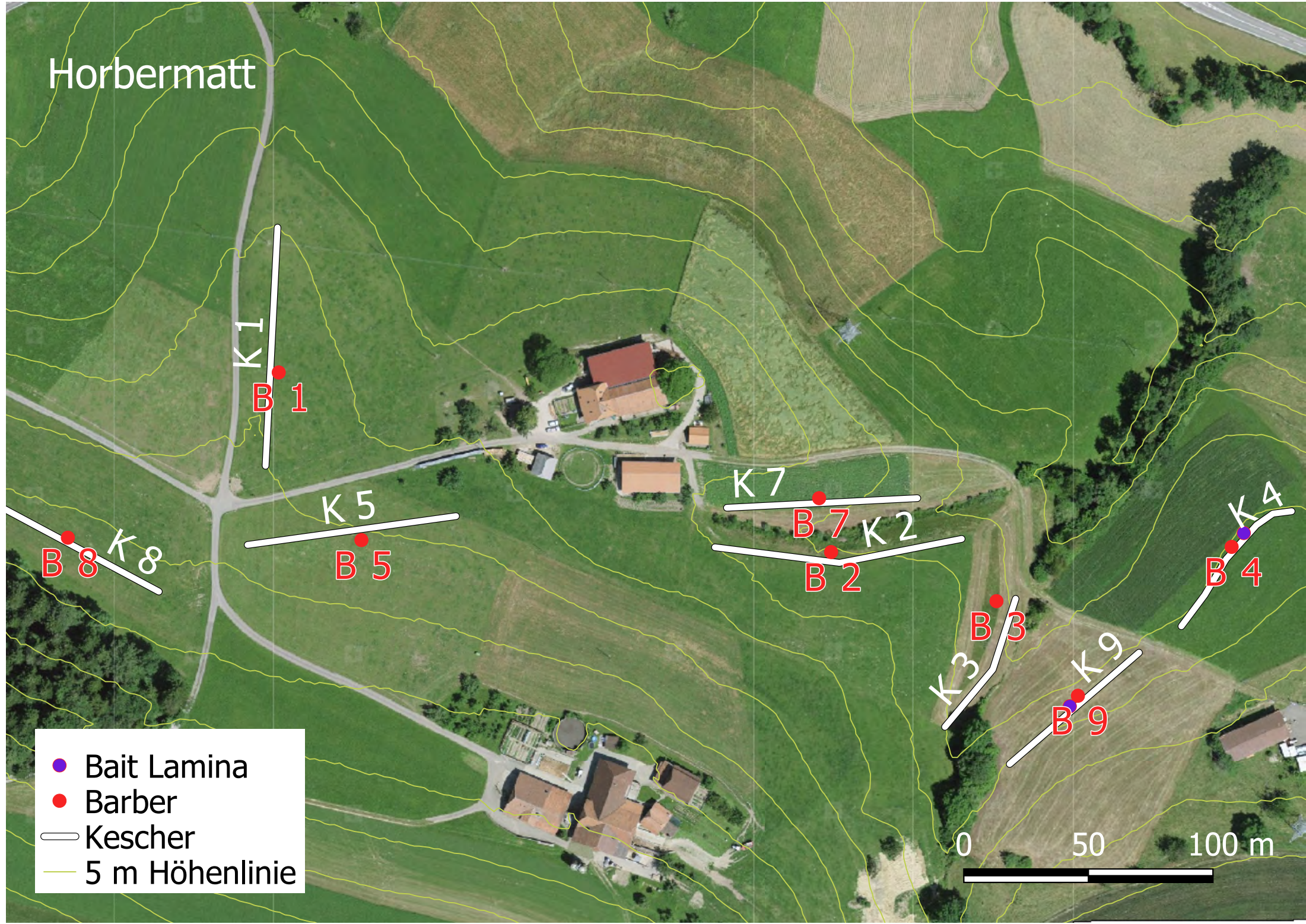
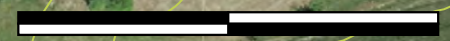
B3

K9

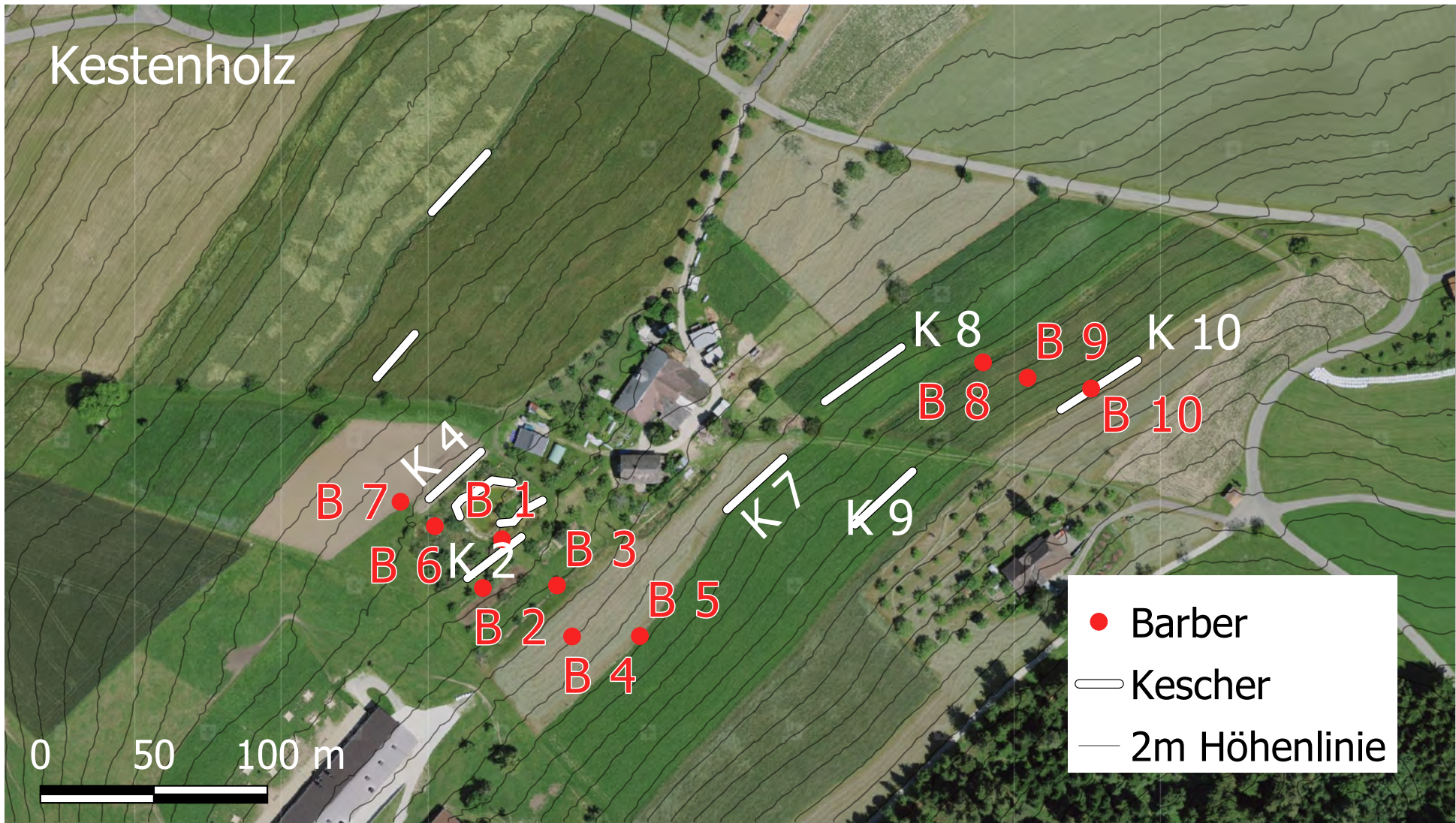
B9

- Bait Lamina
- Barber
- Kescher
- 5 m Höhenlinie

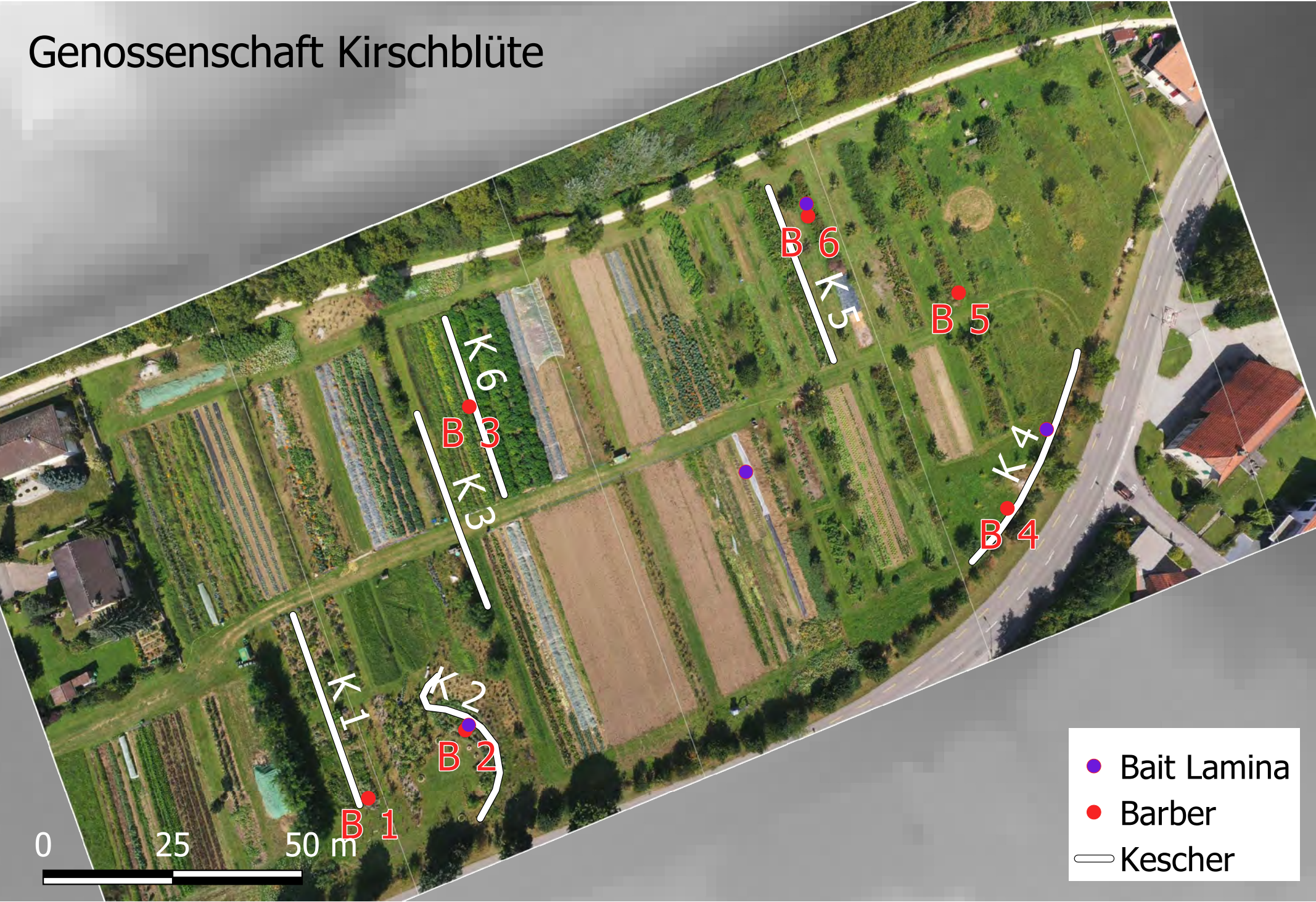
0 50 100 m



Kestenhholz



Genossenschaft Kirschblüte



- Bait Lamina
- Barber
- Kescher

0 25 50 m

König

B 5

K 5

P 4

B 6 no

P 2

B 2

P 1

B 1

K 3

K 1

P 3

B 3

B 4 no

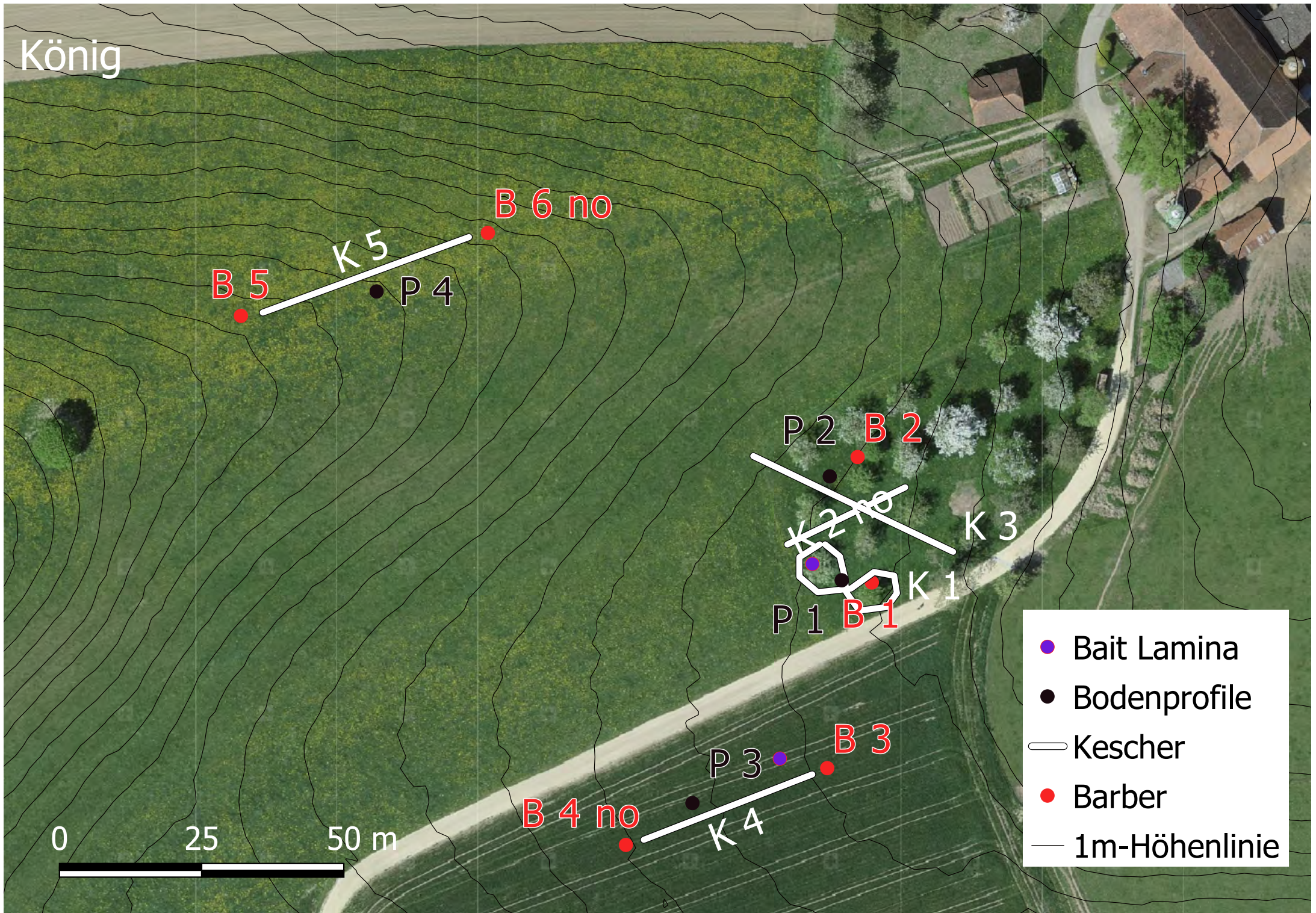
K 4

0

25

50 m

- Bait Lamina
- Bodenprofile
- Kescher
- Barber
- 1m-Höhenlinie



Luginbühl

K 6

B 4
K 4
B 1

K 1

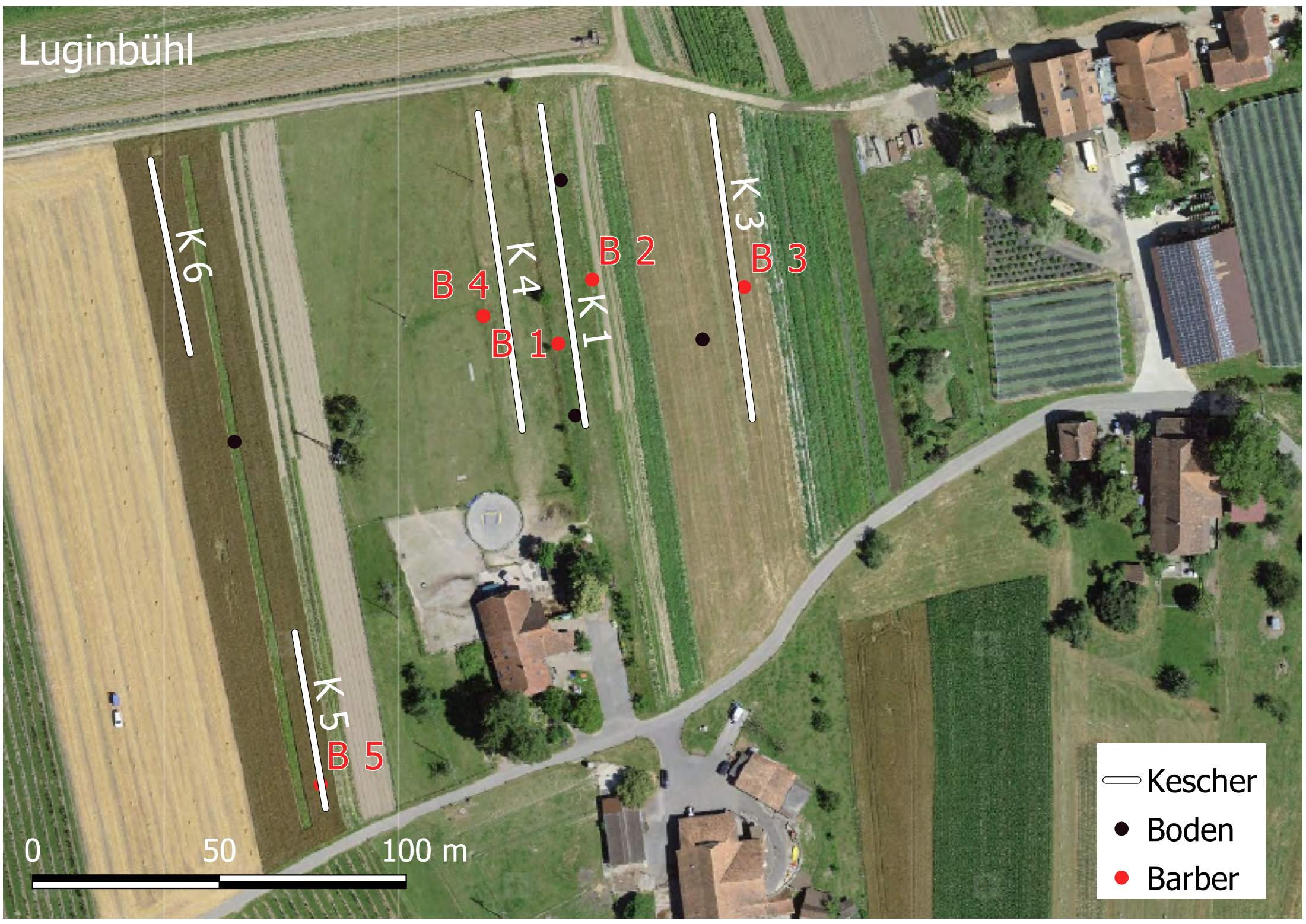
B 2

K 3
B 3

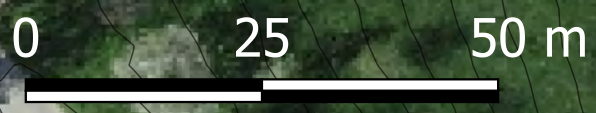
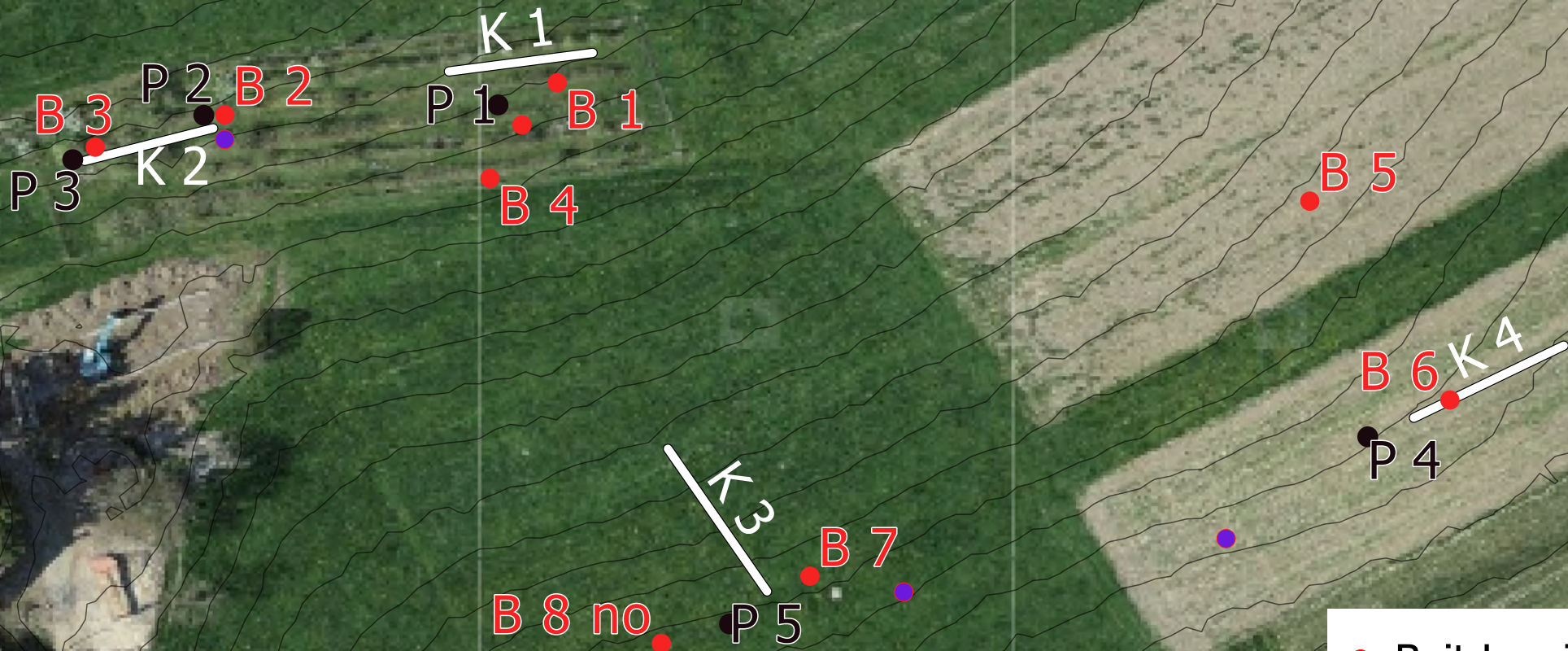
K 5
B 5

0 50 100 m

- Keschter
- Boden
- Barber

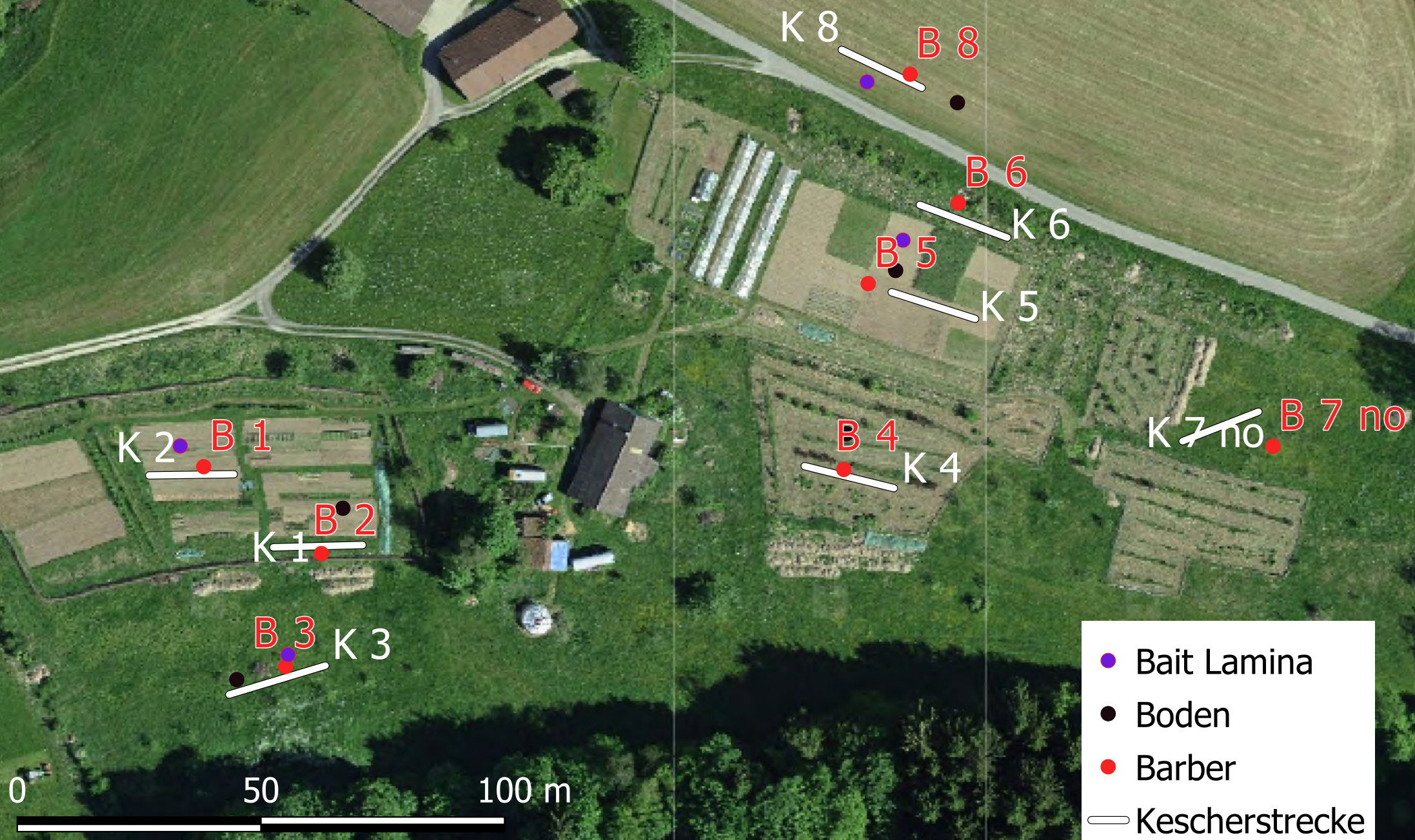


Paradies



- Bait Lamina
- Boden
- Barber
- Kescherfänge
- 1m - Höhenlinie

Tannacker



- Bait Lamina
- Boden
- Barber
- Kescherstrecke

0 50 100 m

Anhang 2

Betrieb	ID	Insekten- monitoring		Boden- monitoring		Fläche [m ²]	Kategorie	Kulturen		Merkmale
		Barber	Kescher	Spatenprobe	Bait Lamina			2020	2021	
Futterbaugeprägte Hügellandschaft des Mittellandes										
Auenhof	AU	B 1	K 4	P 1	BL	6645	Agroforst/Wiese			Agroforst, seit 2020
		B 2	K 4	P 1	BL 2	6645	Agroforst/Wiese			Agroforst, seit 2020
		B 3	K 5	P 1	BL	6645	Hecke/Wiese			Agroforst, seit 2020
		B 4	K 8	P 1	BL	6645	Agroforst/Wiese			Agroforst, seit 2020
		B 5	K 10	P 6	BL	736	Permakultur			seit 2020
		B 6	K 10	P 6	BL	736	Permakultur			seit 2021
		B 7	K 1	P 2	BL 3	331	Permakultur			seit 2020
		B 9	K -	P -	BL	577	Hecke/Gemüse			seit 2020
		B 10	K -	P -	BL	6645	Hecke/Wiese			Agroforst, seit 2020
		B 11	K 12	P 4	BL	386	Permakultur			Beerenobst
		B 12	K 11	P 3	BL	465	Permakultur			Indianerbanane
		B 13	K 13	P 9	BL 1	1741	Agroforst/Wiese			alter Bestand
		B -	K 2	P -	BL	1403	Gemüsefläche			Mischkultur
		B -	K 7	P -	BL	125	Extensivwiese			
B -	K -	P 5	BL	524	Permakultur					
B -	K -	P 7R	BL 2R	1308	Wiese			Referenz		
B -	K -	P 8R	BL 1R	200	Wiese			Referenz		
Ackerbaugeprägte Hügellandschaft des Mittellandes										
Farngut	B	B 1	K 6	P	BL 3	14431	FFF		Bohnen/GD	
		B 2	K 6	P	BL	14431	FFF		Bohnen/GD	
		B 3	K 5	P	BL	24389	Hecke/Wiese			
		B 4	K 3	P	BL 2	24389	Agroforst/FFF			seit 2020
		B 5	K	P	BL	24389	Agroforst/FFF			seit 2020
		B 6	K 4	P	BL	4446	Extensivwiese			feucht
		B 7	K 2	P	BL 1	2942	Gemüsefläche		Mischkultur	seit 2021
		B 8	K 1	P	BL	2942	Gemüsefläche		Mischkultur	seit 2021
Siedlungslandschaft / Ackerbaugeprägte Hügellandschaft des Mittellandes										
Gassner	GA	B 1	K 1	P 1	BL 3	2763	Permakultur			Mulch
		B 2	K 1	P 2	BL 1	2763	Permakultur			Mulch
		B 3	K 2	P 3	BL 2	2763	Permakultur			Plastik
		B 4	K 2	P	BL	2763	Permakultur			Plastik
		B 5	K 3	P 4	BL	17920	FFF	Getreide	Soja	
		B 6	K 4	P	BL	17920	FFF	Getreide	Soja	
		B 7	K 5	P 5	BL	39880	Agroforst/FFF	Getreide	Soja	
		B 8	K 6	P 6	BL	39880	Agroforst/FFF	Getreide	Soja	
Ackerbaugeprägte Hügellandschaft des Mittellandes										
Genossenschaft Kirschblüte	N	B 1	K 1	P	BL	406	Permakultur			seit 2020
		B 2	K 2	P	BL 1	1576	Permakultur			seit 2020
		B 3	K 6	P	BL	797	FFF		Kartoffeln	
		B 4	K 4	P	BL 3	713	Extensivwiese			
		B 5	K	P	BL	2261	Agroforst/Wiese			
		B 6	K 5	P	BL 4	2261	Permakultur	Himbeeren	Himbeeren	
		B	K	P	BL 2		FFF		Kohl	
B	K 3	P	BL		Hecke/Wiese			Wildsträucher		
Stark geformte Hügellandschaft des Mittellandes										
Horbermtatt	HM	B 1	K 1	P	BL	1931	Weide	Mais	Gründung	zukünftig Hecke
		B 2	K 2	P	BL	6249	Hecke/Weide			
		B 3	K 3	P	BL	1892	Extensivwiese			feucht
		B 4	K 4	P	BL 1	499	Permakultur			Agroforst
		B 5	K 5	P	BL	7350	FFF	Getreide	Kunstwiese	
		B 6	K	P	BL					
		B 7	K 7	P	BL	2151	Hecke/Gemüse	Mais	Mais	
		B 8	K 8	P	BL	7211	Wald/FFF		Mais/Kartoffeln	
		B 9	K 9	P	BL 1R	7216	Weide			Referenzfläche
Stark geformte Hügellandschaft des Mittellandes										
Kestenholz	KE	B 1	K 1	P	BL	2058	Permakultur			Teich
		B 2	K 2	P 2	BL	689	Permakultur			
		B 3	K	P	BL	5480	Agroforst/FFF			
		B 4	K	P 3	BL	5480	FFF	Kunstwiese	Kunstwiese	

Betrieb	Fortsetzung		Insekten- monitoring		Boden- monitoring		Fläche [m ²]	Kategorie	Kulturen		Merkmale
	ID	Barber	Kescher	Spatenprobe	Bait Lamina	2020			2021		
Kestenholz	KE	B 5	K 7	P	BL	5480	Agroforst/FFF				feucht
		B 6	K	P	BL	2058	Wiese				
		B 7	K 4	P 1	BL	478	Gemüsefläche	Kürbis	Kartoffeln		
		B	K 9	P	BL	10724	FFF	Kunstwiese	Getreide		
		B	K 8	P	BL	6678	FFF	Buchweizen	Gründüngung		
		B 8	K	P 4	BL	5935	Agroforst/FFF	ohne Mulch			
		B 9	K	P 5	BL	5935	FFF	Kunstwiese	Roggen		
		B 10	K 10	P	BL	5935	Agroforst/FFF	mit Mulch			
Ackerbaugeprägte Hügellandschaft des Mittellandes											
König	K	B 1	K 1	P 1	BL 1	300	Permakultur	Gemüse	Kürbis		Baumscheibe
		B 2	K 3	P 2	BL -	1536	Weide				Hostet
		B 3	K 4	P 3	BL 1R	6467	FFF	Mais	Weizen		
		B 5	K 5	P 4	BL -	3663	FFF	Weizen	Linsen/Leindotter		
Futterbaugeprägte Hügellandschaft des Mittellandes											
Luginbühl	LK	B 1	K 1	P 1	BL	2011	Permakultur	Weide	Gründüngung		in Planung
		B 2	K 1	P 2	BL	2011	Permakultur	Weide	Gründüngung		in Planung
		B 3	K 3	P 4	BL	6393	Gemüsefläche				
		B 4	K 4	P	BL	6482	Weide				Pferde
		B 5	K 5	P 3	BL	6093	FFF				
		B	K 6	P	BL	6093	FFF				
Ackerbaugeprägte Hügellandschaft des Mittellandes											
Paradies	P	B 1	K 1	P 1	BL	1943	Permakultur		Gemüsefläche		alte Obstanlage
		B 2	K 2	P 2	BL 1	1943	Permakultur	Wiese	Wiese		alte Obstanlage
		B 3	K 2	P 3	BL	1943	Permakultur	Wiese	Wiese		alte Obstanlage
		B 4	K	P	BL	1943	Permakultur				alte Obstanlage
		B 5	K	P	BL	6272	FFF	Ackerbohne	Mais		
		B 6	K 4	P 4	BL 2	19344	FFF	Ackerbohne	Mais		
		B 7	K 3	P 5	BL 3	9105	Wiese				
		B 9	K	P	BL	1943	Permakultur			Gemüsefläche	
Futterbaugeprägte Hügellandschaft des Mittellandes											
Tannacker	TA	B 1	K 2	P 1	BL 1	2292	Gemüsefläche				
		B 2	K 1	P	BL	242	Hecke/Gemüse				
		B 3	K 3	P 2	BL 2	3237	Extensivwiese				
		B 4	K 4	P 3	BL	1298	Permakultur				Haselnuss
		B 5	K 5	P 4	BL 3	1309	Gemüsefläche				
		B 6	K 6	P	BL	1031	Hecke/Gemüse				
		B 8	K 8	P 5	BL 3R	19828	FFF	Getreide	Raps		