

Abschlussbericht



Entwicklung von regionalen Agroforstsystemen in der Landwirtschaft für eine klimaresiliente und ökonomisch attraktive Grünlandnutzung

Förderkennzeichen: 35685/01-33/0

Felix Gräven, Jörg Böhmer, Camilla Bentkamp, Frank Wagener

Mitarbeit: Pascal Patrick Dickmann

Hochschule Trier

Umwelt-Campus Birkenfeld

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Projektbeginn: 26. Oktober 2020

Umwelt-Campus Birkenfeld, August 2023

IfaS Institut für angewandtes
Stoffstrommanagement

 Umwelt-Campus
Birkenfeld

H O C H
S C H U L E
T R I E R

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Inhalt

1	Zusammenfassung.....	4
2	Anlass und Zielsetzung des Projekts.....	5
3	Methodik, Vorgehensweise und Projektablauf.....	6
3.1	Konzepterstellung.....	6
3.2	holistisches Weidemanagement	12
3.3	Untersuchung holistisches Weidemanagement	14
3.4	Untersuchung Vegetation	18
3.5	Untersuchung Avifauna	19
3.6	Untersuchung organischer Kohlenstoffvorrat.....	21
4	Ergebnisse.....	25
4.1	Konzept.....	25
4.2	Umsetzung des Pflanzkonzepts.....	36
4.3	Untersuchung holistisches Weidemanagement	42
4.4	Untersuchung Vegetation	48
4.5	Untersuchung Avifauna	48
4.6	Untersuchung organischer Kohlenstoffvorrat.....	52
5	Diskussion.....	55
5.1	Untersuchung holistisches Weidemanagement	55
5.2	Untersuchung organischer Kohlenstoffvorrat.....	57
5.3	Untersuchung Avifauna	58
6	Öffentlichkeitsarbeit.....	60
7	Fazit	61
	Literaturverzeichnis.....	I
	Anhang 1: Vegetationsmonitoring	VII
	Anhang 2: Weidedokumentation 2022	VIII
	Anhang 3: Konzepte	X
	diskutierte potenzielle Standorte für Teiche.....	X
	Konzept 1.1.....	XI
	Konzept 1.2.1.....	XII
	Konzept 1.2.2.....	XIII
	Konzept 1.3.....	XV

Anhang 4: geologisches Gutachten	XVI
Anhang 5: Kosten- und Leistungsrechnung: Produktionsverfahren und Salden	XVII

1 Zusammenfassung

Der Klimawandel führt in zunehmendem Maße zu länger anhaltenden Trockenperioden in den Sommermonaten. Darunter leiden sowohl Nutztiere als auch Nutzpflanzen. Gleichzeitig nimmt die Intensität einzelner Regenereignisse zu. Damit verbundene Hochwasserereignisse sind eine ernstzunehmende Gefahr für Gemeinden und Städte in den Mittelgebirgslagen und in Übergangsbereichen. Deshalb wurde im Projekt EvA in Odernheim am Glan die Integration von Bäumen und niederen Gehölzen zur Stammholz-, Nuss- und Futterlaubproduktion in die Weidehaltung als Klimawandelanpassungs- und Vermeidungsstrategie für Mutterkuhhalter in Mittelgebirgsregionen erprobt.

Durch die Integration von Bäumen und Sträuchern in Grünlandflächen soll sich zukünftig ein besseres Mikroklima entwickeln, das Tierwohl verbessern und die Weideerträge gesichert werden. Des Weiteren wird mit der Nuss- & Wertholzproduktion die Wertschöpfung auf diesen sehr artenreichen Grünlandflächen erhöht, sodass sich die Bewirtschaftung/Pflege auch zukünftig lohnt und die Flächen nicht brachfallen und verbuschen. Darüber hinaus werten die Gehölze den Standort durch ihren extrem hohen Randlinienreichtum & ihre vertikale Diversität weiter auf. Die Einbindung von Gräben und Teichen in die landwirtschaftliche Nutzfläche leistet einen Beitrag zum Starkregenschutz für benachbarte Höfe und Wohngebiete in Odernheim an der Glan.

Im EvA-Projekt wurden diese Lösungen an einem Modellstandort exemplarisch umgesetzt und in der Bewirtschaftung erprobt. Um eine langfristige Bewertung der ökologischen und ökonomischen Leistungen der Modellfläche zu ermöglichen, wurden der Ausgangszustand und die anfängliche Entwicklung der Agroforstsysteme anhand verschiedener Parameter untersucht. Hierzu zählen Qualität und Ertrag des Aufwuchses, der Bodenkohlenstoffgehalt, die Lagerungsdichte des Bodens, die Artenzusammensetzung der Grasnarbe bzw. Vegetationsformationen des Grünlandes und die vorkommenden Vogelarten. Damit können zukünftig die Auswirkungen des Konzepts auf dieses Agrar-Ökosystem besser quantifiziert und Rückschlüsse für neue Pflanzungen gezogen werden.

2 Anlass und Zielsetzung des Projekts

Immer häufigere Mindererträge oder Missernten durch Hitzeperioden, ausbleibenden Regen oder Starkregenereignisse sind eine zunehmende wirtschaftliche Belastung für die landwirtschaftlichen Betriebe. Die Betriebe in den Mittelgebirgen sind aufgrund der Topographie besonders betroffen. Wasser fließt teils schneller ab, als es der Boden aufnehmen kann, die nutzbaren Bodenwasserkapazitäten sind aufgrund der geringen Mächtigkeit der Bodenauflage nicht sehr hoch. Insbesondere Südhänge sind sonnenexponiert und durch Dürre gefährdet. Hinzu kommt, dass aufgrund der Topographie und des Erosionsrisikos Grünland als Landnutzungsform dominiert, dies aber im Vergleich zu einer Ackernutzung deutlich weniger Wertschöpfungsmöglichkeiten bietet. Durch die Integration von Bäumen/Gehölzen zur Nuss-/Obst-/Biomasse- bzw. Futterlaubproduktion in die landwirtschaftliche Bewirtschaftung lässt sich diesen Problemen entgegenwirken: Agroforstsysteme können ein verbessertes Mikroklima schaffen (Kanzler et al., 2019) und Stressoren wie extreme Hitze dämpfen. Darüber hinaus erhöhen sie die ober- und unterirdische Biodiversität (P. Udawatta et al., 2019) und den Bodenkohlenstoffgehalt (Cardinael et al., 2017; Mayer et al., 2022). Besonders für die Mittelgebirgsregionen relevant ist, dass Agroforstsysteme oberflächlichen Wasserabfluss und Erosion reduzieren können (Béliveau et al., 2017; König, 1992). In der Praxis stößt man mit der Umstellung auf Agroforstsysteme je nach örtlichen und individuellen Gegebenheiten aber auch auf ökonomische, arbeitswirtschaftliche, ökologische und rechtliche Probleme. Deshalb wurden in diesem Pilotprojekt Praxiserfahrungen gesammelt und eine wissenschaftliche Begleitung aufgebaut.

3 Methodik, Vorgehensweise und Projektablauf

3.1 Konzepterstellung

Standortanalyse

Die klimatischen Verhältnisse wurden anhand der Aufzeichnungen der nahegelegenen Wetterstation Norheim des agrarmeteorologischen Dienstes Rheinland-Pfalz zusammengestellt. Die Schlaggeometrien bzw. deren Lage (lange/ kurze Seiten, spitze/ stumpfe Winkel, Hangexposition und Relief) wurden im Gelände und mittels Satellitenbilder, Liegenschaftskarten und des digitalen Geländemodells des Landesamtes für Vermessung und Geobasisdaten mit einer Gitterweite von einem Meter erfasst. Die Bodenverhältnisse wurden anhand der digitalen Bodenkarten des Landesamtes für Geologie und Bergbau charakterisiert, flach und tiefgründige Stellen identifiziert und so potenziell feuchte und trockene Stellen lokalisiert. Weiterhin wurden anhand des digitalen Geländemodells Abflussbahnen und Einzugsgebiete modelliert. Hierzu wurde ein Ingenieurbüro beauftragt.

Betriebsanalyse

Zusammen mit dem Betrieb wurde der Status quo der betrieblichen Ausrichtung und Vermarktungsstrukturen (zum Teil Fragebogen gestützt) erfasst.

Konzeptentwicklung

Auf Basis der Standorts- und Betriebsanalyse wurden die betrieblichen Ziele und die verschiedenen Möglichkeiten von Agroforstsystemen und deren Ausgestaltung mit dem Betriebsleiter diskutiert. Aufgrund zahlreicher rechtlicher Unklarheiten wurden Vertreter der unteren und oberen Naturschutzbehörden, Vertreter der Abteilung Wasserwirtschaft des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität, der Abteilung Landwirtschaft des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, Vertreter des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum (DLR) und der Struktur und Genehmigungsdirektion (SGD) zu einem Erörterungstermin Ende Oktober 2020 eingeladen. Die Idee Starkregenschutz und Biodiversitätsmaßnahmen in die landwirtschaftliche Produktion zu integrieren, stieß grundsätzlich auf Interesse, es wurden aber auch (im konkreten Fall) ökologische und rechtliche Hindernisse identifiziert (besonders schützenswerte Grünlandvegetation, Grünlandumbruch durch Pflanzung, Anerkennung der Gehölze/Bäume als landwirtschaftliche Kultur, Eingriff in den Wasserhaushalt durch Teiche). Im weiteren Projektverlauf wurde zunächst gemeinsam mit der unteren Naturschutzbehörde nach Lösungen für die Ausgleichspflicht des Grünlandumbruchs durch die Baumpflanzungen gesucht, sodass besonders sensible Bereiche der Grünlandvegetation ausgespart wurden. Außerdem wurde eine Bestandsaufnahme der biodiversen Grünlandvegetation gemacht, sodass die Auswirkungen der Baumpflanzung wissenschaftlich dokumentiert werden können. Da zu dieser Zeit die Bundesregierung noch nicht die Möglichkeit genutzt hatte, rechtliche Grundlagen für Agroforstsysteme zu schaffen, konnte mit dem unteren Landwirtschaftsamt eine Einigung erzielt werden, dass die Nussbäume weder als Landschaftselement noch als Streuobstwiese, sondern als Schalenobst gewertet und für die Agrarförderung angemeldet werden. Für die Planung der Teiche wurden zunächst verschiedene Wasserspeichersysteme recherchiert und Vor-Ort-Termine mit zwei Hydrologen und einem Teichbauer durchgeführt. Auf Basis dessen wurden verschiedene

Konzepte, auch in Verbindung mit der Anlage von Gräben, erarbeitet (vgl. Anhang 3). Für die Errichtung von Gewässern gelten strenge Verfahren und wie ein solches produktionsintegriertes landwirtschaftliches System „unkompliziert“ genehmigt werden kann, war auch den Wasserbauingenieuren und den Teichbauern unbekannt. Da die Entscheidung der unteren Behörden auf Verordnungen und Gesetze des Landes bzw. des Bundes beruhen, diese also den Rahmen vorgeben (Normenhierarchie), wurde dieser mit der oberen Wasserbehörde eruiert. Darüber hinaus wurde sich mit Landwirten ausgetauscht, die positive Erfahrungen im Rahmen der Genehmigung bei der Anlage von Teichen gemacht haben. Auf Basis der gesammelten Informationen wurde eine Anfrage für den Bau des Teiches an die untere Wasser- und Naturschutzbehörde formuliert, welche dann im weiteren Verlauf positiv beschieden wurde. Daraufhin wurde die Standsicherheit des Geländes für die geplanten maximalen Maße des Teiches berechnet (Anhang 4), sodass der Betriebsleiter einen Bauunternehmer und ggf. Bauingenieur mit dem Bau beauftragen kann.

Retentionswirkung

Da das Retentionsvolumen bei einem Graben mit Gefälle nicht dem Gesamtvolumen entspricht (vgl. Abb. 1) wurde das Retentionsvolumen wie folgt berechnet:

$$V_{\text{Retention}} = V_{1\% \text{ Gefälle}} + V_{0\% \text{ Gefälle}}$$

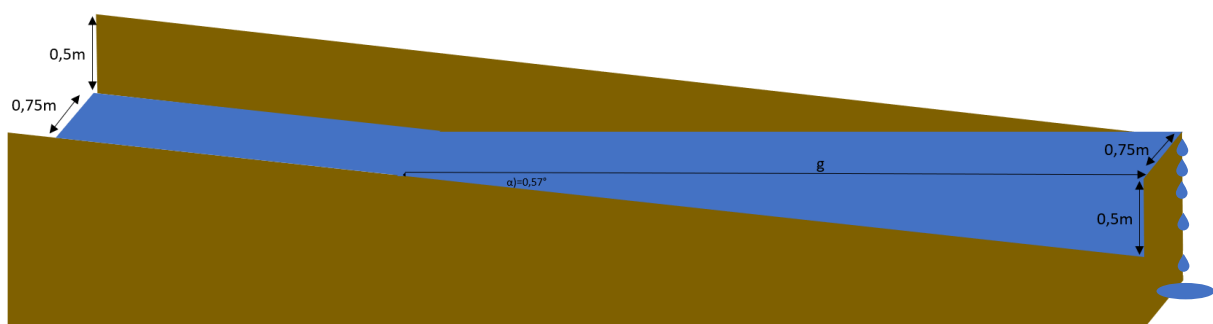


Abb. 1: Skizze zur Berechnung des Volumens des Grabenbereichs mit 1% Gefälle ($V_{1\% \text{ Gefälle}}$)

Das Retentionsvolumen des Teiches wurde näherungsweise mit der Formel für das Volumen eines Pyramidenstumpfes berechnet:

$$V_{\text{Pyramidenstumpf}} = \frac{1}{3} * h * (A_G + \sqrt{A_G * A_D} + A_D)$$

Ökonomische Analyse

Eine ökonomische Analyse des Walnussagroforstsystems erfolgte in Form einer Leistungskostenrechnung. Die jährlichen Salden (Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung) wurden mit 4 % auf den Investitionszeitpunkt abgezinst, dann zum Kapitalwert summiert und mittels Annuitätenmethode in eine über den Betrachtungszeitraum gleichbleibende Rente gerechnet.

Erlöse

Die Bandbreite der Walnusserlöse ist groß. Je nach Vermarktung liegen die Preise zwischen 1,80 EUR und 5,00 EUR pro Kilogramm (Großhandel), sowie 6,00 EUR und 14,85 EUR pro Kilogramm (Direktvermarktung) (vgl. Tabelle 1). In der Leistungskostenrechnung wurde ausgehend von einem

Direktvermarktpreis (ohne Umsatzsteuer (USt.)) von 9,00 EUR * kg⁻¹ und einem Erzeugerpreis von 4,50 EUR * kg⁻¹ vier Szenarien gerechnet:

1. 100 % Vermarktung über den Großhandel
2. bis zu 500 kg Absatz über Direktvermarktung
3. bis zu 1000 kg Absatz über Direktvermarktung
4. 100 % Direktvermarktung.

Für das stehende Gras wurde auf Basis von Richtwerten des Schweizer Bauernverbandes (Schweizer Bauernverband, 2022) ein Preis von 4,90 EUR * dt⁻¹ Heu angesetzt.

Tabelle 1: Verbraucher- und Erzeugerpreise von Walnüssen

Lfd. Nr	Produktionsart	Qualität	Jahr	Preis (€ * kg ⁻¹)	USt	Erzeugerland	Quelle
Verbraucherpreis (Direktvermarktung)							
1	biologisch	-	2020	11,68 – 14,85 €	ohne USt	Deutschland	(LLH Kassel zitiert nach Landwirtschaftsverlag Hessen, 2021)
2	-	-	2021	6,00 – 12,00 €	-	Deutschland	ökolandbau.de (2021)
Erzeugerpreis (Großhandel/Verarbeiter)							
1	konventionell	-	2021	2,00 - 3,50 €	-	Deutschland	ökolandbau.de (2021)
2	biologisch	-	2021	4,00 - 5,00 €	-	Deutschland	ökolandbau.de (2021)
3	konventionell	-	2011	2,40 - 2,70 €	-	Frankreich	Bouvet (2011)
4	konventionell	-	2009	1,80 - 2,50 €	-	Frankreich (unteres Isère-Tal)	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2016)
Verbraucherpreis (Lebensmitteleinzelhandel)							
1	konventionell	Klasse I	2021	9,33 €	ohne USt	Australien	Testkauf EDEKA Saarbrücken
2	konventionell	Klasse II	2021	7,38 €	ohne USt	Frankreich	Testkauf EDEKA Saarbrücken

Ertrag

Ausgehend von einem Durchschnittsertrag einer rund 20-jährigen Walnussplantage der Sorte Franquette von 20 dt * ha⁻¹ (Bouvet, 2011; Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes [CTIFL], 2016) wurde eine Ertragskurve erstellt (vgl. Abb. 2). Der bisherige durchschnittliche Heuertrag der Fläche wurde auf 50 dt * ha⁻¹ geschätzt. Obwohl der Ertrag durch die mikroklimatischen Effekte der Baumreihen mit zunehmender Baumgröße zunehmen sollte, können auch (negative)

allelopathische Effekte auftreten können, so dass in der Analyse gleichbleibende Erträge angenommen wurden.

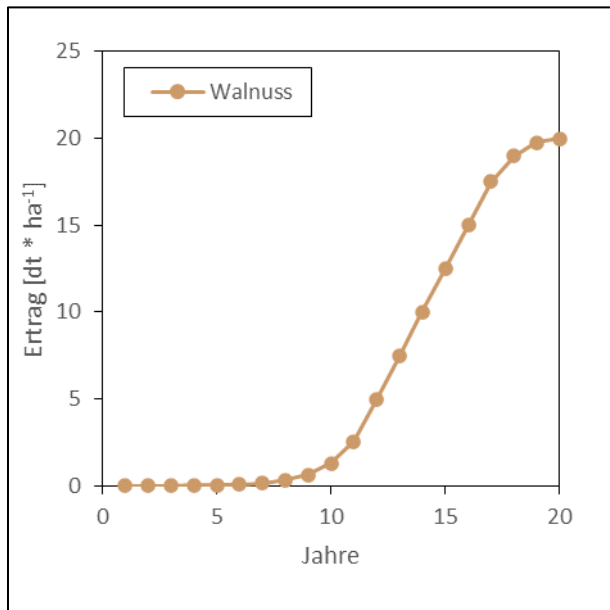


Abb. 2: angenommene Entwicklung des Walnussertrags

Direktkosten

Die Direktkosten der Pflanzung (Pflanzgut, Pflanzmaterialien) waren durch die Pflanzung bekannt. Für die Düngung durch die Tiere wurden kalkulatorische Düngekosten basierend auf $4,54 \text{ EUR} \cdot \text{kg N}^{-1}$, $1,08 \text{ EUR} \cdot \text{kg P}_2\text{O}_5^{-1}$, und $1,23 \text{ EUR} \cdot \text{kg K}_2\text{O}^{-1}$ angesetzt. Da es sich um einen extensiven biologischen Anbau von Walnüssen handelt wurden keine Kosten für Pflanzenschutzmitteleinsätze angesetzt.

Arbeits erledigungskosten - Lohnkosten

Der Mindestlohn betrug im Jahr 2020 9,35 EUR, ab Juli 2021 stieg dieser auf Empfehlung der Mindestlohnkommission auf 9,60 EUR; Anfang des Jahres 2022 dann auf 9,82 und im Juli 2022 auf 10,45 EUR (Deutscher Gewerkschaftsbund [DGB], 2017). Im Jahr 2020 lag die Tarifvereinbarung zwischen „Rheinischen Landwirtschafts-Verbands“ (RLV) und der „IG Bau Agrar Umwelt“ (IG Bau) für Landwirtschaftsgesellen bei 13,37 EUR pro Stunde und für Landwirtschaftsmeister bzw. staatlich geprüfte Agrarbetriebswirte bei 14,99 EUR pro Stunde (Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen [MAGS-NRW]). Die Tariflöhne für Auszubildenden lagen je nach Lehrjahr zwischen 4,27 EUR und 4,97 EUR pro Stunde (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen [LWK-NRW], 2022). Davon dürfen aber noch Pauschalsätze für Kost und Logis abgezogen werden (LWK-NRW, 2022). Ein landwirtschaftlicher Betriebsleiter wird im öffentlichen Dienst der Länder je nach Größe und Diversität des Betriebs bzw. Grad der Eigenverantwortung in die Entgeltgruppe 6 bis 12 eingeordnet (Tarifgemeinschaft deutscher Länder [TdL]. Legt man für selbstständige Betriebsleiter (Einzelunternehmen) die Entgeltgruppe 12 („Leiter von großen und sehr schwierigen landwirtschaftlichen Betrieben mit voller Selbstständigkeit“ (TdL)) und die Erfahrungsstufe drei zugrunde, so ergibt sich ein Bruttostundenlohn von 26,33 EUR pro Stunde.

Für die Berechnung der Bruttoarbeitskosten wurden Lohnnebenkosten in Höhe von 23 % (vgl. Statistisches Bundesamt, 2019) angenommen. Für die Berechnung der effektiven jährlichen Arbeitszeit wurden 24 Tage Erholungsurlaub (Statistisches Bundesamt, 2020b) sowie elf gesetzliche Feiertage und elf durchschnittliche Krankheitstage (Statistisches Bundesamt, 2020a) angenommen (= 1.712 effektive Arbeitsstunden pro Jahr). Bei den Auszubildenden sind noch durchschnittlich 480 Stunden Berufsschule abzuziehen, sodass für diese nur 1.232 effektive Arbeitsstunden pro Jahr zu veranschlagen sind.

Auf Basis der getroffenen Annahmen ergeben sich Bruttoarbeitskosten in Höhe von 39,50 EUR pro Stunde für den Betriebsleiter, 20,06 EUR pro Stunde für den Gesellen und 22,49 EUR pro Stunde für den Meister bzw. Agrarbetriebswirt, sowie 8,90 EUR bis 9,63 EUR pro Stunde für Auszubildende. Legt man für einen selbstständigen Betriebsleiter die Entgeltgruppe 12 („Leiter von großen und sehr schwierigen landwirtschaftlichen Betrieben mit voller Selbständigkeit“ (TdL)) und die Erfahrungsstufe drei zugrunde kommt man auf einen Stundenlohn in Höhe von 26,33 EUR pro Stunde (TV-L 2021). In der Regel liegen die in der freien Wirtschaft gezahlten Löhne über denen vom öffentlichen Dienst. Die Zahl ist also konservativ zu sehen.

Tabelle 2: Stundenlöhne und Bruttoarbeitskosten verschiedener Lohngruppen

Lohngruppe	Stundenlohn (EUR/h)	Quelle	Bruttoarbeitskosten (EUR/h)
gesetzlicher Mindestlohn (Juli 2020 - Juli 2021)	9,35 €	(DGB, 2017)	14,03 €
gesetzlicher Mindestlohn (Juli 2021 - Januar 2022)	9,60 €	(DGB, 2017)	14,40 €
gesetzlicher Mindestlohn (Januar 2022 - Juli 2022)	9,82 €	(DGB, 2017)	14,73 €
gesetzlicher Mindestlohn ab Juli 2022	10,45 €	(DGB, 2017)	15,68 €
Tariflohn Geselle 2020 (RLV & IG Bauen Agrar Umwelt)	13,37 €	(MAGS-NRW)	20,06 €
Tariflohn Meister/Agrarbetriebswirt 2020 (RLV & IG Bauen Agrar Umwelt)	14,99 €	(MAGS-NRW)	22,49 €
Tariflohn Lehrjahr 1 (2021)	4,27 €	(LWK-NRW, 2022)	8,90 €
Tariflohn Lehrjahr 2 (2021)	4,62 €	(LWK-NRW, 2022)	9,63 €
Tariflohn Lehrjahr 3 (2021)	4,97 €	(LWK-NRW, 2022)	10,36 €
Betriebsleiter (TV-L 12, Stufe 3, 2022)	26,33 €	(TdL)	39,50 €

Arbeitserledigungskosten - Maschinenkosten

Die Maschinenkosten der Wasch- und Kalibriermaschine und des Satztrockners wurden selbst ermittelt (Abschreibung linear über die Nutzungsdauer von 12 Jahren, Zinskosten 4 % vom durchschnittlich gebundenen Kapital (halber Anschaffungspreis), Unterbringungskosten 1 % vom Anschaffungspreis). Die übrigen Maschinenkosten wurden aus der Datenbank „MaKost – Maschinen- und Reparaturkosten“ des Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V [KTBL] übernommen. Die Zinsen wurden auf 3,0 % festgelegt, und ein Dieselpreis (ohne USt.) von 1,68 EUR pro Liter und ein Strompreis (ohne USt.) von 32 Cent pro Kilowattstunde angenommen. Für Geräte, die eine deutlich geringere Auslastung haben werden, als in den KTBL-Berechnungen hinterlegt, wurden Nutzungsdauer und Nutzungsumfang angepasst (z. B. Erdbohrer).

Arbeitserledigungskosten - Arbeitsvorgänge

Die Arbeitsvorgänge (vgl. Anhang 5) – Anzahl Arbeitskräfte, Arbeitszeit, Maschinen und Maschinenstunden, wurden auf Basis von Ergebnissen von Bouvet (2011) und KTBL, sowie eigenen Kalkulationen festgelegt.

Pachtkosten

Auf Basis der örtlichen Bodenrichtwerte und einer durchschnittlichen Renditeerwartung durch Verpachtung von 1,33 % im Jahre 2020 in den alten Bundesländern (Deutscher Bauernverband e.V [DBV] & Agrarmarkt-Informations-GmbH [AMI], 2022) wurde eine Grünlandpacht in Höhe von 66,50 EUR angenommen.

3.2 Holistisches Weidemanagement

Durchführung 2021

Im Jahr 2021 wurde die Umsetzung des holistischen Weidemanagements auf betrieblicher Ebene erprobt. Die Dokumentation erfolgte durch Fotos (vgl. Abb. 3)



Abb. 3: Weide im Jahresverlauf 2021

Planung 2022

Die Beweidung wurde vom Landwirt so geplant, dass im Mittel über alle an der Rotation beteiligten Parzellen, die relative Weidedauer von $3,6 \text{ d} \cdot \text{ha}^{-1}$ bei der ersten Beweidung auf $6,9 \text{ d} \cdot \text{ha}^{-1}$ bei der dritten Beweidung anstieg (Zunahme des Graswachstums) und dann deutlich abflachte ($7,4 \text{ d} \cdot \text{ha}^{-1}$). Die Weideruhe stieg in der Planung bis zur dritten Beweidung an, zwischen dritter und vierter fiel sie überwiegend ab und zur fünften Beweidung (erste Beweidung im neuen Jahr) stieg sie an (90 Tage). Für die flachen Weiden „Obst links“ und „Waldfestplatz“ war eine Weideruhe von $140 \text{ d} \cdot \text{ha}^{-1}$ geplant. Dies war dem Umstand geschuldet, dass die vierte Beweidung aufgrund der Apfelernte nach hinten geschoben wurde.

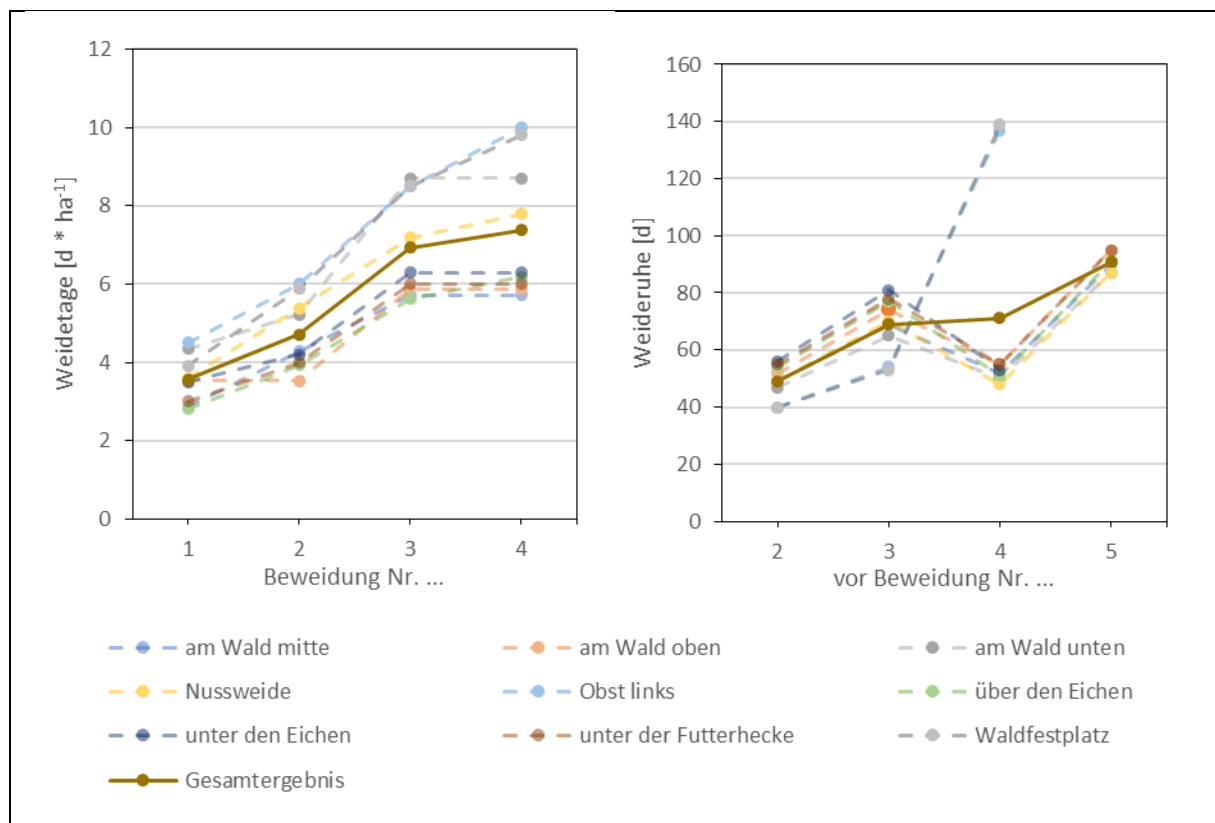


Abb. 4: geplante Weidedauer und Weideruhe der einzelnen Beweidungen der einzelnen Parzellen (gestrichelte Linien) und der Mittelwert über alle Parzellen (durchgezogene Linie)

Durchführung 2022

Die Beweidung wurde mit acht Jungbullen und zwei Deckbullen durchgeführt. Die erste Weideauftrieb war am 9. März (vgl. Abb. 5). Dieser recht frühe Auftrieb sollte vor allem dem Anregen der Bestockung der Grasnarbe und der Unkrautunterdrückung dienen und wird im Allgemeinen auch als Vorweide bezeichnet, weil die Tiere häufig nur stundenweise oder halbtägig, aber nicht ganztägig weiden. Diese erste Rotation musste auf der Nussweide unterbrochen werden (vgl. Abb. 5), da eine Regenperiode einsetzte. Der Oberboden war aufgrund der Wintermonate nur oberflächlich „abgetrocknet“ und die Grasnarbe nicht trittstabil. Die Tiere wurden daraufhin zu ihrem Unterstand gebracht. Am 13. April wurde die Beweidung der Fläche fortgesetzt. Aufgrund des einsetzenden Wuchses durch die steigenden Temperaturen (Vegetationsbeginn) dauerte die Beweidung länger als geplant. Die steilen Parzellen unterhalb der Nussweide wurden übersprungen und die Rotation begann von vorne. Bei der zweiten Beweidung wurde die Parzelle „am Wald oben“ zur Schonung der dort vorkommenden

seltenen Orchideen ausgelassen. Ebenfalls übersprungen wurden die steilen und mageren Parzellen „über den Eichen“ und „unter den Eichen“. Bei der dritten und vierten Rotation musste von der geplanten Abfolge am deutlichsten abgewichen werden (vgl. Abb. 5).

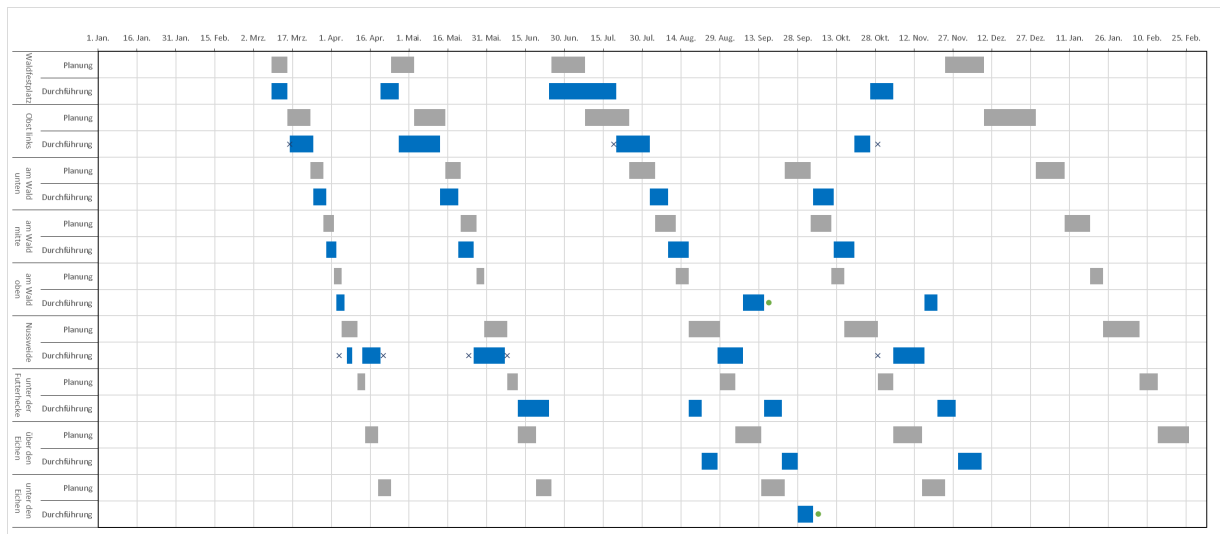


Abb. 5: Planung und Durchführung der Beweidung. Planung graue Balken, Durchführung blaue Balken, Probenahme „x“ und Mulchen „•“

3.3 Untersuchung holistisches Weidemanagement

Untersuchungsdesign

Da die Aufteilung der Herde in Variante und Kontrollgruppe für den Betrieb arbeitswirtschaftlich nicht darstellbar war, sollten die Auswirkungen des holistischen Weidemanagements auf den Grasertrag und die für das Futter relevanten Inhaltsstoffe dreier Weideparzellen verschiedener Standortbedingungen untersucht werden: „Nussweide“ (flache Hanglage), „über den Eichen“ (steile Hanglage) und „Obst links“ (Tallage) (vgl. Abb. 7).

Probenahme

Jeweils vor und nach einer Beweidung wurde die jeweilige Parzelle nach einem festgelegten Muster abgeschritten und an sieben Stellen mittels eines Probenahmerahmens und einer elektrischen Grasschere 0,5 m² des Aufwuchses geerntet und in Plastiksäcke verstaut (vgl. Abb. 6 und Abb. 7). Außerdem wurde vor und nach jedem Probeschnitt ein Foto gemacht. Anschließend wurde die Parzelle in die entgegengesetzte Richtung abgeschritten und dabei im gleichen Abstand an 20 Stellen die Bestandshöhe mittels eines Gliedermaßstabes ermittelt.

Da der Betriebsleiter aufgrund von Personalengpässen nur sehr kurzfristig den Weideumtrieb planen und umsetzen konnte, fehlen einige Beprobungen.



Abb. 6: A: Ernte von sieben Stichproben a $0,5 \text{ m}^2$ Fläche mittels Probenahmerahmen und Akkugrasschere. B: Foto vor dem Schnitt. C: Foto nach dem Schnitt. D: Messung der Bestandshöhe mittels eines Gliedemaßstabes

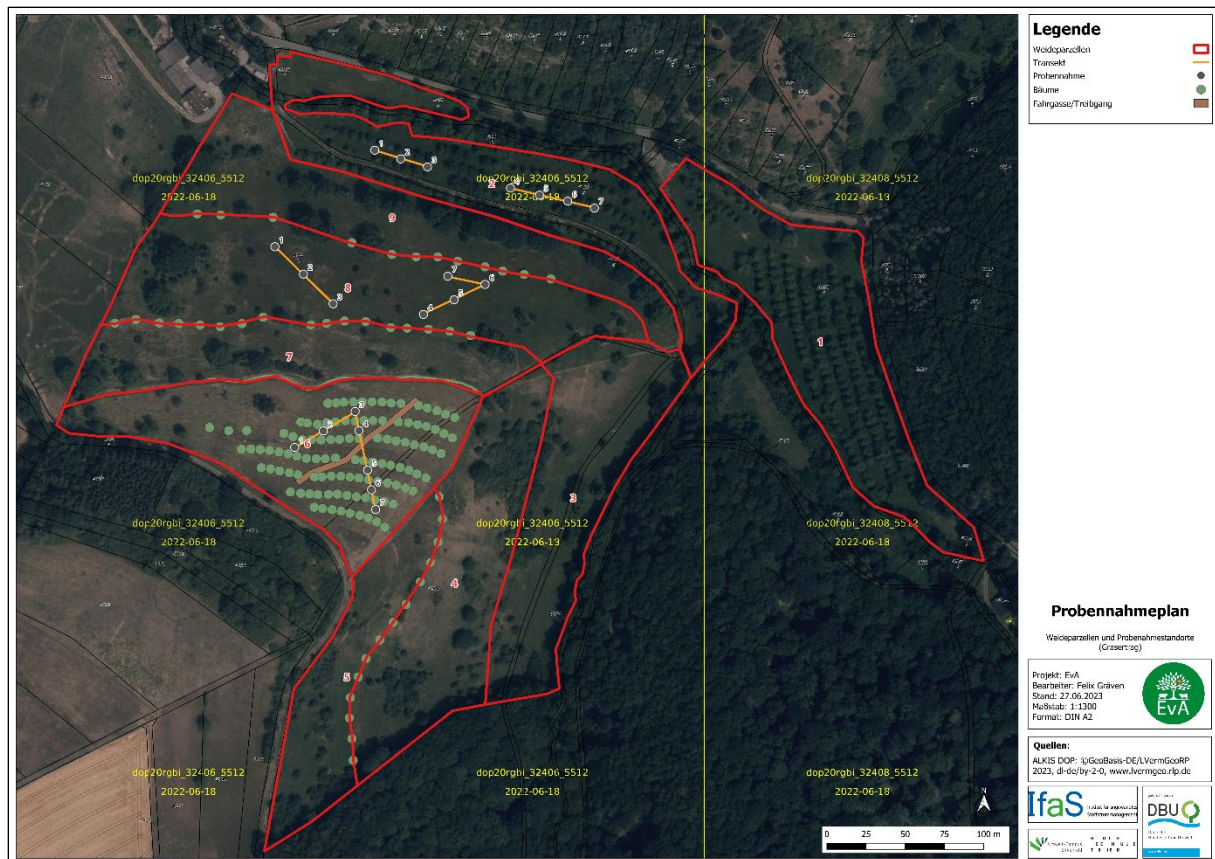


Abb. 7: Probenahmeplan: Weideparzellen und Nummern (rot), Transekte (gelb), Probennahme (grau). Anmerkung: Probennahmestandorte wurden visuell bestimmt.

Probenmanagement

Um die Proben für die Analysen zu bündeln, wurden diese eingefroren. Bei den ersten drei Proben geschah dies nach einem gekühlten Transport zum Umwelt-Campus Birkenfeld. Die folgenden Proben wurden direkt auf dem Hof eingefroren.

Frischmasseertrag

Bei den ersten drei Proben wurde die Frischmasse am Umwelt-Campus Birkenfeld bestimmt, bei den folgenden Proben direkt auf dem Hof. Die Masse wurde dann ins Verhältnis zur Erntefläche ($0,5 \text{ m}^2$) gesetzt.

Trockenmassegehalt

Die gefrorenen Proben wurden mittels Schere zerkleinert durchmischt und ein Aliquot von rund 40 bis 70 g für die Trockenmassebestimmung eingewogen. Diese wurden gemäß der des Methodenbuchs des Verbands deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA)¹ bei 69°C für 24 h getrocknet und anschließend wieder zurückgewogen. Das Verhältnis von Einwaage und Auswaage ergibt den Trockenmassegehalt.

Trockenmasseertrag

Der Trockenmasseertrag wurde aus dem Frischmasseertrag und dem Trockenmassegehalt errechnet.

¹ VDLUFA Methodenbuch, Band III Kapitel 3.1



Abb. 8: A: Durchmischen und zerkleinern der Probe. B: Trocknen der Proben in Aluschalen bei 69°C im Trockenschrank

Inhaltsstoffe

Von den sieben Proben, die vor den Beweidungen genommen wurden, wurde jeweils eine Mischprobe von min. 800 g erstellt. Die weiterführenden Analysen wurden von einem Dienstleister (Labor) durchgeführt. Zur Reduzierung von Fahrten wurden die Proben zunächst wieder eingefroren. Die Analyse von Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, erfolgte mittels Nahinfrarotspektroskopie. Der Gehalt an Rohasche wurde nach VDLUFA Methodenbuch Band III Kapitel 8.1 bestimmt und metabolisierbare Energie (ME Energie) wurde aus vorherigen Werten errechnet.

Witterungsverhältnisse 2021 & 2022

Das Jahr 2021 war im Vergleich zum langjährigen Mittel (1961 - 1990)² rund 0,9 °C wärmer. Insbesondere die Monate Juni, Oktober und Dezember lagen mit +3,7 °C, +2,1 °C und +2,2 °C Abweichung deutlich über den Durchschnittswerten. Die Monate April und Mai waren mit -1,1 °C und -1,8 °C Abweichung etwas kühler als im langjährigen Mittel. Dafür waren Frühling, Spätsommer und Herbst deutlich zu trocken: Im März und April betrug der Niederschlag jeweils nur rund 20 mm (-50 %), im August 46 mm (-18 %), im September nur 13 mm (-69 %) und im Oktober 23 mm (-50 %). Das Jahr 2022 war nochmals trockener und wärmer. Von Februar bis August waren die Niederschläge durchweg zu gering. Höhepunkt dieser Entwicklung bildeten Juli und August mit jeweils nur rund 5 mm Niederschlag (-90 %). Zum August ergab sich ein kumuliertes Niederschlagsdefizit (im Vergleich zum langjährigen Mittel) von 100 mm (-29 %). Die Temperaturen lagen im Jahr 2022 im Schnitt 2,5 °C über den langjährigen Werten; relativ gleichmäßig über alle Monate verteilt. Ausnahmen bildeten der April und der September mit nur +0,6 °C und +0,3 °C Abweichung, sowie der Dezember mit +0,9 °C Abweichung.

² Vergleich mit der Wetterstation Schloss Boeckelheim

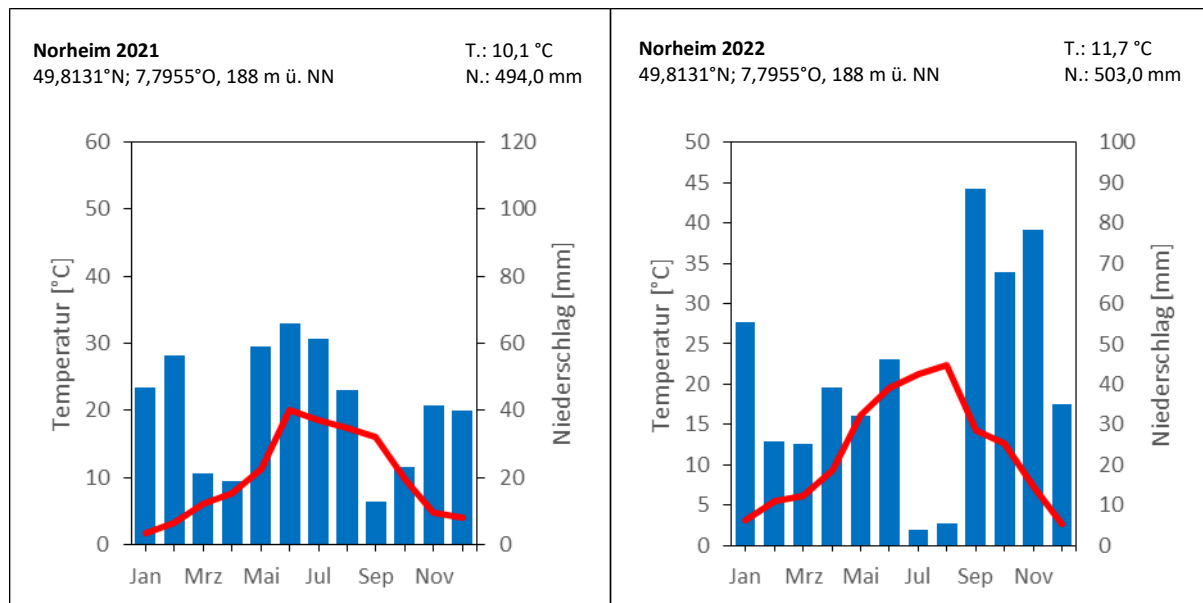


Abb. 9: Niederschlagsverteilung (blaue Balken) und die monatliche Durchschnittstemperatur der Jahre 2021 und 2022 (Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz)

3.4 Untersuchung Vegetation

Um die künftigen Auswirkungen der Agroforstsysteme auf die verschiedenen Grünlandgesellschaften – Halbtrocken-/Magerrasen bis mesophile Glatthaferwiesen/Kammgrasweiden – quantifizieren zu können, wurden in den Jahren 2021 und 2022 eine Frühjahrs- und einer Sommeraufnahme der Vegetation erstellt. Dazu wurden zwei Stellen in der Nussagroforstfläche untersucht und zusätzlich noch drei Stellen in den angrenzenden Bereichen.

Die vegetationskundlichen Aufnahmen wurden nach der Braun-Blanquet Methode mit Erweiterung nach Willmanns (1989) auf je 5 x 5 m² durchgeführt. Zusätzlich zur Abundanz wurde die Vitalität (geschwächt, kümmerlich, sichtbare Schäden, normal, kräftig) fünfstufig erfasst. Die Untersuchungsflächen sind mit Pflöcken abgesteckt und zusätzlich per GPS eingemessen worden (siehe Abb. 10).

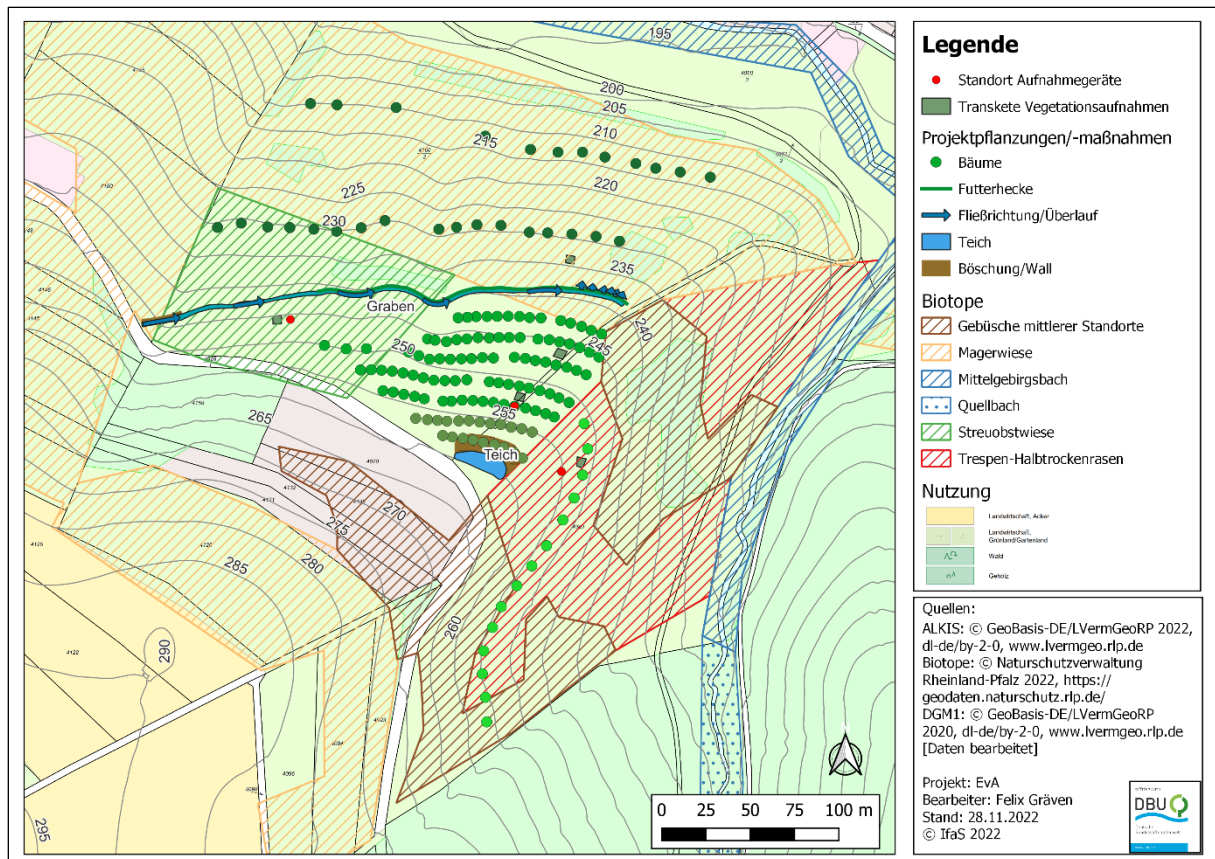


Abb. 10: Standorte der Transekte der Vegetationsaufnahmen und der Aufnahmegeräte für die Avifauna auf der Projektfläche, sowie bereits kartierte Biotope und die tatsächliche Landnutzung aus ALKIS

3.5 Untersuchung Avifauna

Im Jahr 2021 wurden an drei Terminen – vom 11. Mai auf den 12. Mai, vom 10. Juni auf den 11. Juni und vom 18. Juni auf den 19. Juni – an drei Standorten Aufnahmen auf der Projektfläche durchgeführt; jeweils von 18 Uhr abends bis 8 Uhr morgens. Die Aufnahmen wurden mit Geräten vom Typ „Audiomoth“ der Firma „Open Acoustic Devices“ durchgeführt.

Im Jahr 2022 wurden an ebenfalls drei Terminen – 2. Mai bis 6. Mai, 30. Mai bis 3. Juni, 4. Juli bis 8. Juli – jeweils 48 h lang jede Stunde eine fünfzehnminütige Aufnahme erstellt. Die Aufnahmen wurden mit Geräten vom Typ „Songmeter SM4“ der Firma „Wildlife Acoustics Inc.“ durchgeführt und sollen die Datengrundlage erhöhen, auf dessen Basis der Status quo abgebildet wird.

Insgesamt wurden drei Aufnahmegeräte eingesetzt. Das erste Aufnahmegerät wurde im Westen des Projektareals am Nordhang des Hellersberges in dem Bereich einer alten Streuobstwiese aufgehängt (vgl. Abb. 10). Dazu wurde das Gerät am Stamm eines Apfelbaums in Richtung Tal (Norden) befestigt (vgl. Abb. 11). Die Streuobstwiese lässt sich als mager, trockene Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum brometosum*) charakterisieren. Im Norden und im Westen grenzt die Fläche an ebenfalls extensiv beweidetes Grünland und im Osten an das neu angelegte Nussagroforstsystem. Oberhalb (südlich) liegt ein Feldweg und darauffolgend ein kleiner Nadelwald- bzw. ein mit Gehölzen bewachsenes „Unland“. Das zweite Aufnahmegerät wurde im oberen Bereich der neu angelegten

Nussagroforstfläche aufgehängt (vgl. Abb. 10); an einem Baumpfahl (vgl. Abb. 11). Die Vegetation lässt sich als Glatthaferwiese mittlerer Standorte charakterisieren. Die Fläche grenzt im Westen an die alte Streuobstwiese im Norden an die neu angelegte Futterhecke und extensiv beweidetes Grünland (magere, trockene Glatthaferwiese), im Osten an den extensiv beweideten Osthang und im Süden an den Feldweg bzw. das mit Gehölzen bewachsene Unland. Das dritte Gerät wurde auf einer extensiv beweideten Grünlandfläche im Osten des Projektareals, kurz hinter der „Kammlinie“ an einem Busch auf einem Osthang des Hellersberges befestigt (vgl. Abb. 10 und Abb. 11). Die Vegetation lässt sich als Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobromion erecti*) charakterisieren. Die Fläche grenzt wie die beiden anderen im Süden an einen Feldweg und einen mit Gehölzen bewachsene Unland, aber zusätzlich noch an eine extensiv bewirtschaftete Wiese. Im Osten befindet sich auf der anderen Talseite ein geschlossener Mischwald, im Süden grenzt die Fläche an extensiv beweidetes Grünland und den Münchhededtgraben.



Abb. 11: A & D Aufnahmestandort 1 - alte Streuobstwiese & magere trockene Glatthaferwiesen (*Arrhenatheretum brometosum*) B & E Aufnahmestandort 2 - neues Nussagroforstsystem & Glatthaferwiesen mittlerer Standorte (*Arrhenatheretum elatioris*) C & F Aufnahmestandort 3 – extensive Weide (Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobromion erecti*)); A, B und C im Jahr 2021 mit Geräten vom Typ „Audiomoth“ der Firma „Open Acoustic Devices“; D, E und F im Jahr 2022 mit Geräten vom Typ „Songmeter SM4“ der Firma „Wildlife Acoustics Inc.“

Datenauswertung

Die Auswertung der Tonaufnahmen erfolgte mit dem Open Source Programm „Audacity“. Dieses Programm wurde genutzt, um manuelle Detektionen zu erstellen, welche anschließend mit Hilfe der Webanwendung „BirdNET Sound ID“, entwickelt vom „K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics“ der Cornell Universität in Ithaca (Ney York) und der Professur Medieninformatik von der Technischen Universität Chemnitz, den entsprechenden Vogelarten zugeordnet werden konnten. Dabei wurden kurze Audioausschnitte von der Webapplikation analysiert und die wahrscheinlichsten Arten aufgelistet. Plausible und sichere Detektionen wurden verzeichnet und mit den erwarteten Arten abgeglichen. Zusätzlich wurden die NABU-Vogelporträts und die illustrierte Checkliste der von Cornell Lab of Ornithology entwickelten eBird-Datenbank herangezogen. Mit Hilfe dieser Datenbanken wurde ein optischer und akustischer Abgleich der kurzen Audioabschnitte durchgeführt. Verschiedene Vogelartenlisten (Landschaftspflegeverband Mittelfranken (2014), Manderbach, R. (2022), Naturschutzverwaltung RLP (2022), Simon, et al. (2014), Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz. (o. J.)), welche für das untersuchte Areal zutreffend sind, wurden zum Abgleich der vorkommenden und protokollierten Arten herangezogen. Dabei wurde der Fokus auf die Brutvögel gerichtet, deren Lebensraum dem analysierten und angrenzendem Areal entspricht. Darüber hinaus können Arten, welche das Gebiet als sog. Nahrungsgäste nutzen oder zu den Durchzüglern zählen, beobachtet werden.

In die Ergebnisse floss nur die Auswertung der Daten aus dem Jahre 2021 ein. Die Daten aus 2022 konnten bis zum Projektende nicht mehr ausgewertet werden.

3.6 Untersuchung organischer Kohlenstoffvorrat

Untersuchungsdesign

Zur Überprüfung der Hypothese, dass die Etablierung eines Agroforstsystems auf Weideflächen zu einer Erhöhung der Humusgehalte, also zu einer C-Sequestrierung im Bodenprofil führt, wurden die organischen Kohlenstoffgehalte in zwei Tiefen (5 - 10 cm und 30 – 35 cm) sowie in zwei Abständen von der Baumreihe (± 6 m und 0 m) bestimmt. Zur Untersuchung der Bodenkohlenstoffgehalte wurden zunächst solche Bereiche identifiziert, auf denen die Standraumbedingungen möglichst gleich sind. Dazu wurden Randbereiche, Senken, Fahrweg/Treibgang mit ausreichend Abstand ausgespart (vgl. Abb. 12).

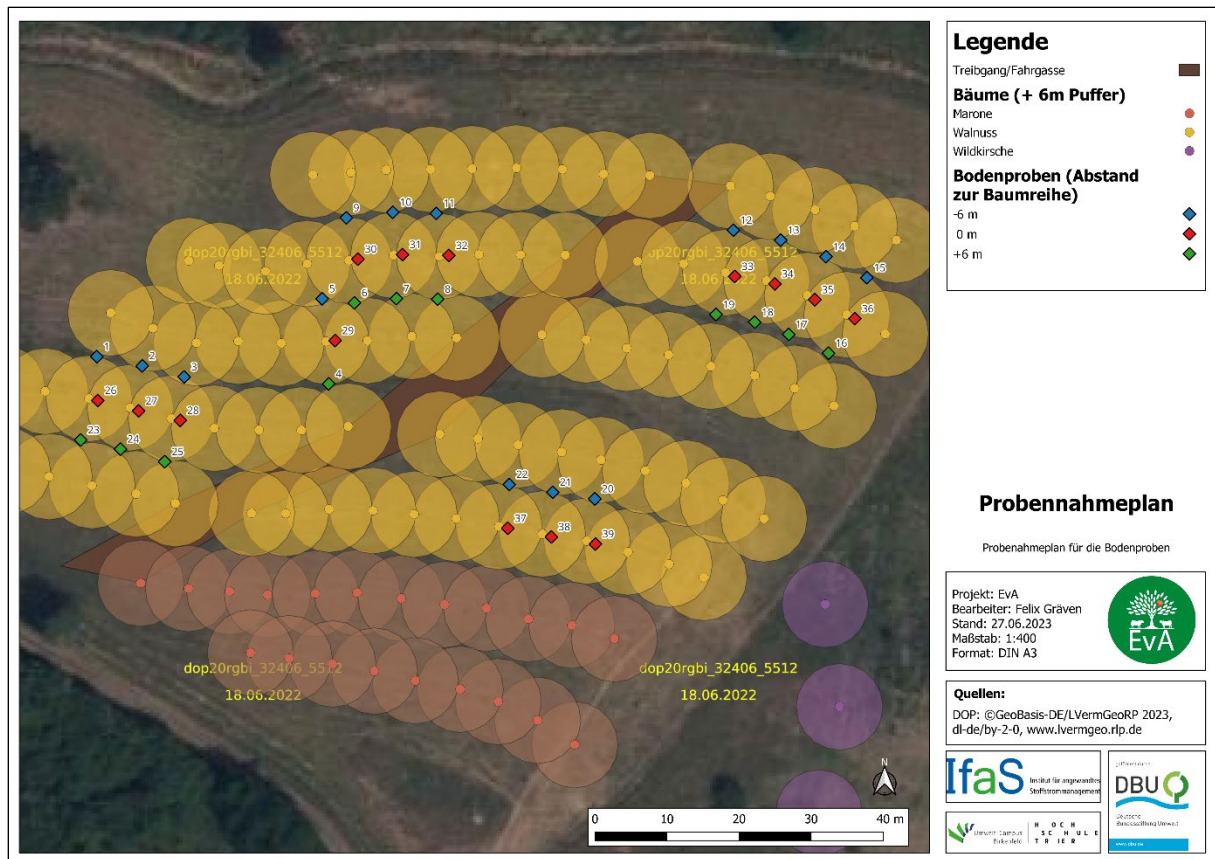


Abb. 12: Probennahmeplan (6 m Puffer zur Identifizierung von Bäumen mit gleichen Standraumbedingungen (Überlappungsbereiche))

Probennahme:

Am 17. Dezember 2021 und am 17. Februar 2022 wurden die Proben mittels eines teilbaren Probennehmers von 43 cm Länge und einem Innendurchmesser von 4,8 mm genommen. Zunächst wurden mit einem Maßband an den entsprechenden Bäumen der Probenstandort eingemessen (vgl. Abb. 13 A): Zwischen den Reihen ± 6 m und innerhalb der Baumreihe (0 m) 1 m vom Stamm entfernt (vgl. Abb. 12). Der Probennehmer wurde mit zwei bis drei Schlägen eingeschlagen, gedreht und aus dem Boden gezogen (vgl. Abb. 13 B). Anschließend wurde der Probennehmer geteilt und dann die Länge der Säule gemessen (vgl. Abb. 13 C). Schließlich wurde die Säule aus dem Probennehmer entnommen und in ein beschriftetes Transportbehältnis geführt (vgl. Abb. 13 D). Abschließend wurde noch die Tiefe des Lochs gemessen.



Abb. 13: A: Einmessen des Probestandortes mit einem Maßband. B: einschlagen des Probenehmers. C: Messung der Länge der Bodensäule. D Einführen der Bodensäule in die Transporthüllen

Lagerungsdichte des Gesamtbodens

Am Campus wurden die Säulen aus ihren Behältnissen entnommen und die zu untersuchenden Bereiche mit einem scharfen Messer bzw. Teppichmesser aus der Säule geschnitten und die Frischmasse bestimmt (vgl. Abb. 14 A). Anschließend wurden die Proben zerkleinert und bei 105°C für 24 Stunden im Trockenschrank getrocknet. Die Proben wurden dann zurückgewogen. Die Trockenmasse im Verhältnis zum Probenvolumen ergibt die Lagerungsdichte des Gesamtbodens:

$$\text{Lagerungsdichte (LD)} = \text{TM}_{\text{Gesamtprobe}} / V_{\text{Gesamtprobe}}$$

Organischer Kohlenstoffgehalt

Mittels Siebung wurde von den getrockneten Proben ein Aliquot von rund 20 ml Feinboden (Korngrößenfraktion < 2 mm) gewonnen. Mittels Elementaranalysator wurde dann der Kohlenstoffgehalt bestimmt. Aufgrund der geographischen Lage und der Bodenkarte wurde angenommen, dass der Boden kalkfrei ist, sodass der Gesamtkohlenstoffgehalt dem organischen Kohlenstoffgehalt entspricht.

Skelettgehalt:

Die Proben wurden nun vollständig mittels Siebung in die Fraktionen Feinboden (Korngrößenfraktion < 2 mm) und Grobboden (Korngrößenfraktion > 2 mm = Kies bzw. Steine) und Wurzeln getrennt. Da die Steine schon deutlich verwittert waren und der Boden sehr tonig ist, ließen sie sich nicht

zerstörungsfrei aus den Krümelaggregaten separieren. Deshalb wurde die Feinbodenfraktion abgeschlemmt (vgl. Abb. 14 B). Die Steine und Wurzeln wurden bei 105 °C für 24 h getrocknet. Die Feinbodenfraktion ergibt sich aus der Differenz zwischen der Gesamttrockenmasse und Trockenmasse der Wurzel und der Grobbodenfraktion:

$$\text{Feinboden: } TM_{\text{Feinboden}} = TM_{\text{Gesamtprobe}} - TM_{\text{Grobboden}} - TM_{\text{Wurzel}}$$

$$\text{Skelettgehalt (X)} = TM_{\text{Grobboden}} / (TM_{\text{Grobboden}} + TM_{\text{Feinboden}})$$

Organischer Kohlenstoffvorrat

Die absolute Menge organischen Kohlenstoffs ergibt sich aus der Multiplikation des Kohlenstoffgehalts des Feinbodens mit der Lagerungsdichte des Feinbodens multipliziert mit dem Volumen der Bezugsgröße.

$$\text{Vorrat}_{\text{Corg}} = \text{Gehalt}_{\text{Corg}} \times LD_{\text{Feinboden}} \times \text{Fläche} \times \text{Tiefe}$$

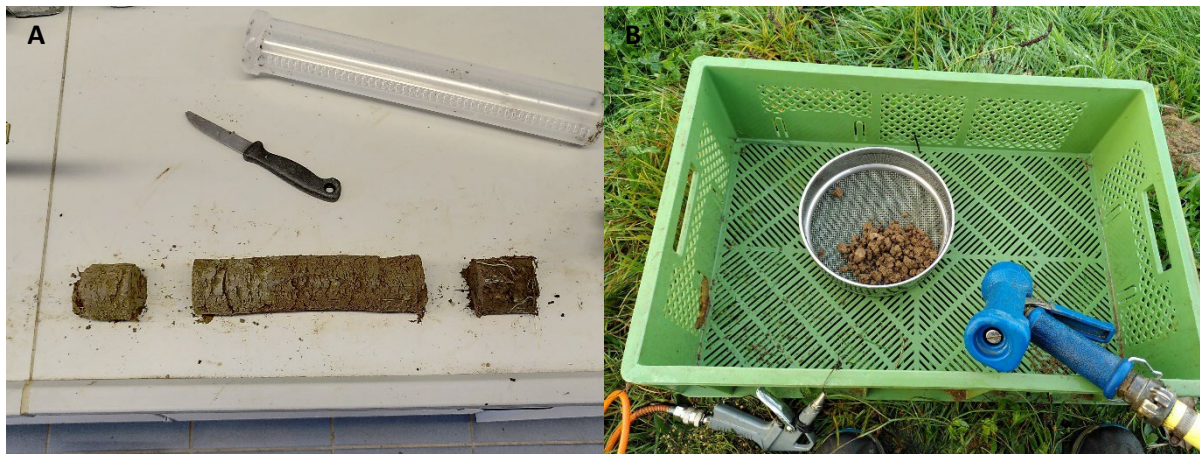


Abb. 14: A: Herausschneiden der Proben aus den relevanten Tiefen (5 – 10 cm und 30 – 35 cm). B: Abschleimen des Feinbodens mittels Wasserbrause und eines Siebes mit einer Maschenweite von 2 mm; Druckluft zur Entfernung des durch Oberflächenspannung gehaltenen Wassers.

Statistische Auswertung

Der Einfluss des Faktors „Bodentiefe“ und „Entfernung zur Baumreihe“ auf die verschiedenen Parameter, wurde varianzanalytisch zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ ausgewertet. Zur Überprüfung der Modellvoraussetzungen (Varianzenhomogenität und Normalverteilung) wurde sowohl explorative Verfahren (Streudiagramme, Boxplots, Histogramme und QQ-Diagramme) als auch parametrische Verfahren (Leven's Test Shapiro-Wilk Test) herangezogen. Der Datensatz zum Skelettgehalt war rechtsschief und wurde durch Logarithmieren transformiert. Als Post-hoc Test wurde der Tukey HSD Test zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ verwendet.

Der Einfluss der Probennahme auf die Dichte des Bodens wurde mittels gepaarten t-Test der Säulen- und der Bohrlochlängen ermittelt.

4 Ergebnisse

4.1 Konzept

Standort

Klima

Die Fläche liegt bei Odernheim am Glan am Nord- und Osthang des Hellersbergs und ist Teil des Landschaftsraums Lemberg-Hochfläche der Großlandschaft Saar-Nahe Bergland (Nordpfälzer Bergland). Die langjährige durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei 10,9 °C und der mittlere Jahresniederschlag bei ca. 534 mm (aus Daten Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz).

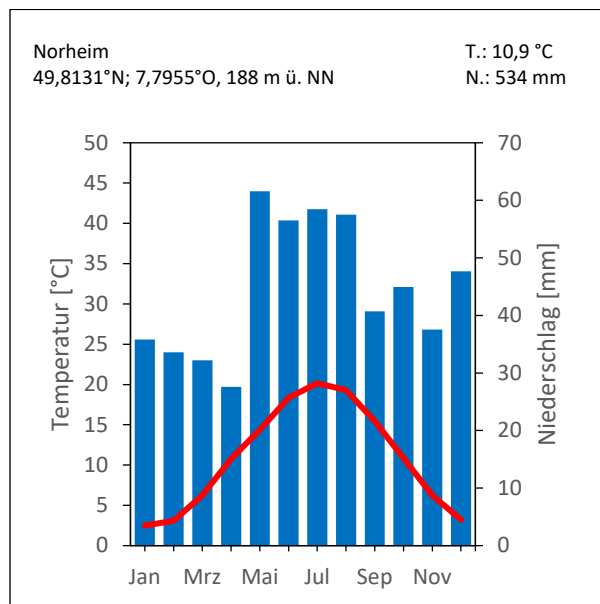


Abb. 15: langjährige Niederschlagsverteilung (blaue Balken) und die monatliche Durchschnittstemperatur (rote Linie) (03.2003 – 02.2023) (Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz)

Boden

Der vorherrschende Bodentyp in den Hangbereichen ist ein Regosol aus flachem löss- und grusführendem Schluff (Hauptlage) über grusführendem Schluff (Basislage) über tiefem Schuttschluff aus Silt- und Tonstein (Karbon bis Rotliegend) (vgl. Abb. 16) (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz [LGB-RLP]). Der Bodentyp in den Senken (westliche Feldgrenze) ist vorwiegend ein Kolluvisol aus lössreichem, kiesführendem Kolluvialschluff (Holozän) über sehr tiefem Ton (Tertiär) aus Silt- bis Tonstein (Karbon bis Rotliegend) (vgl. Abb. 16) (LGB-RLP). Die Bodenmächtigkeit liegt auf dem Nordhang zwischen 70 und 100 cm und auf dem Osthang zwischen 30 und 70 cm (LGB-RLP). Bei einer Feldkapazität des Bodens von 260 bis 390 mm und 130 bis 260 mm auf dem Osthang ergibt sich über die Bodenmächtigkeit eine nutzbare Feldkapazität von 140 bis 200 mm auf dem Nordhang und 90 bis 140 mm auf dem Osthang (LGB-RLP). Die amtliche Bodenschätzung hat die Bodenart der Fläche als Lehm mit der Zustandsstufe II auf dem Nordhang und der Zustandsstufe III auf dem Osthang eingestuft. Die Klimastufe ist in „a“ eingeordnet (mittlere Jahrestemperatur > 8°C). Die Wasserstufe ist in die Klasse „3“ (normale/mittlere Wasserverhältnisse) eingeordnet. Der Nordhang hat 48 Bodenpunkte

und der Osthang 42 (siehe Abb. 17) (Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation (LVermGeo) Rheinland-Pfalz).

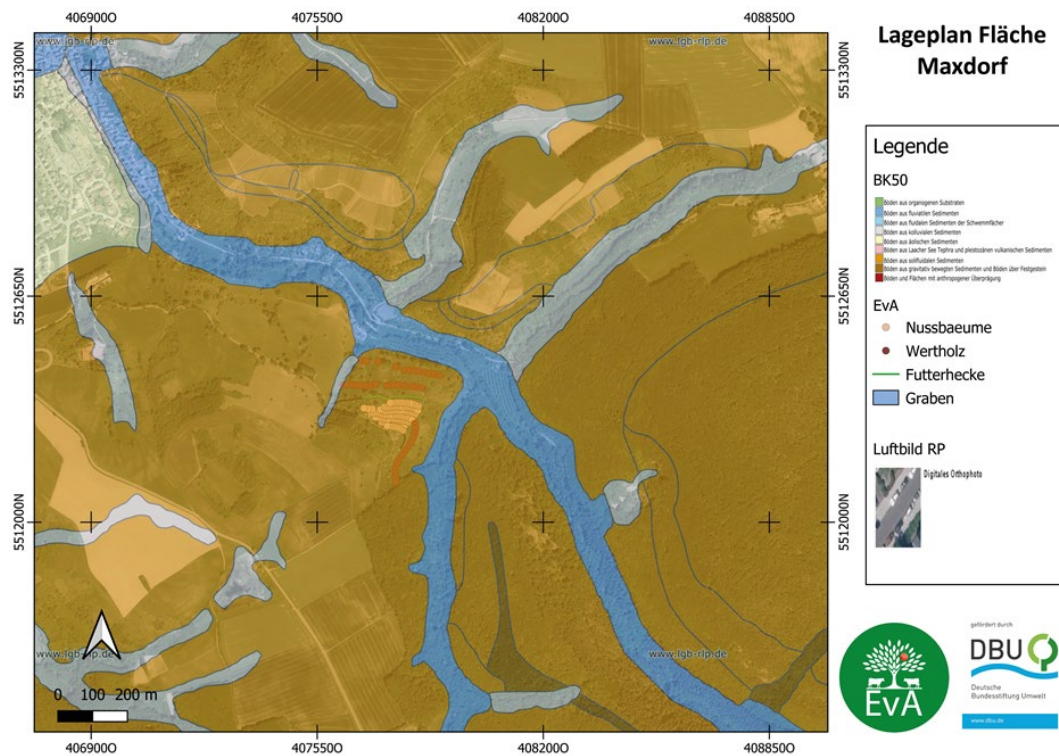


Abb. 16: Kartenausschnitt des Plangebiets der Bodenkarte 1:50.000 (Quellen: BK50: ©LGB-RLP (2021), dl-de/by-2-0, www.lgb-rlp.de, Digitales Orthofoto (40cm): ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de)

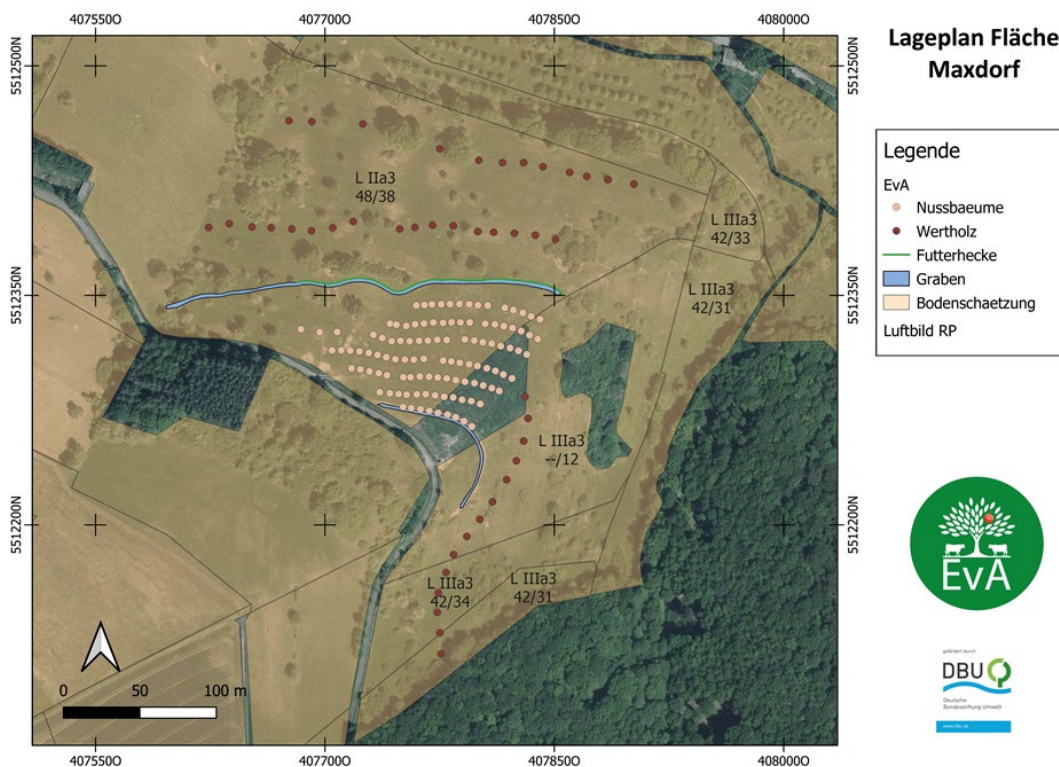


Abb. 17: Kartenausschnitt des Plangebiets der Karte Bodenschätzung (Quellen: Bodenschätzung RP: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de, Digitales Orthofoto (40cm): ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de)

Relief

Im südöstlichen Teil des Nordhangs gibt es einen knapp 1 ha großen flacheren Bereich mit Steigungen von nur 10 bis 30 %. Der südwestliche Bereich hat sowohl Bereiche mit 20 bis 30 % Steigung als auch Bereichen mit 30 bis 40 % Steigung (vgl. Abb. 18). Der nördliche Bereich des Nordhangs hat zum überwiegenden Teil eine Steigung von 30 bis 40 %. Der Osthang hat über die gesamte Länge Bereiche mit Steigungen von 40 bis 50 bis über 50 %. Auf beiden Hängen sind die alten Terrassierungen, z.T. durch Steigungen von über 50 % erkennbar (vgl. Abb. 18).

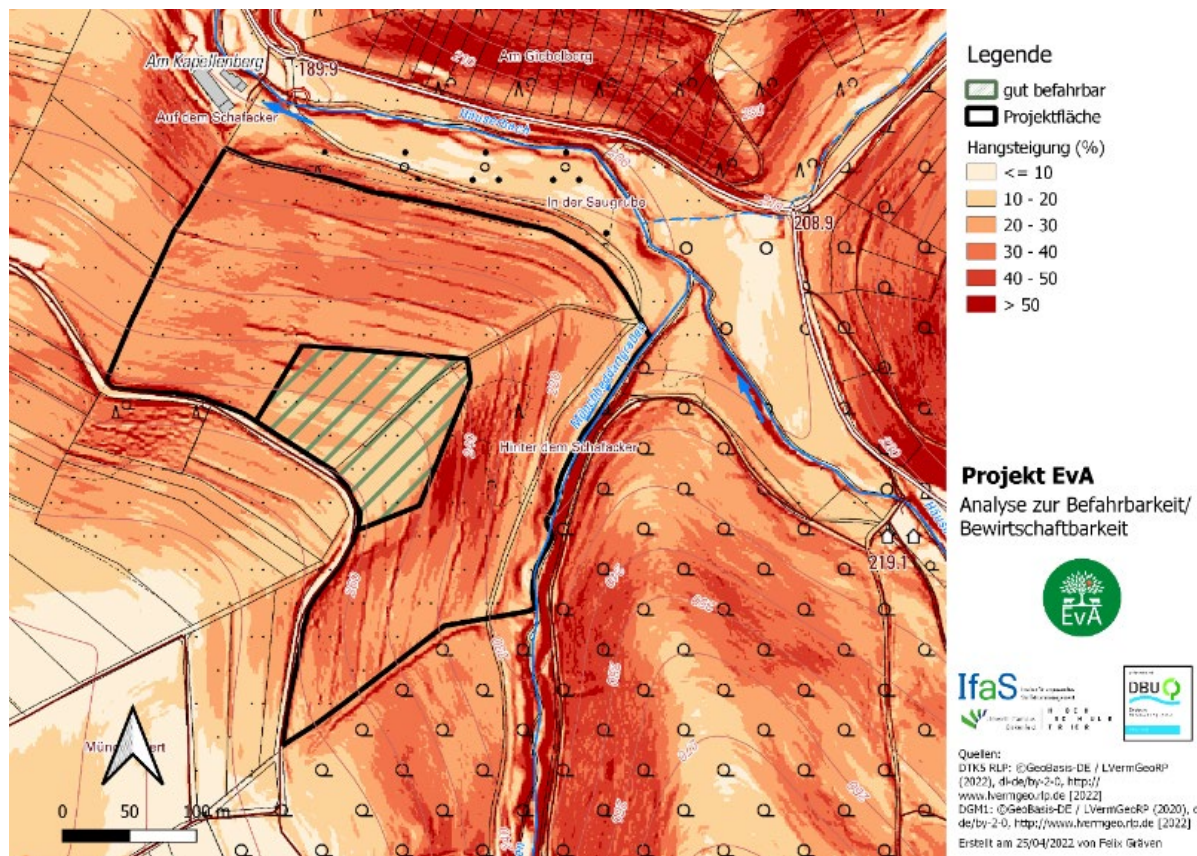


Abb. 18: Analyse der Steigung auf Basis des Digitalen Geländemodells

Abflussanalyse

Die Abflussanalyse zeigt, dass sich das Wasser überwiegend in den Senken und entlang des Wirtschaftswegs konzentriert (vgl. Abbildung 19)

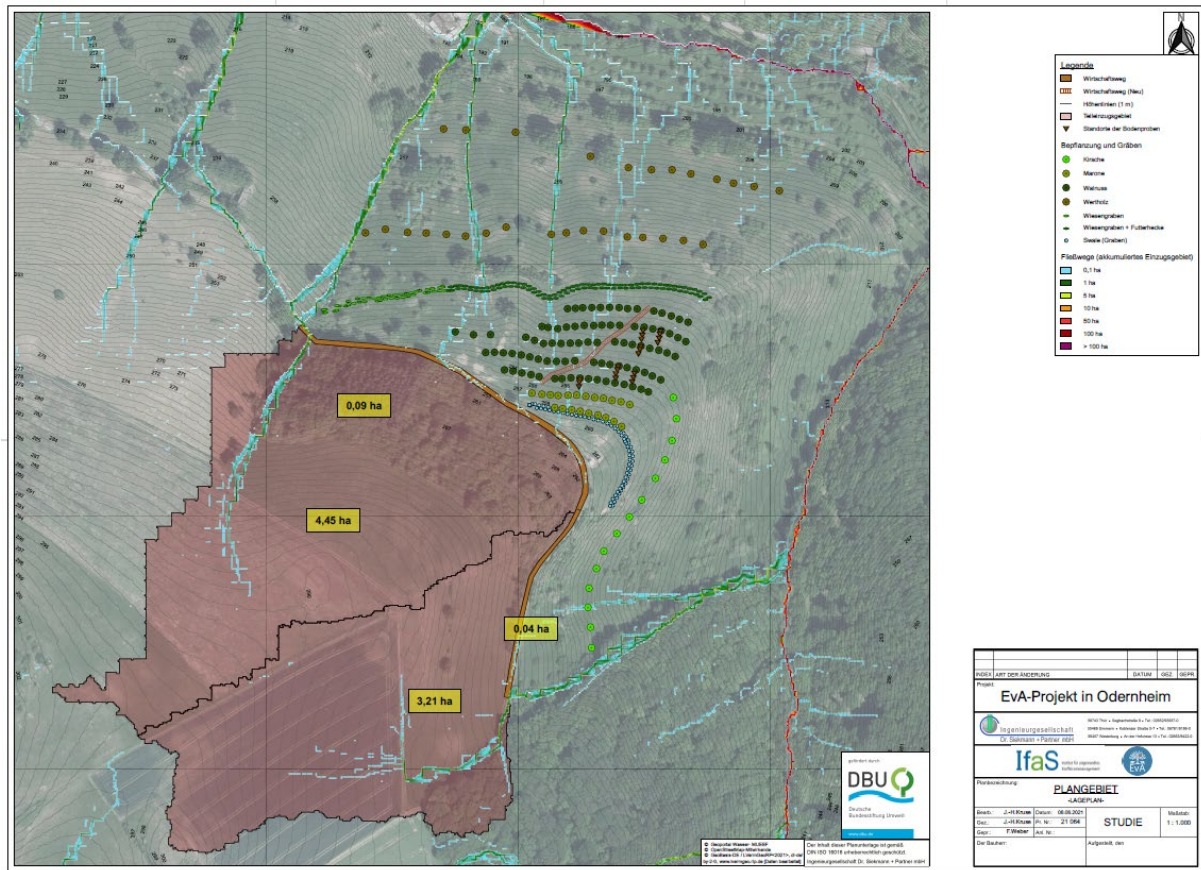


Abbildung 19: Abflussanalyse der Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann und Partner mbH.

Betriebsspiegel

Der Betrieb bewirtschaftet 75 ha landwirtschaftlicher Fläche, davon sind 50 ha Grünland, 7,5 ha Acker und 14,5 ha Obstplantagen. Auf den Ackerflächen wird mehrjährig Klee gras angebaut, welches lediglich zum Erhalt des Ackerstatus alle fünf Jahre umgebrochen wird, sodass dann ein Jahr ein Getreidegemenge angebaut wird.

Darüber hinaus hält der Betrieb Mutterkühe, der Rasse Glanrind. Insgesamt sind es 15 Mutterkühe, 30 Färsen/Jungbullen und ein bis zwei Deckbullen (Angus). Die Kalbung erfolgt (vorwiegend) im April. Die Färsen und Jungbullen bleiben auf dem Betrieb und werden in ganzjähriger Vollweidehaltung gemästet. Nach durchschnittlich 20 bis 30 Monaten sind die Tiere schlachtreif. Das Fleisch wird über den Hofladen aber auch an Restaurants in der Umgebung vertrieben.

In den Apfelplantagen stehen ca. 25 verschiedene Sorten. Ein kleiner Teil in Spindelerziehung auf mittelstark wachsenden Unterlagen zur Tafelobstproduktion. Der Großteil sind mittelstark bis starkwachsende Mostobstbäume. Daneben gibt es noch Sauer- und Süßkirschen und Aroniasträucher. Das Obst wird in der hofeigenen Mosterei zu Saft gepresst und abgefüllt und über einen Hofladen Einzelhandel und Großhandel regional vermarktet.

Der Betrieb hält 150 Legehennen der Rasse Coffee and Cream, in einem Mobilstall, der über die ebenen Obstflächen rotiert. Ziel ist es den Pflanzenschutzmitteleinsatz und insbesondere den Insektizideinsatz

zu reduzieren. Durch das Scharren der Hühner entfällt ein Arbeitsgang zum Freihalten der Baumstreifen (Mulchen). Die Eier werden über den Hofladen bzw. Verkaufsautomaten vermarktet.

Der Betrieb heizt mit einer Hackschnitzelheizung, die mit dem aus Pflegemaßnahmen anfallenden Holz beschickt wird.

Betriebliche Ziele

Der Betriebsleiter hat ein starkes Interesse an Mehrnutzungskonzepten. Es ist ihm ein Kernanliegen, die Obstanlagen nicht nur für die Obstproduktion und die Weiden nur für die Mutterkuhhaltung bzw. Bullenmast zu nutzen, sondern beides zusammenzudenken, um Synergien zu nutzen: Höherer Gesamtertrag pro Hektar („land equivalent ratio (LER)“), phytosanitäre Effekte (bessere Verrottung von Pilzsporen), mehr Tierwohl durch eine bessere Beschattung. Darüber hinaus möchte er in Anlehnung an das Keyline Design von Yeomans (1954) oberflächlich abfließendes Wasser für den Betrieb nutzbar machen, also zurückhalten. Hiervon profitieren im Falle eines Starkregenereignisses auch die Unterlieger. Das Wasser soll im besten Fall zur Versorgung der Viehtränken genutzt werden, oder der Bewässerung der Flächen.

Wahl der Agroforstsysteme

Der Betrieb ist für alle gängigen Agroforstsysteme geeignet. Der Betrieb ist sehr breit aufgestellt, betreibt Obstbau mit einer angeschlossenen Verarbeitung sowie Viehhaltung und Ackerbau. Die Erzeugnisse werden zum Teil über den Hofladen oder Verkaufsautomaten vermarktet. Die Wärmeversorgung läuft über eine Holzhackschnitzelheizung.

flacher Hangbereich

Im flacheren oberen Hangbereich (vgl. Abb. 20), wo die Ernte von Obst noch möglich ist, soll dieses hohe Wertschöpfungspotenzial durch die Pflanzung von Walnuss- und Maronenbäumen, genutzt werden. Walnüsse und Maronen sind in der Region beliebt, werden aber hauptsächlich in Frankreich angebaut und werden das Sortiment des Hofladens gut ergänzen. Darüber hinaus können Walnüsse und Maronen auch über Supermärkte sowie Maronen zusätzlich auf Weihnachtsmärkten vermarktet werden. Der Walnuss- bzw. Maronenanbau lässt sich gut in den Betrieb integrieren, denn Obstbau-Know-how und Technik sind bereits vorhanden, sodass lediglich Investitionen für die Weiterverarbeitung (Trocknung, Entschalung) anfallen würden. Da es in der Region bereits einen Landwirt gibt, der in den Anbau von Walnüssen eingestiegen ist, könnte dieser in den ersten Jahren die Verarbeitung übernehmen.

Neben Walnüsse und Maronen stand noch anderes Obst zur Auswahl. Am naheliegendsten war zunächst die Erweiterung der Apfelproduktion. Der Anbau der Kultur ist bekannt und eine Verarbeitung auf dem Betrieb zu Apfelsaft bzw. Cider ist ebenfalls gegeben. Als weitere Vermarktungsoption wurde die Apfelessigproduktion angedacht. Birnbäume wurden ebenfalls diskutiert, aber der windexponierte Nordhang mit seinen geringen Sonnenstunden ist für die Tafelobstproduktion weniger geeignet. Außerdem wären die für die Rinderhaltung nötigen Hochstammbäume für die Ernte von Tafelobstqualitäten zu arbeitsintensiv und die Nachfrage nach Birnensaft ist begrenzt. Birnencider, vermarktet als „Nordpfälzer Beerewoi“, wäre noch eine Option

gewesen. Letztlich wurden sowohl die Erweiterung des Apfelanbaus als auch der Einstieg in den Birnenanbau zugunsten eines komplett neuen Standbeins der Nussproduktion verworfen.

Übergang zum steilen Hangbereich

An der Grenze zum steilen Teil des Hanges wurde eine Hecke geplant, deren Laub zusätzlich zum Gras als Futter genutzt werden soll. Sei es durch selbstständiges Abweiden durch die Tiere oder durch sogenanntes „Schneiteln“, also (ab)schneiden des Laubes zur Futtervorlage. Das Weiden von Rindern an Büschen und Bäumen scheint ein natürliches Bedürfnis bzw. Verhalten zu sein (Schwabe & Kratochwil, 1987). Schwabe und Kratochwil (1987) gehen davon aus, dass das Laub für die Tiere schmackhaft ist, vermuten aber auch einen spezifischer Appetit, der die Tiere zu einer ausgewogenen Ernährung bewegt. Bekannt ist, dass Tiere z. B. einen Salzbedarf durch Fraßselektion ausgleichen (Fraser (1978) zitiert in Schwabe & Kratochwil, 1987). Untersuchungen von Hejcman et al. (2016) zeigen, dass die Nährstoffzusammensetzung in Laubblättern unter Umständen günstiger sein kann, als die von Gras: In ihren Untersuchungen waren die Kaliumgehalte von Zwergbirken-, Moorbirken-, Wollweiden-, Teeblättrigeweidenblättern niedriger als die Gehalte der Blätter von Rasen-Schmiele und Wiesen-Fuchsschwanz. Wohingegen die Magnesium- und Calciumgehalte höher waren. Das ist vorteilhaft, denn junges gedüngtes Gras kann durch hohe Kaliumgehalte zu Weidetetanie oder Gebärparese (Milchfieber) führen. Es blockiert die Magnesiumaufnahme im Pansen und reduziert die Calciummobilisation aus den Knochen (Martens & Schweigel, 2003). Darüber hinaus sind die Tanningehalte in Laubbaumblättern höher als in den Gräsern (Hejcman et al., 2016; Leiber & Hämmerli, 2016). Laut Leiber & Hämmerli (2016) zeigen Untersuchungen zu kondensierten Tanninen, dass diese bei der Rinderfütterung gewissen ernährungsphysiologische Vorteile haben: Kondensierte Tannine gehen mit Proteinen eine pH-Wert-abhängige Bindung ein, sodass diese im nur leicht sauren bis leicht basischen Pansen vor dem mikrobiellen Abbau geschützt sind und dann Labmagen aufgenommen werden können. Die Ammoniakproduktion würde sich reduzieren und die Proteinausbeute erhöhen. Das könnte nicht nur gut fürs Klima sein (Goel & Makkar, 2012), sondern erhöht auch die (Milch-)Leistung (Leiber & Hämmerli, 2016).

steiler Hangbereich

In den steilen Bereichen unterhalb der Futterhecke soll eine Wertholzproduktion in Reihen, ähnlich dem Alley Cropping auf Ackerland etabliert werden (vgl. Abb. 20). Wertholzbäume müssen anders als Energieholz nicht mit schweren Maschinen geerntet werden und beanspruchen nur vergleichsweise wenig Fläche. Gleichzeitig wird auch hier der Tierkomfort an heißen Tagen gesteigert.

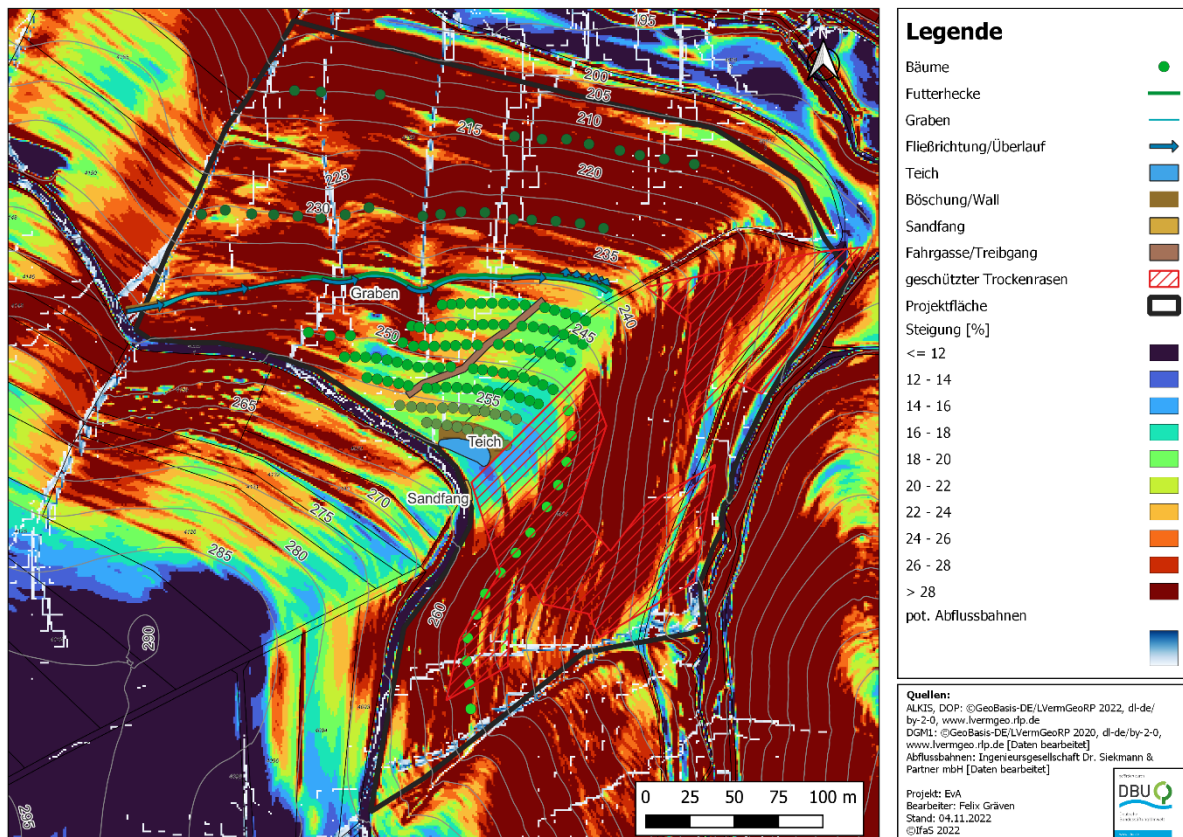


Abb. 20: Gefälle, Abflussbahnen und Baumarten

Ausrichtung der Baumreihen und Implementierung von Teichen und Gräben nach dem Keyline Plan

Der Keyline Plan von Yeomans (1954) ist ein Planungs- und Bewirtschaftungskonzept für Landwirte zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit von Hangflächen durch Retention. Das Zurückhalten von Wasser auf der Fläche basiert auf der Anlage schmaler Gräben bzw. Schlitzte, die nicht hangparallel, sondern mit leichtem Gefälle verlaufen, sowie der Neugliederung der Schläge und Landschaftsstrukturen (Wege, Bäume, Zäune) nach eben dieser Orientierung. Die Anlage der Schlitzte erfolgt mit einem Tiefenmeißel. Die Schlitzte erfüllen mehrere Funktionen – sie fangen oberflächlich abfließendes Wasser auf, dränen den Boden bzw. feuchte Senken und leiten das Wasser auf die trockenen Kuppen. Im Optimalfall kombiniert man diese Bearbeitung mit einer Schwerkraftbewässerung (Teiche und Flutgräben). Die Bearbeitung und damit der Verlauf bzw. die Orientierung der Schlitzte richtet sich nach der Höhenlinie („Keyline“) die den „Keypoint“, der unterhalb des Wendepunktes im Bereich des „Scheitelpunktes“ einer Senke eines Hangs liegt, schneidet. Die Schlitzte sollen dadurch zunächst parallel zur Höhenlinie, dann aber durch die sich verändernde Kontur ein Gefälle Richtung Kuppe bekommen.

Das Keyline Design ist in klein parzellierten Gebieten schwierig umzusetzen. In den seltensten Fällen erstreckt sich eine Fläche über den gesamten Berghang. Der Keypoint liegt also nicht unbedingt auf der eigenen Fläche. Die Ausrichtung erfolgt dann anhand der Höhenlinien. Da auf den Weideflächen keine Futterbergung stattfindet kann zugunsten eines durchgehenden Gefälles auf exakte Parallelität verzichtet werden. Darüber hinaus soll ein Wiesengraben unterhalb der Nussbäume angelegt werden,

sodass das sich in der westlichen Senke sammelnde Wasser, zurückgehalten und auf die Fläche zurückgeführt werden kann und die Boden- bzw. Grundwasserneubildung gefördert wird. Damit das Wasser nicht über den Graben hinwegfließt beginnt dieser mit einem starken Gefälle, und wird dann immer flacher, bis das Gefälle gegen null geht. Diese flache Passage erhöht das Retentionsvolumen des Grabens (vgl. Abb. 1). Zunächst sollte am Ende des Grabens ein Teich errichtet werden (vgl. Konzept 1.2.1 und 1.2.2 im Anhang 3). Da an dieser Stelle aber einmal ein Weg entlangführte, ist der Boden dort sehr flachgründig und die Anlage eines Teiches wäre mit sehr hohem technischem Aufwand verbunden. Ferner ist das Flurstück nicht im Besitz des Landwirts und außerdem wäre ein negativer Einfluss auf den darunter liegenden Trockenrasen sehr wahrscheinlich. Stattdessen soll unterhalb des Wirtschaftsweges ein Teich realisiert werden, der über den Weg abfließendes Wasser aufnimmt (vgl. Abb. 20). Zum Schutz des Grundwassers bzw. um die genehmigungsrechtlichen Hürden gering zu halten, wird der Teich mit einer verdichteten Tonschicht abgedichtet. Das Wasser wird dann zwar nicht über den Teich an den Boden abgegeben, kann aber bei entsprechender Qualität im Sommer zur Bewässerung genutzt werden. Ursprünglich war vom Betriebsleiter auch eine Tränkewassernutzung angedacht worden, da die Wasserbereitstellung auf den steilen Flächen ein großer Zeitfaktor ist. Allerdings ist derzeit davon auszugehen, dass die Wasserqualität nicht ausreichend sein wird. Im Laufe der Planungen war noch ein weiterer Teich am Ostende unterhalb des Wirtschaftsweges geplant, dieser Standort wurde aber aufgrund des steilen Geländes verworfen (vgl. Konzept 1.2.2 im Anhang 3)

Retentionswirkung

Der Wiesengraben hat ein Teileinzugsgebiet von 4,5 ha Größe oberhalb des Wirtschaftsweges und 1,62 ha Größe unterhalb des Wirtschaftsweges. Der Teich hat ein Teileinzugsgebiet von 3,21 ha Größe. Bei seltenen Starkregenereignissen geht man von Abflussspenden in einer Größenordnung von rund 100 bis 200 l * (sek. * ha)⁻¹ bzw. 1.000 bis 2.000 l * (sek. * km²)⁻¹ aus³. Bei einem seltenen Starkregenereignis können im Teileinzugsgebiet des Wiesengraben also 0,61 bis 1,23 m³ * sek.⁻¹ zum Abfluss kommen und im Teileinzugsgebiet des Teiches 0,32 bis 0,64 m³ * sek.⁻¹. Der Wiesengraben hat ein Retentionsvolumen von 15,1 m³ und der Teich eines von rund 250 m³. Bei einem seltenen Starkregenereignissen könnte der Retentionsteich die Unterlieger 6,5 bis 13 Minuten lang von zusätzlichen Wassermengen entlasten, beim Wiesengraben sind es 0,25 bis 0,5 Minuten.

Baumartenwahl bzw. Sortenwahl

Walnuss

Bei der Walnuss gibt es ein breites Angebot an Sorten und auch viele neue Züchtungen. Für den Einstieg in den Walnussanbau mit vorwiegend direkter Vermarktung soll vor allem auf die langjährig bewährte, geschmackvolle und robuste Sorte „Franquette“ gesetzt werden. Diese Sorte ist eine französische Selektion aus der Region Isère, die aufgrund ihres späten Austriebs und der späten Blüte sehr spätfrosttolerant ist (CTIFL, 2016; Szalatnay et al., 2011). Eine Eigenschaft, die angesichts des Standorts (240 m über NN) und des Klimawandels zunehmend relevanter wird. Die Sorte ist stark wüchsig und entwickelt eine große Krone (Szalatnay et al., 2011). Dementsprechend setzt der Vollertrag aber relativ spät ein (Szalatnay et al., 2011) und beträgt auch nur 2 t * ha⁻¹ (Pflanzdichte:

³ Mitteilung der Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann und Partner mbH

11 m x 11 m) (CTIFL, 2016). Aus diesem Grund sollen zwischen der Sorte Franquette, welche auf 12 m x 12 m gepflanzt wird, auf 12 m x 6 m blockweise drei früh und stark tragende, laterale Sorten („Lara“, „Fenor“ und „Ferouette“) gepflanzt werden:

Die Sorte „Lara“ – auch „Pieral“ genannt, ist eine natürliche Hybride aus einem Payne-Sämling (CTIFL, 2016). Die Sorte ist schwach wüchsig, sehr frühtragend und sehr ertragreich ($4,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Pflanzdichte: $8 \text{ m} \times 4 \text{ m}$)). Allerdings schwanken die Qualitäten stark und die Sorte ist im Vergleich eher krankheitsanfällig und stark spätfrostgefährdet (CTIFL, 2016; Szalatnay et al., 2011). Außerdem ist die Schale relativ dünn (CTIFL, 2016).

Als zweite Sorte soll „Fenor“ gepflanzt werden. Die Kreuzung des Forschungsinstitut INRA, aus den Eltern „Franquette“ und „Lara“ aus dem Jahr 1978 vereint die positiven Eigenschaften der Eltern in Bezug auf Ertragsfähigkeit, Geschmack und Spätfrosttoleranz, ist aber relativ anfällig für die Bakteriose und Krebs (CTIFL, 2016)

Die Sorte „Ferouette“ ist eine recht neue Kreuzung des Forschungsinstitut INRA aus den Sorten „Franquette“ und „Howard“, aus dem Jahr 2010. Die Sorte hat eine hohe Bruchausbeute und gute Kerngrößen und -qualitäten, allerdings ist der Ertrag nur halb so hoch ($2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) wie bei der Sorte „Fenor“ und der Geschmack ist nur durchschnittlich. Die Anfälligkeit gegenüber Bakteriosen und Anthraknosen ist geringer als bei „Fenor“ aber die Anfälligkeit gegenüber Spätfrost ist deutlich höher.

Die lateral tragenden Sorten haben verschiedene Nachteile, jedoch haben diese im Wesentlichen die dienende Funktion die Zeit bis zum Vollertrag der Sorte „Franquette“ zu überbrücken. Nichtsdestotrotz wird nach zehn bis 15 Jahren aufgrund der gemachten Erfahrungen entschieden, welche Sorten bzw. Bäume letztlich verbleiben, und welche entfernt werden. Zielzustand ist eine Pflanzdichte von 69 Bäumen pro Hektar ($12 \text{ m} \times 12 \text{ m}$ Pflanzraster), sodass auch weiterhin gute Grünlanderträge realisiert werden können (Faktoren Licht und Laubfall).

Futterhecke

Es sollen vor allem die einschlägig bekannten Futterlaubarten wie Eiche spp. (Baudry et al., 2000) und Ulme spp. (*Ulmus laevis*) (Richens, 1983 zitiert nach Müller-Kroehling, 2019) und Winterlinde (Götz & Wolf, 2014 zitiert nach Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg [FVA], 2021) gepflanzt werden. Eigentlich gehören Eschen und Feldahorn auch noch zu den traditionellen Schneitelbäumen, aber aufgrund des Eschentriebsterbens und der sich ausbreitenden Ahorn-Rußrindenkrankheit, soll auf diese verzichtet werden. Testweise sollen Arten wie z. B. Esskastanie (*Castanea sativa*) (Heiniger zitiert nach FVA, 2021), Gemeine Hasel (*Corylus avellana*), Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Weide (*Salix fragilis*), weiße Maulbeere (*Morus alba*), sowie die Ölweide (*Elaeagnus angustifolia*) verwendet werden.

Wertholzagroforstsystem

Es wurden sechs Laubbaumarten ausgewählt, die sich zum einen durch ihre Hitze- bzw. Dürretoleranz als besonders Klimawandelverträglich darstellen, aber auch eine hohe Wertschöpfung durch qualitativ hochwertiges Holz gewährleisten: Baumhasel (*Corylus colurna*), Esskastanie (*Castanea sativa*), Flaumeiche (*Quercus pubescens*), Schwarznuss (*Juglans nigra*), Vogelkirsche (*Prunus avium*) und

Zerreiche (*Quercus cerris*). Die Baumhasel hat eine hohe Dürretoleranz (Richter, 2016) und wächst schneller als die Eiche (Richter, 2019). Das Holz der Baumhasel ist elastisch und mittelhart, ähnlich dem des Bergahorns und eignet sich sehr gut für die Möbelherstellung (Šeho et al., 2017). Ein Problem stellen Schwundrisse bei zu schneller Trocknung dar (Šeho et al., 2017). Die Esskastanie ist eine Pionierbaumart, die auch sehr schnell wächst. Im Durchschnitt ist sie nach 50 Jahren hiebreif (FVA, 2021). Die Esskastanie ist gut an trockene Standorte angepasst (Andreas Roloff & Kniesel, 2008) ist aber spätfrostempfindlich (Dimke, 2015). Das Holz ist mittelschwer und gut bearbeitbar und sehr witterungsbeständig (Rudow, 2006). Allerdings neigt das Holz bei unregelmäßigem Wachstumsverlauf zur Ringschale (Rudow, 2006). Die Flaumeiche ist eine licht- und wärmeliebende Baumart mit natürlichem Verbreitungsgebiet in Mittel und Südeuropa (Salvatore et al., 2016). Das Holz der Flaumeiche ist schwer bearbeitbar und verzieht sich leicht (Bussotti, 2014 zitiert nach FVA, 2021). Dafür ist sie recht trockenheitstolerant (ETH Zürich, 1995; Salvatore et al., 2016), hat allerdings auch einen schwächeren Wuchs als Stiel- und Traubeneiche (ETH Zürich, 1995). Das Holz der Schwarznuss ist ähnlich dem der Walnuss sehr gefragt. Es ist schwer, hart, elastisch und findet Verwendung als Furnierholz beim Möbelbau und als Parkett (Ruhm, 2013). Die Schwarznuss ist nicht besonders durre- (Becquey, 1997 zitiert nach FVA, 2021) oder spätfrosttolerant (Dimke, 2015; Ruhm, 2013). Dafür ist ihr Stamm im Gegensatz zu Walnuss deutlich astärmer (Schulz et al., 2020). Die Vogelkirsche ist eine schnell wachsende Lichtbaumart (FVA Baden-Württemberg, Referat 83 FR, und FGeo., 2011). Sie gilt als recht durretolerant (FVA Baden-Württemberg, Referat 83 FR, und FGeo., 2011). Das Holz hat einen gelblichen Splint und einen rötlich Kern und wird vor allem im hochwertigen Möbelbau verwendet (FVA Baden-Württemberg, Referat 83 FR, und FGeo., 2011). Nachteilig ist die Spätfrostanfälligkeit (Dimke, 2015) und dass sie eine Wirtspflanze der Kirschessigfliege ist (Gossner et al., 2021). Die Zerreiche ist eine Pionierbaumart mit natürlichem Verbreitungsgebiet in Südosteuropa (Rigo et al., 2016). Von den Holz- und Standorteigenschaften ähnelt sie der Flaumeiche, hat aber eine breitere genetische Variabilität, was für die Anpassung an den Klimawandel dienlich ist (FVA, 2021).

Ökonomische Analyse Walnuss

Je nach Vermarktung liegt die auf eine jährliche Rate (Annuität) berechnete Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung zwischen rund -100 und 2200 EUR * ha⁻¹. Eine reine Vermarktung der Walnüsse zu 4,50 EUR pro Kilogramm an den Großhandel wäre nicht kostendeckend. Jedoch kann schon durch eine Vermarktung von 500 kg Walnüssen zu 9,00 EUR pro Kilogramm z.B. über den Hofladen ein Ergebnis erzielt werden, welches auf dem Niveau von Getreidekulturen liegt (vgl. Abb. 21) Bei 100 Kunden entspräche das einer zweimaligen Abnahme von 2,5 kg Nüssen. Wird die doppelte Menge über Direktvermarktungskanäle abgesetzt kann eine Leistung von rund 1500 EUR * ha⁻¹ erzielt werden. Bei einem vollständigen Absatz über Direktvermarktung sind es rund 2200 EUR * ha⁻¹.

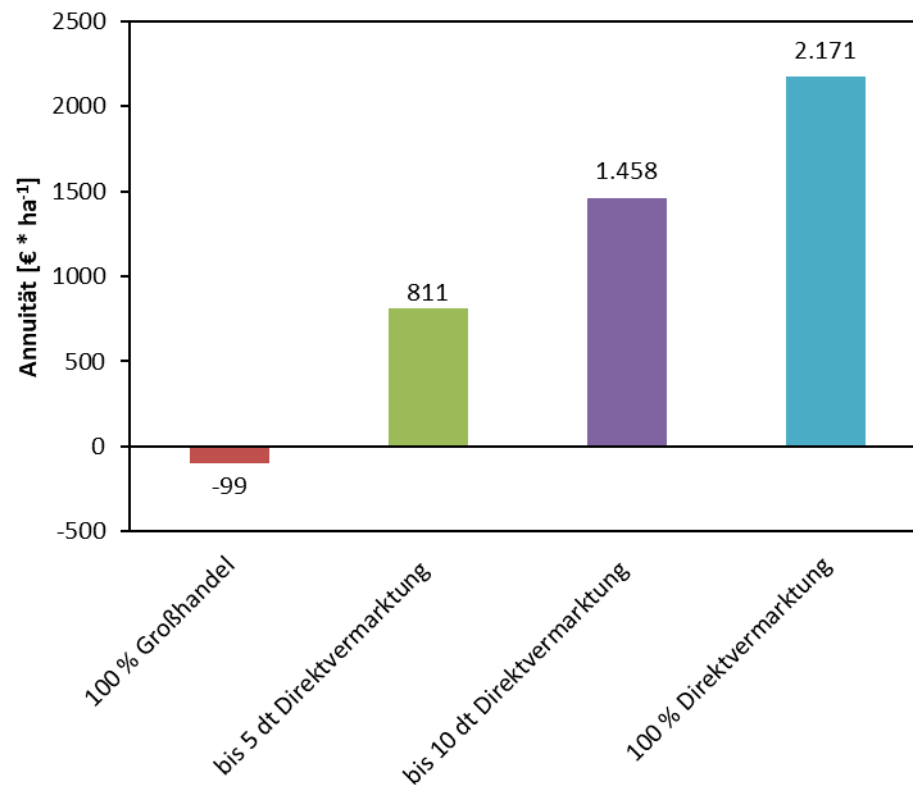


Abb. 21: jährliche Annuität (Rate) der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung

4.2 Umsetzung des Pflanzkonzepts

Im flacheren, oberen Hangbereich der Fläche wurde ein Nuss-Agroforstsystem angelegt, im unteren, steileren Bereich ein Wertholzagroforstsystem und im Übergangsbereich ein Wiesengraben mit Futterhecke (vgl. Abb. 22). Die Ausrichtung der Reihen erfolgte in Anlehnung an das Keyline-Design von P.A. Yeomans nicht hangparallel, sondern mit einem leichten Gefälle, sodass oberflächlich abfließendes Wasser nicht nur gebremst, sondern von den Senken hin zu den Kuppen geleitet wird.

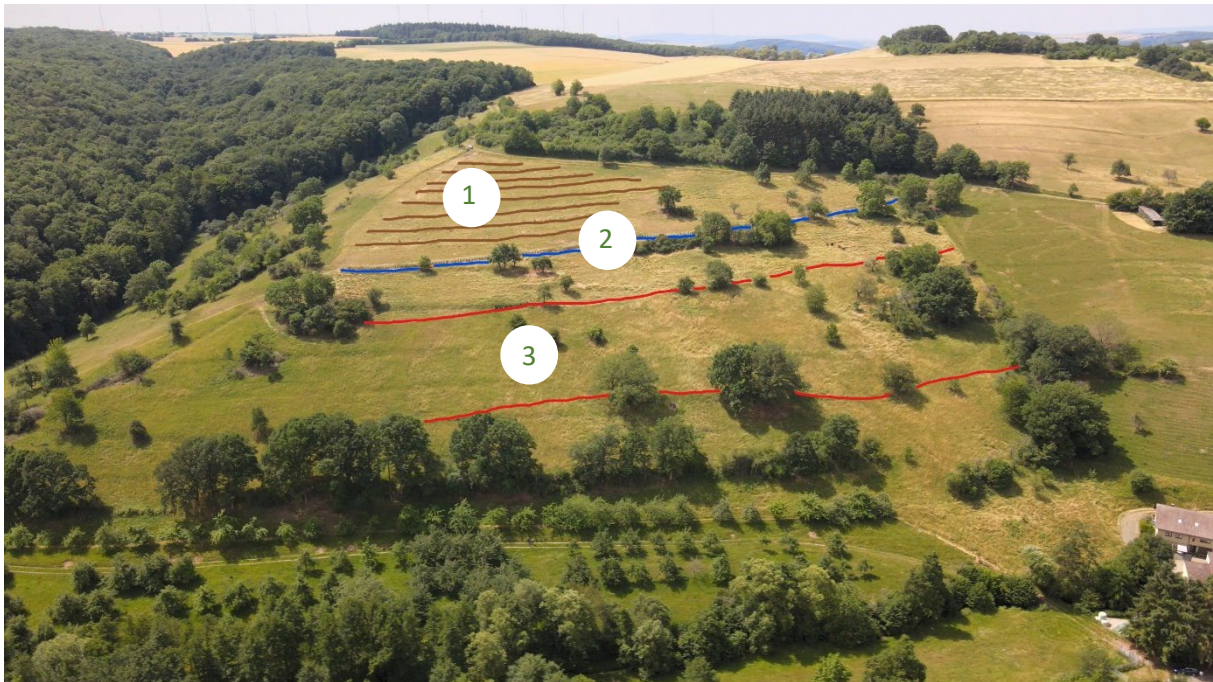


Abb. 22: Projektfläche mit Nussagroforstsystem (1) im oberen Bereich einem Wiesengraben mit Futterhecke (2) und einem zweireihigem Wertholzagroforstsystem (3).

Die Pflanzung des Nussagroforstsystems und der Futterhecke (Schneitelhecke) wurde im November 2020 durchgeführt. Da zu dem Zeitpunkt der Pflanzung kein hinreichend genaues GPS-Gerät zur Verfügung stand, wurde im Gelände der Ausgangspunkt einer Reihe anhand von zwei bekannten Punkten im Feld bestimmt, und dann mittels Nivelliergerät, Maßband und Messlatte der Verlauf abgesteckt. Die anderen Reihen wurden dann durch Parallelverschiebung mittels eines Taus, das zu einem Dreieck mit gleich langen Schenkeln gebunden worden war, abgesteckt.

Für den Nussagroforst wurde zunächst entlang dieser abgesteckten Reihen der Boden mit einer Spatenmaschine 20 cm tief gelockert (siehe Abb. 23 A). Die Pflanzabstände wurden neu eingemessen (siehe Abb. 23 B). Anschließend wurden mit einem hydraulischen Bohrer die Pflanzlöcher gebohrt (siehe Abb. 23 C) und der Pfahl mit dem Frontlader in die Erde gedrückt (siehe Abb. 23 D).



Abb. 23: A: Lockern der Baumstreifen mit der Spatenmaschine. B: Abstecken der Pflanzstellen. C: Bohren des Pflanzlochs. D: Setzen des Pflanzpfahls.

Die lateral tragenden Sorten sollten blockweise zwischen die terminal tragende Sorte Franquette gepflanzt werden. Bis auf drei Bäume hat das auch gut funktioniert (vgl. Abb. 24). Zum Schutz vor Wühlmäusen wurde ein Schutzkorb aus nicht verzinktem Maschendraht in das Pflanzloch gesetzt (siehe Abb. 25 A & B). Das wurzelnackte Pflanzgut (siehe Abb. 25 C) erhielt noch einen Wurzelschnitt und wurde so in das Loch gesetzt, dass keine Wurzeln gequetscht wurden. Zwischen Boden und Veredlungsstelle blieb noch mindestens eine Handbreit Platz, sodass der Edelreiser keine eigenen Wurzeln bilden kann. Der Drahtkorb wurde nach dem Pflanzen durch Umklappen bis dicht an den Stamm verschlossen und mit etwas Erde überdeckt (siehe Abb. 25 D).

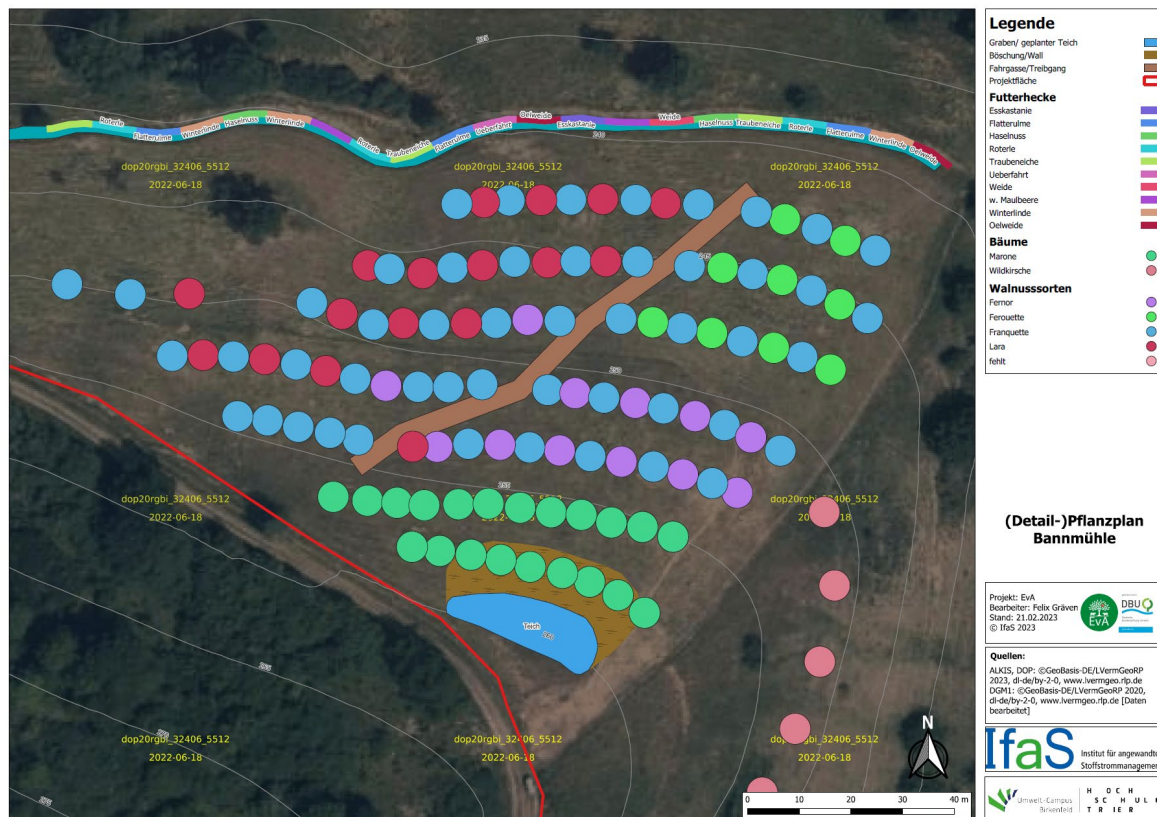


Abb. 24: Detailpflanzplan Nussagroforst und Futterhecke



Abb. 25: A: Zuschneiden von Maschendraht für den Wühlmausschutz. B: Einsetzen des Schutzkorbs. C: Wurzelacktes Pflanzgut und Pflanzgut mit Wurzelballen. D: Einsetzen des Baumes in das Pflanzloch.

Der Wiesengraben wurde mithilfe eines Nivelliergerätes abgesteckt und anschließend mit einer Spatenmaschine ausgehoben. Hierzu wurde mit dem Traktor senkrecht an den abgesteckte Bereich gefahren und die Spatenmaschine angelassen. Diese grub ein Loch und türmte die Erde nach hinten auf. Der Traktor wurde versetzt und so wurde Loch an Loch gegraben bis daraus ein Graben entstand. Anschließend wurde noch per Hand nachgearbeitet und Grasoden und lockere Erde entfernt (siehe Abb. 26 A). Die wurzelnackten Pflanzen erhielten einen Pflanzschnitt (siehe Abb. 26 B). Auf dem aufgetürmten Wall wurde entlang der Kuppe ein Seil gespannt entlang dessen die Futterhecke in drei Reihen gepflanzt wurde (siehe Abb. 26 C). Zur Einhaltung der Abstände wurden Abstandshalter verwendet. Anschließend wurden jede Pflanze mit einer Wuchshülle versehen (siehe Abb. 26 C). Diese schützt die jungen Pflanzen nicht nur vor Verbiss, sondern wirkt ähnliche eines Treibhauses wuchsfördernd. In der Mitte des Graben wurde mittel Betonröhren eine Passierstelle geschaffen (siehe Abb. 26 D)



Abb. 26: A) Entfernung der restlichen Grassoden; B) Wurzelschnitt; C) Fertig gepflanzte Futterhecke; D) Passierstelle.

Der Wertholz-Agroforst wurde am 16. März 2021 gepflanzt (vgl. Abb. 27 A & B). Die Wertholzreihen greifen z. T. die bestehende Terrassierung und Bäume auf. Die entsprechenden Baumarten (vgl. Kapitel) wurden nach Möglichkeit in Dreierverbänden mit einem Abstand von 1 m im Verband und einem Abstand von 15 m zwischen den Verbänden (siehe Abb. 27 C und Abb. 28).



Abb. 27: A: Ausformen des Pflanzlochs. B: Anbringen der Wuchshüllen. C: Fertige Wertholzreihe.

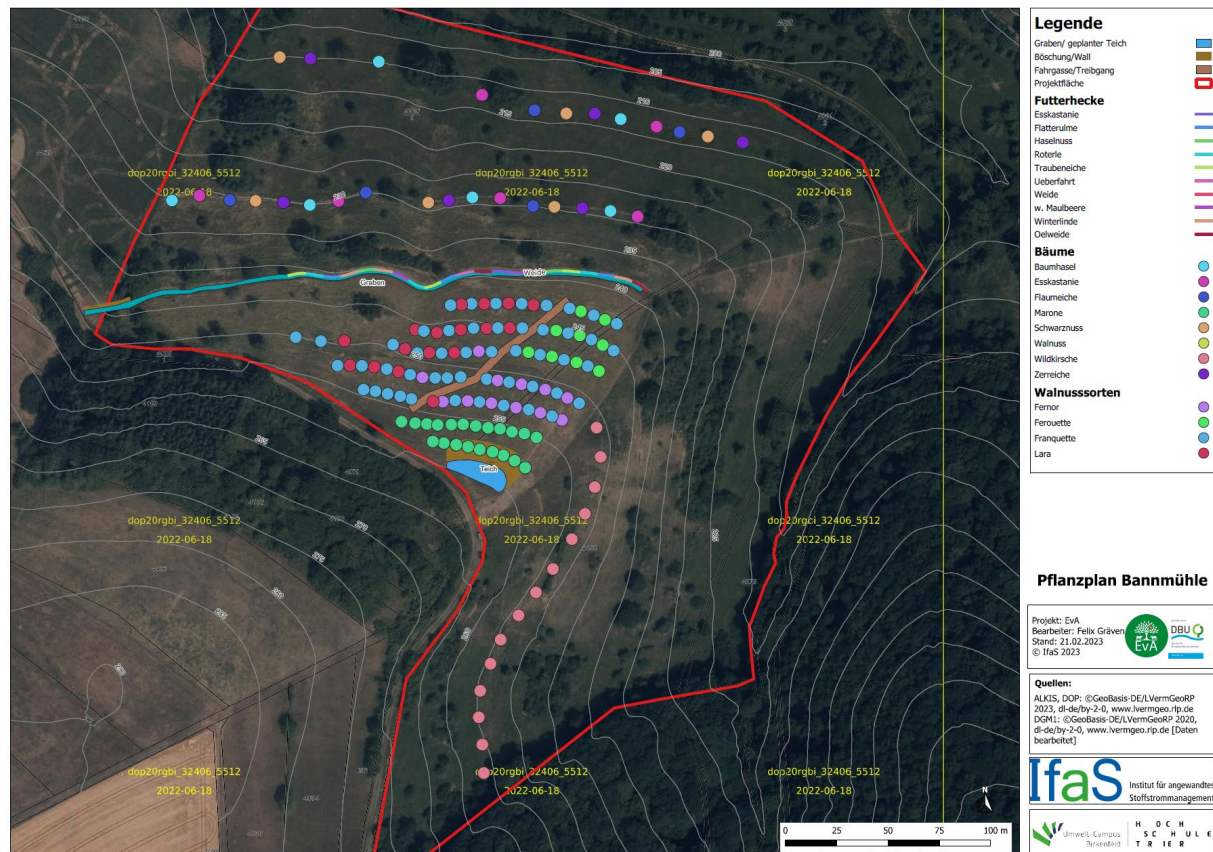


Abb. 28: Pflanzplan

Um die Bäume im Nussagroforstsystem vor Schäden durch die Tiere zu schützen (Fraß, Scheuern, Umknicken, ...) wurden auf ca. 1,90 m Höhe zwei Isolatoren V-förmig in den Pfahl geschraubt, sodass sie den Baumstamm "umgreifen". Von diesen gehen zwei Drähte ab, die einen Metallring halten. Dieser umschließt den Stamm mit ausreichend Luft, am besten ca. 80 cm über dem Boden. Zwischen den Pfählen wurde ein Draht gespannt und mit dem Baumschutz verbunden (siehe Abb. 29 A). Anfang und Ende der Baumreihe wurden an den Elektrozaun angeschlossen.

Die Wertholzpflanzungen sind zunächst durch die Wuchshüllen geschützt, zusätzlich wurde aber beidseitig eines jeden Verbands eine Elektrolitze gespannt (siehe Abb. 29 B).



Abb. 29: A: „Schutzhose“ im Nussagroforstsystem. B: Elektrozaunführung in den Wertholzreihen.

4.3 Untersuchung holistisches Weidemanagement

Weidemanagement

Die relative Weidedauer lag über alle Parzellen und alle Beweidungen gemittelt bei $4,2 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$. Schlüsselt man dies anhand der Beweidungen (Termine) auf, dann stieg die Weidedauer im Mittel aller Parzellen von $4,4 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$ bei den ersten Beweidungen auf $7,6 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$ bei den dritten Beweidungen und fiel dann auf $5,8 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$ bei den vierten Beweidungen (vgl. Abb. 30). Im Durchschnitt wich die Weidedauer ca. 10 % von der Planung ab. Die ersten bis dritten Beweidungen wichen zwischen 10 bis 25 % nach oben ab. Die vierte Beweidung wich rund 20 % nach unten ab. Besonders hervor sticht die sehr kurze erste Beweidung der Nussweide (vgl. Abb. 30) und die sehr lange erste Beweidung der Parzelle „unter der Futterhecke“ ($12 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$) (vgl. Abb. 30). Bei den zweiten Beweidungen hatten die Parzellen „Obst links“ ($8 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$) und „am Wald oben“ ($9,4 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$) die längste Weidedauer (vgl. Abb. 30). Wohingegen bei den dritten Beweidungen die Parzelle „am Waldfestplatz“ ($17 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$) die längste Weidedauer hatte und bei der vierten Beweidung hatte die Parzelle „Obst links“ die kürzeste Beweidungsdauer ($3 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$) (vgl. Abb. 30).

Die Weideruhe lag gemittelt über alle Beweidungen und Parzellen bei 59 Tagen (vgl. Abb. 30). Im Verlauf der Weidesaison 2022 stieg die Weideruhe von 49,6 Tagen zwischen den ersten beiden Beweidungen auf 71,8 Tage zwischen Beweidung drei und vier (vgl. Abb. 30). Die Weideruhe zwischen den Beweidungen wich nur zwischen zweiter und dritter (- 17 %) und vierter und fünfter Beweidung (- 36 %) von der Planung ab. Die Weideruhen Parzelle „Nussweide“ waren zunächst deutlich geringer (vgl. Abb. 30). Die Parzelle „am Wald oben“ hatte zwischen erster und zweiter Beweidung eine sehr lange Weideruhe von 154 Tagen (vgl. Abb. 30). Die Parzelle „unter der Futterhecke“ hatte vor der dritten Beweidung eine kurze Weideruhe von 24 Tagen (vgl. Abb. 19).

Die Besatzdichte variierte je nach Parzelle zwischen fünf und zwölf Tieren je Hektar. Im Durchschnitt lag sie bei $7,0 \pm 2,2$ Tieren pro Hektar (vgl. Abb. 31). Die aus der um den Futterwert korrigierte Flächengröße berechnete Besatzdichte liegt leicht darüber ($7,2 \pm 3,4$ Tieren pro Hektar). Die durchschnittliche Besatzstärke lag bei 0,8 Tieren pro Hektar.

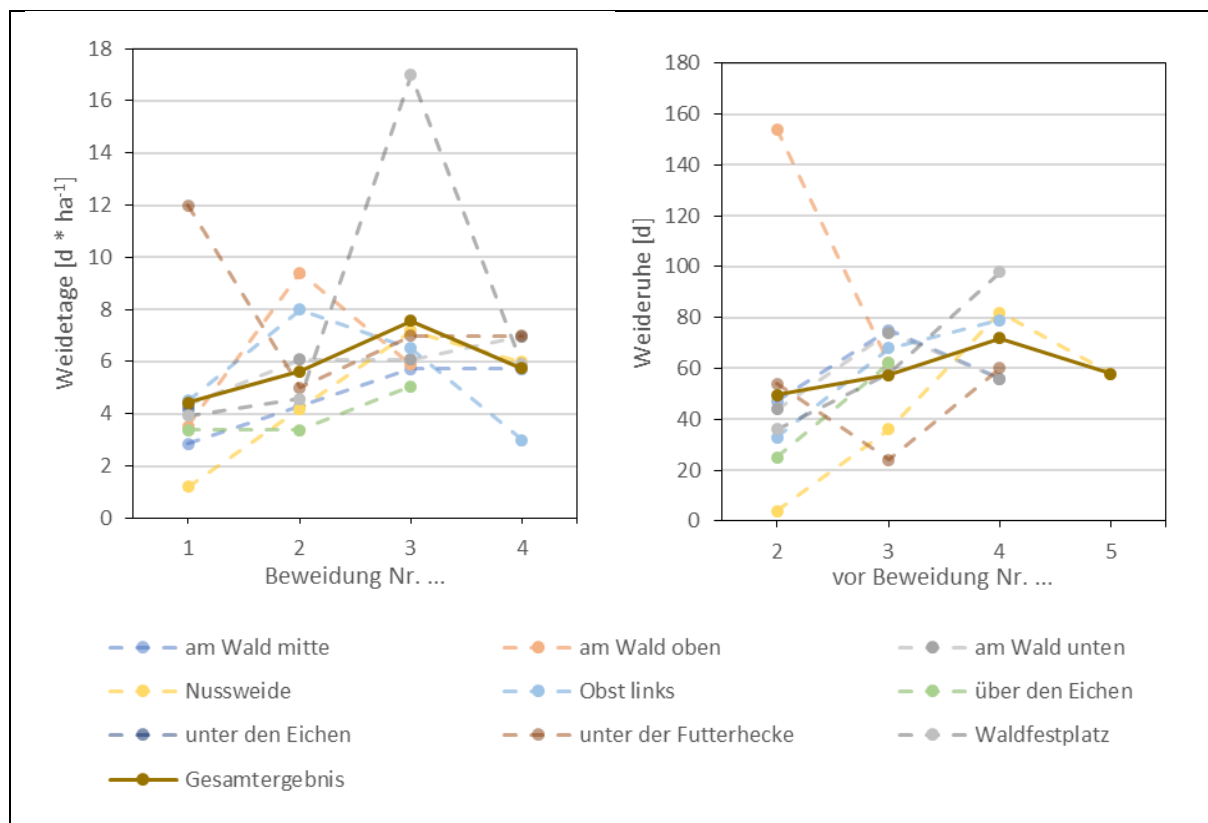


Abb. 30: Weidedauer und Weideruhe der einzelnen Beweidungen der einzelnen Parzellen (gestrichelte Linien), Der Mittelwert über alle Parzellen (durchgezogene Linie)

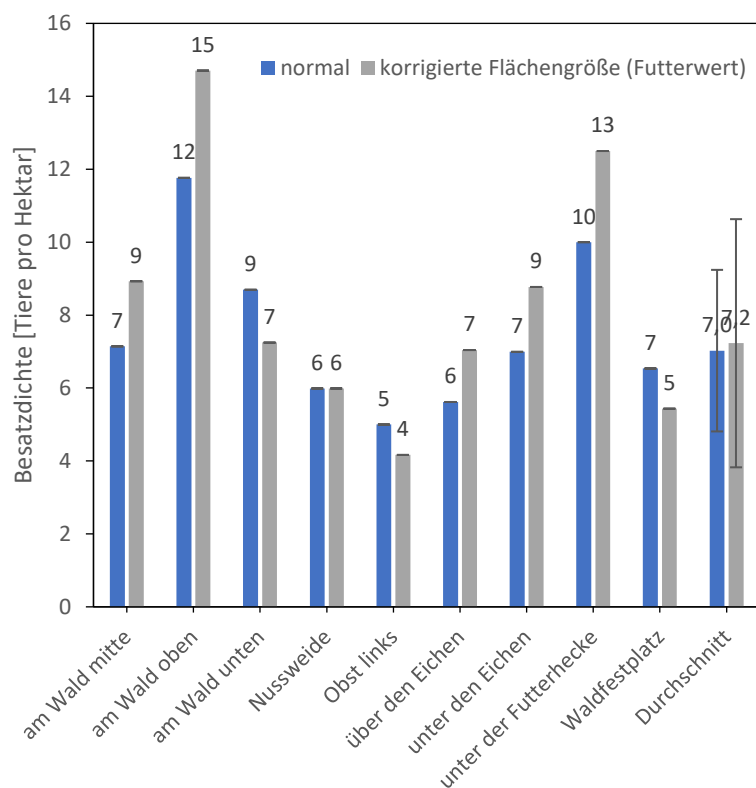


Abb. 31: Besatzdichten im Jahr 2022. Neben der Besatzdichte bezogen auf die „normale“ Flächengröße (blau) wird auch die Besatzdichte bezogen auf die um den Futterwert korrigierte Flächengröße dargestellt (grau)

Im Vergleich zur Nachbarweide, die als Standweide geführt wird und mit einem deutlich geringeren Aufwuchs in den Winter 2021/2022 ging, war der Aufwuchs der Gräser bis einschließlich Anfang Mai 2022 deutlich niedriger, was sich auch in der Grünfärbung zeigte (Abb. 32).



Abb. 32: Vergleich der Projektfläche mit der Nachbarweidefläche (Standweide) am 4. April 2022 (A), am 21. April (B) und am 2. Mai 2022 (C)

Erträge

Trockenmasseerträge

Die Trockenmasseerträge bzw. -aufwüchse waren zur Vorweide am niedrigsten: $86 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ auf der Nussweide (Anfang April) und $88 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ auf der Parzelle „Obst links“ (Anfang März). Die höchsten Aufwüchse wurden zur zweiten bzw. dritten Beweidung gemessen: $364 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ auf der Nussweide (Ende Mai) und $222 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ auf der Parzelle „Obst links“ (Ende Juli). Dies entspricht äquivalent einem Heuertrag (14 % TS-Gehalt) von 42 bzw. 26 dt $\cdot \text{ha}^{-1}$. Zur vierten Beweidung Mitte bzw. Ende Oktober nahmen die Erträge auf $239 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ auf der Nussweide und auf $96 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ auf der Parzelle „Obst links“ ab.

Futterraufnahme

Die rechnerische Futterraufnahme (Differenz zwischen vor und nach der Beweidung im Verhältnis zur Weidedauer und zur Anzahl der Tiere) zur ersten und zweiten Beweidung der Nussweide liegt bei 5,9 bzw. 9,4 kg TM $\cdot \text{d}^{-1}$.

Trockenmassegehalte

Die Trockenmassegehalte (TM-Gehalt) stiegen durch die Beweidung unabhängig von ihrem Ausgangsniveau auf knapp 40 %. Zu Beginn der Weidesaison waren die TM-Werte der Nussweide deutlich höher (37 %) als auf der Parzelle „Obst links“ im Tal. Zur zweiten und vierten Beweidung sanken die TM-Gehalte der Nussweide (vor den Beweidungen) auf 22 bzw. 23 %. Bei der Parzelle „Obst links“ stiegen die TM-Gehalte zur dritten Beweidung auf 37 % an. Zum Ende der Weidesaison lag der Wert bei 15 %.

Bestandshöhe

Die Bestandshöhe nimmt zum Sommer hin zu und zum Winter ab. Die Standardabweichung nimmt mit steigender Bestandshöhe zu (vgl. Abb. 33). Die Bestandshöhe nimmt nach der Beweidung deutlich ab. Bestandshöhe und Trockenmasse korrelieren gut ($R^2 = 0,8321$) (vgl. Abb. 34)

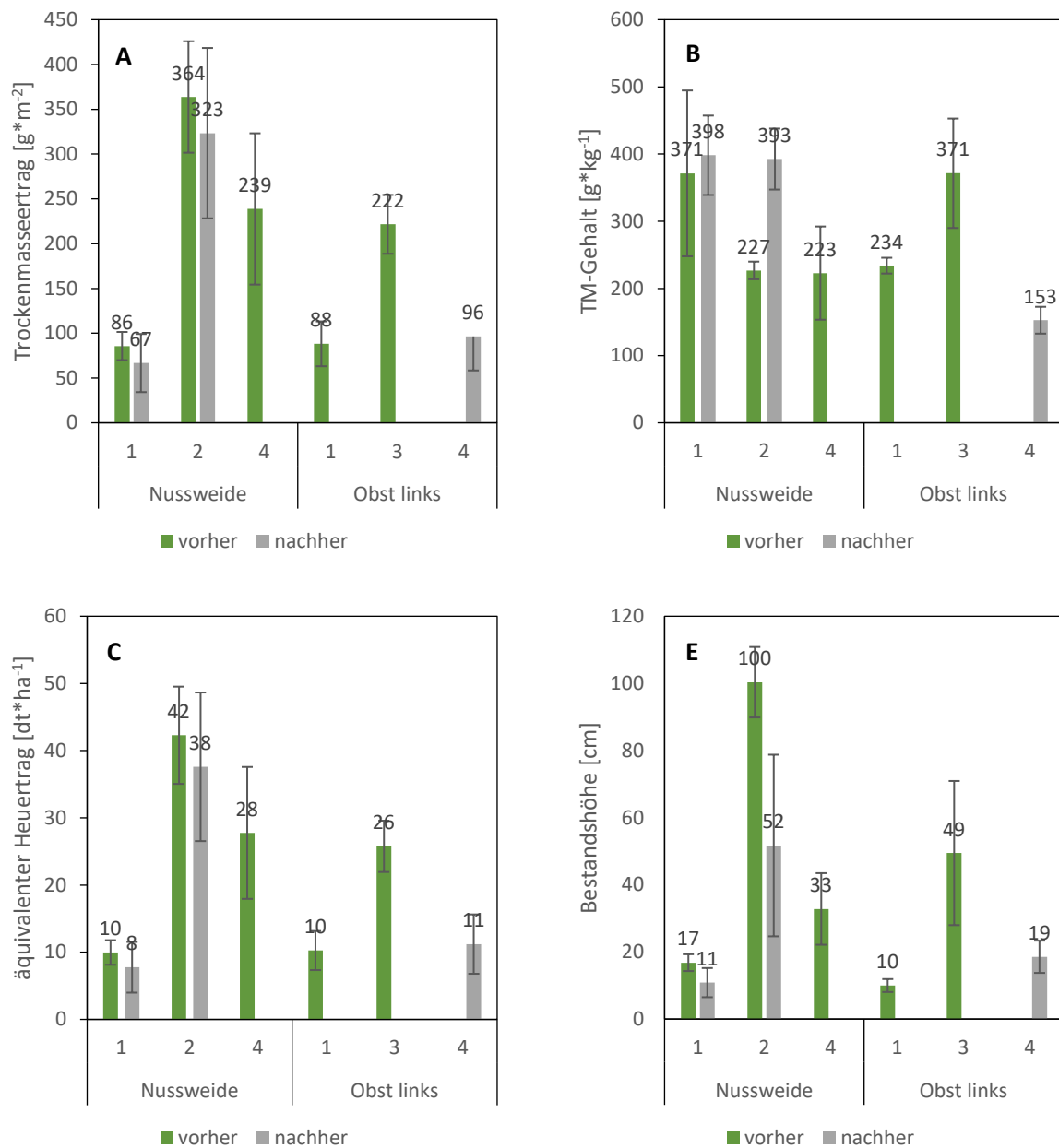


Abb. 33: Ertragsdaten der Parzellen „Nussweide“ und „Obst links“ zu den Beweidungen eins, zwei und vier bzw. eins, drei und vier, gemessen vor bzw. nach der Beweidung. A: Trockenmasseertrag (mean, SD [n=7]), B: TM-Gehalt (mean, SD [n=7]), C: äquivalenter Heuertrag (mean, SD [n=7]), E: Bestandshöhe (mean, SD [n = 20])

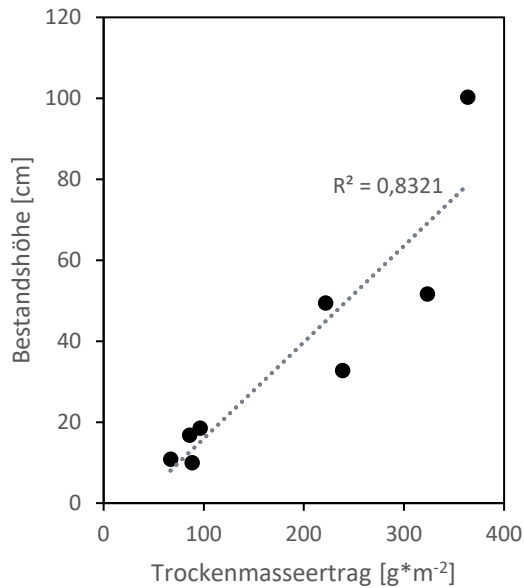


Abb. 34: Korrelation von Bestandshöhe und Trockenmasseertrag

Futterqualität

Der Rohproteingehalt befindet sich zur Vorweide (Nussweide) Anfang April und am Ende der Weidesaison (Nussweide) Ende Oktober bei 187 bzw. 186 g * kg Trockensubstanz (TS)⁻¹ (vgl. Abb. 35). Zur zweiten Beweidung (Nussweide) Ende Mai und zur dritten Beweidung (Parzelle „Obst links“) Ende Juli liegt der Wert bei 105 g * kg TS⁻¹ bzw. 78 g * kg TS⁻¹. Der Rohfettgehalt liegt zur Vorweide der Nussweide bei 25 g * kg TS⁻¹. Zur zweiten Beweidung ebendieser Parzelle liegt der Wert bei 23 g * kg TS⁻¹ und zur vierten Beweidung bei 24 g * kg TS⁻¹. Der Rohfettgehalt der Parzelle „Obst links“ liegt Ende Juli bei 22 g * kg TS⁻¹ (vgl. Abb. 35). Der Rohfasergehalt zeigt einen den Rohprotein- und Rohfettgehalt gegensätzlichen „Verlauf“. Die Abweichungen zwischen Sommer und erster bzw. vierter Beweidung sind aber nicht so groß wie beim Rohprotein und Rohfettgehalt (vgl. Abb. 35). Der Energiegehalt der Nussweide liegt zur Vorweide bei 9,7 MJ * kg TS⁻¹. Zur zweiten Beweidung ebendieser liegen die Werte bei 9,0 MJ * kg TS⁻¹ und zur vierten Beweidung bei 8,7 MJ * kg TS⁻¹. Die Werte der Parzelle „Obst links“ liegen Ende Juli bei 8,5 MJ * kg TS⁻¹.

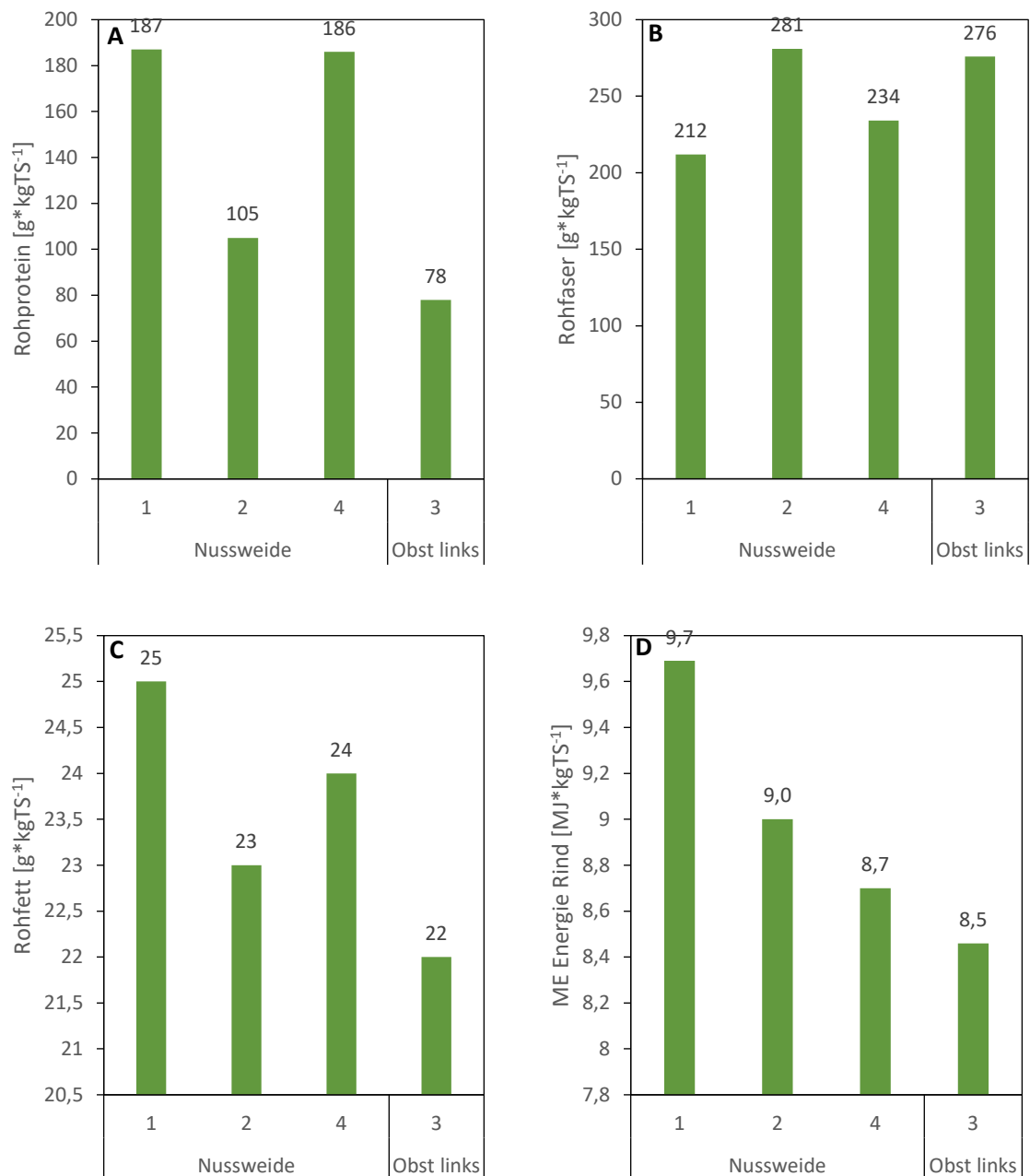


Abb. 35: Futterwert der Parzellen „Nussweide“ und „Obst links“ vor der Beweidung eins, zwei und vier bzw. drei. A: Rohproteingehalt (XP) (Mischprobe, n=1), B: Rohfasergehalt (XF) (Mischprobe, n=1), C: Rohfettgehalt (XL) (Mischprobe, n=1), D: ME Energie (Mischprobe, n=1)

4.4 Untersuchung Vegetation

siehe Anhang 1

4.5 Untersuchung Avifauna

Insgesamt wurden im Jahr 2021 71 Arten protokolliert (vgl. Tabelle 3). Die Arten sind deckungsgleich mit 36 % der in Rheinland-Pfalz vorkommenden Arten inkl. der Wasserarten und ehemals regelmäßig brütenden Arten. Der Größte Teil der detektierten Vogelarten (73 %) gilt in Rheinland-Pfalz als ungefährdet, jeweils 7 % gelten als gefährdet (Feldsperling, Fischadler, Flussregenpfeiffer, Pirol, Waldlaubsänger) bzw. vom Aussterben bedroht (Beutelmeise, Bruchwasserläufer, Heidelerche, Wendehals, Wiesenpieper). Auf der Vorwarnliste finden sich 6 % der im Untersuchungsgebiet detektierten Arten (Bluthänfling, Gartenrotschwanz, Klappergrasmücke, Karmingimpel) und als stark gefährdet gelten 4 % der detektierten Arten (Baumpieper, Gelbspötter, Rotschenkel). Als in Rheinland-Pfalz ausgestorben/verschollen gelten zwei der detektierten Arten: der Rotkopfwürger (offene und halboffene Landschaften) und die Sturmmöwe (Feuchtgebiete und Gewässer).

Tabelle 3: Übersicht der detektierten Arten

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gefährdung
Feuchtgebiete und Gewässer		
<i>Remiz pendulinus</i>	Beutelmeise	Vom Aussterben bedroht
<i>Tringa glareola</i>	Bruchwasserläufer	Vom Aussterben bedroht
<i>Pandion haliaetus</i>	Fischadler	Gefährdet
<i>Cygnus olor</i>	Höckerschwan	Ungefährdet
<i>Grus grus</i>	Kranich	Ungefährdet
<i>Tringa totanus</i>	Rotschenkel	Stark gefährdet
<i>Larus canus</i>	Sturmmöwe	Ausgestorben/Verschollen
Offene Landschaften		
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Hausrotschwanz	Ungefährdet
<i>Anthus pratensis</i>	Wiesenpieper	Vom Aussterben bedroht
<i>Emberiza cia</i>	Zippammer	Ungefährdet
Offene und halboffene Landschaften		
<i>Carduelis cannabina</i>	Bluthänfling	Vorwarnliste
<i>Sylvia communis</i>	Dorngrasmücke	Ungefährdet
<i>Pica pica</i>	Elster	Ungefährdet
<i>Passer montanus</i>	Feldsperling	Gefährdet
<i>Charadrius dubius</i>	Flussregenpfeifer	Gefährdet
<i>Sylvia borin</i>	Gartengrasmücke	Ungefährdet
<i>Serinus serinus</i>	Girlitz	Ungefährdet
<i>Emberiza citrinella</i>	Goldammer	Ungefährdet
<i>Lanius senator</i>	Rotkopfwürger	Ausgestorben/Verschollen
<i>Jynx torquilla</i>	Wendehals	Vom Aussterben bedroht
<i>Emberiza cirius</i>	Zaunammer	Ungefährdet
Halboffene Landschaften		

<i>Acrocephalus dumetorum</i>	Buschrohrsänger	Ungefährdet
Wald		
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Fitis	Ungefährdet
<i>Parus cristatus</i>	Haubenmeise	Ungefährdet
<i>Dendrocopos medius</i>	Mittelspecht	Ungefährdet
<i>Turdus torquatus</i>	Ringdrossel	Ungefährdet
<i>Dryocopus martius</i>	Schwarzspecht	Ungefährdet
<i>Glaucidium passerinum</i>	Sperlingskauz	Ungefährdet
<i>Parus ater</i>	Tannenmeise	Ungefährdet
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Waldlaubsänger	Gefährdet
<i>Parus montanus</i>	Weidenmeise	Ungefährdet
Wald und halboffene Landschaften		
<i>Anthus trivialis</i>	Baumpieper	Stark gefährdet
<i>Lullula arborea</i>	Heidelerche	Vom Aussterben bedroht
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Kernbeißer	Ungefährdet
<i>Strix aluco / Athene noctua</i>	Wald- oder Steinkauz	Ungefährdet
<i>Buteo buteo</i>	Mäusebussard	Ungefährdet
Wälder, Parks und Gärten		
<i>Turdus merula</i>	Amsel	Ungefährdet
<i>Parus caeruleus</i>	Blaumeise	Ungefährdet
<i>Fringilla coelebs</i>	Buchfink	Ungefährdet
<i>Dendrocopos major</i>	Buntspecht	Ungefährdet
<i>Garrulus glandarius</i>	Eichelhäher	Ungefährdet
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Gartenrotschwanz	Vorwarnliste
<i>Hippolais icterina</i>	Gelbspötter	Stark gefährdet
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Gimpel	Ungefährdet
<i>Chloris chloris</i>	Grünfink	Ungefährdet
<i>Picus viridis</i>	Grünspecht	Ungefährdet
<i>Sylvia curruca</i>	Klappergrasmücke	Vorwarnliste
<i>Sitta europaea</i>	Kleiber	Ungefährdet
<i>Parus major</i>	Kohlmeise	Ungefährdet
<i>Turdus viscivorus</i>	Misteldrossel	Ungefährdet
<i>Sylvia atricapilla</i>	Mönchsgrasmücke	Ungefährdet
<i>Corvus cornix</i>	Nebelkrähe	Ungefährdet
<i>Oriolus oriolus</i>	Pirol	Gefährdet
<i>Turdus iliacus</i>	Rotdrossel	Ungefährdet
<i>Erithacus rubecula</i>	Rotkehlchen	Ungefährdet
<i>Aegithalos caudatus</i>	Schwanzmeise	Ungefährdet
<i>Turdus philomelos</i>	Singdrossel	Ungefährdet
<i>sturnus vulgaris</i>	Star	Ungefährdet
<i>Parus palustris</i>	Sumpfmeise	Ungefährdet
<i>Certhia familiaris</i>	Waldbaumläufer	Ungefährdet
<i>Regulus regulus</i>	Wintergoldhähnchen	Ungefährdet
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Zaunkönig	Ungefährdet
<i>Phylloscopus collybita</i>	Zilpzalp	Ungefährdet

Verschiedene Landschaften		
<i>Ardea cinerea</i>	Graureiher	Ungefährdet
<i>Carpodacus erythrinus</i>	Karmingimpel	Vorwarnliste
<i>Corvus corax</i>	Kolkrabe	Ungefährdet
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Nachtigall	Ungefährdet
<i>Corvus corone</i>	Rabenkrähe	Ungefährdet
<i>Columba palumbus</i>	Ringeltaube	Ungefährdet

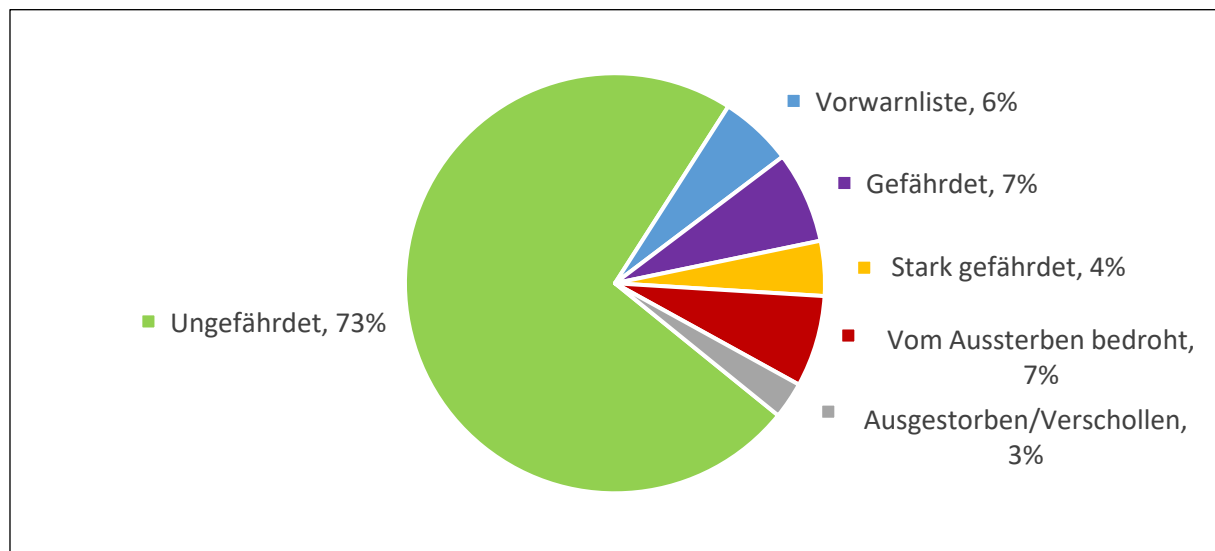


Abb. 36: Übersicht der Gefährdungsstände der detektierten Arten

Von den protokollierten Arten (vgl. Tabelle 3) leben drei Arten ausschließlich in offenen Landschaften und neun ausschließlich in Wäldern (vgl. Abb. 37). Der größte Teil lebt in der Regel in Wäldern und halboffenen Landschaften sowie Wäldern, Parks und Gärten. Neun Arten lassen sich den Gewässern bzw. Feuchtgebieten zuordnen. Elf detektierte Arten sind bezüglich der Wahl ihres Habitats indifferent.

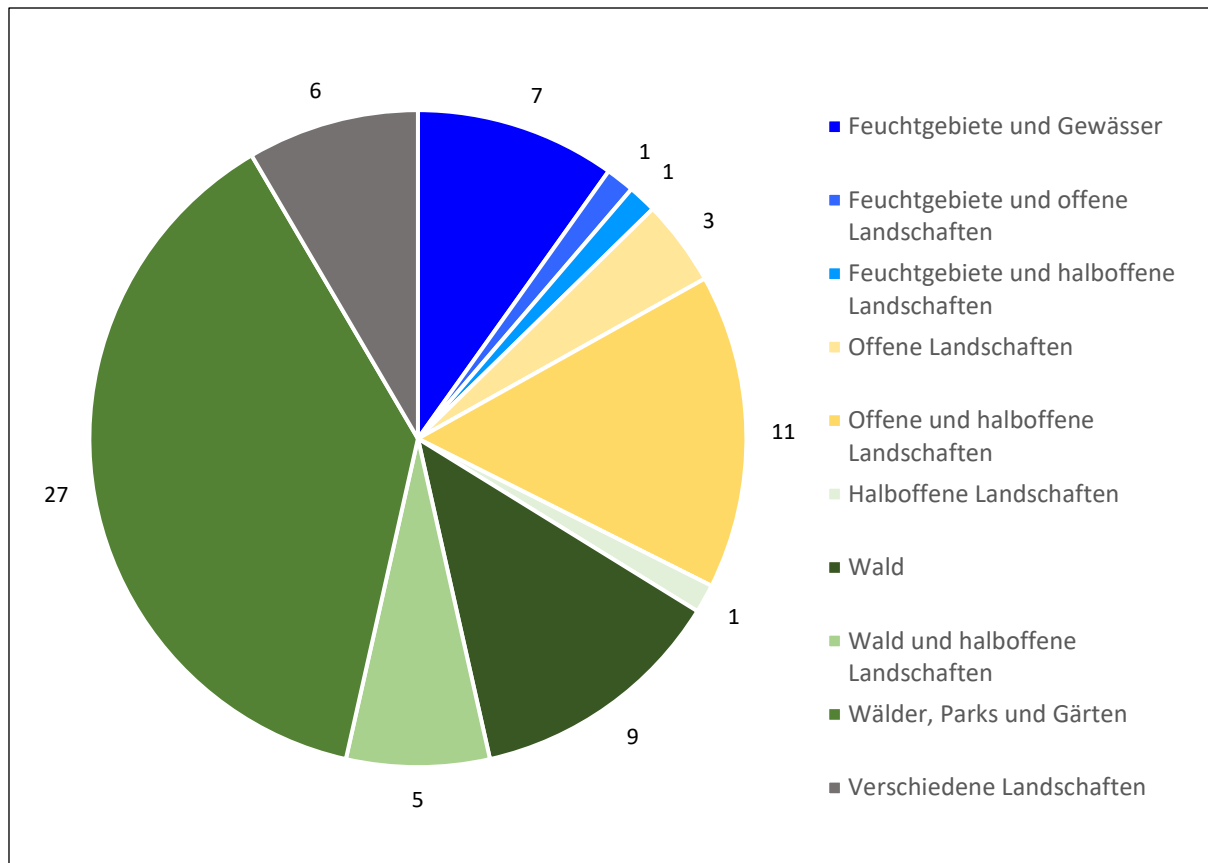


Abb. 37: Übersicht der Lebensräume der detektierten Arten

In der Gruppe der in „Wäldern“ bzw. „Wäldern, Parks und Gärten“ bzw. „Wäldern und halboffenen Landschaften“ lebenden Vogelarten gilt die Heidelerche in RLP als vom Aussterben bedroht, der Baumpieper und der Gelbspötter als stark gefährdet, und der Pirol und Waldlaubsänger als gefährdet. Der Gartenrotschanz und die Klappergrasmücke stehen auf der Vorwarnliste. Die restlichen Arten sind ungefährdet.

In der zweitgrößten Gruppe („offene Landschaften“, „offene und halboffene Landschaften“ „halboffene Landschaften“) sind die vom Aussterben bedrohten Arten der Wiesenpieper (offene Landschaften) und der Wendehals (offene und halboffene Landschaften). Der Feldsperling und der Flussregenpfeifer gehören zu den gefährdeten Arten und der Bluthänfling steht auf der Vorwarnliste.

In der Gruppe der „Feuchtgebiete und Gewässer“, „Feuchtgebiete und offene Landschaften“ sowie „Feuchtgebiete und halboffene Landschaften“ gilt die Sturmmöwe als ausgestorben/verschollen. Die Beutelmeise und der Bruchwasserläufer sind vom Aussterben bedroht. Der Rotschenkel ist stark gefährdet und der Fischadler gefährdet. Der Karmingimpel ist auf der Vorwarnliste.

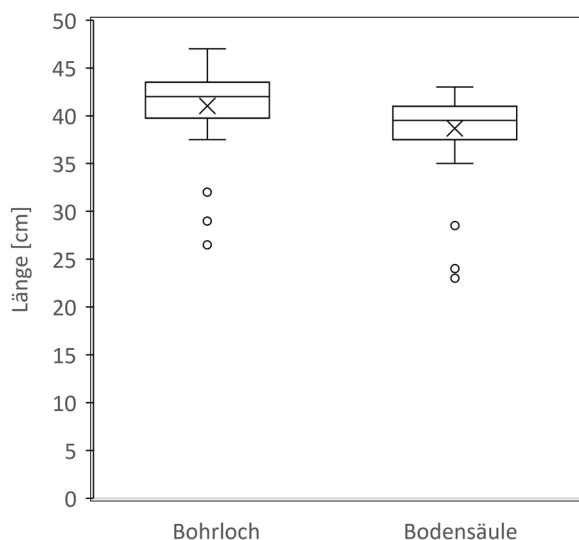
4.6 Untersuchung organischer Kohlenstoffvorrat

Effektive Lagerungsdichte

Die mittlere effektive Lagerungsdichte ist zwischen humosen Oberboden und Unterboden signifikant unterschiedlich, zwischen den Abständen ± 6 m und 0 m zur Baumreihe nicht. Die Lagerungsdichte des humosen Oberbodens – gemessen in einer Tiefe von 5 bis 10 cm – beträgt $1,10 \pm 0,10 \text{ g*cm}^{-3}$ innerhalb der Baumreihe und $1,11 \pm 0,10 \text{ g*cm}^{-3}$ zwischen den Baumreihen. Die mittlere effektive Lagerungsdichte des mineralischen Unterbodens – gemessen in einer Tiefe von 30 bis 35 cm – liegt bei $1,43 \pm 0,15 \text{ g*cm}^{-3}$ innerhalb der Baumreihe und $1,47 \pm 0,14 \text{ g*cm}^{-3}$ zwischen den Baumreihen (vgl. Abb. 38).

Einfluss der Probennahme auf die Lagerungsdichte

Die Bohrsäulen waren im Durchschnitt 2,3 cm kürzer als die Bodenlöcher (-5,8 %). Der Unterschied ist signifikant ($\alpha = 0,01$).



Skelettgehalt

Der Skelettgehalt ist zwischen Oberboden und Unterboden zwischen den Reihen signifikant unterschiedlich, jedoch nicht innerhalb der Reihe. Zwischen den Abständen „zwischen den Reihen“ (± 6 m) und „innerhalb der Baumreihe“ (0 m) gibt es keinen signifikanten Unterschied: Der Skelettgehalt des Oberbodens liegt innerhalb der Baumreihen im Durchschnitt bei $7,2 \pm 9,1 \%$ und zwischen den Baumreihen bei $3,9 \pm 5,9 \%$. Der Unterboden hat zwischen den Baumreihen einen Steingehalt von $14,6 \pm 21,4 \%$ und innerhalb der Baumreihen von $9,8 \pm 12,3 \%$ (vgl. Abb. 38).

Lagerungsdichte des Feinbodens

Die mittlere Lagerungsdichte des Feinbodens ist zwischen humosem Oberboden und mineralischem Unterboden signifikant unterschiedlich, zwischen den Abständen ± 6 m und 0 m zur Baumreihe nicht. Die Lagerungsdichte des Feinbodens liegt im Oberboden zwischen den Baumreihen bei $1,06 \pm 0,10 \text{ g*cm}^{-3}$ und innerhalb der Baumreihe bei $1,02 \pm 0,13 \text{ g*cm}^{-3}$. Im Unterboden liegt die Lagerungsdichte zwischen den Baumreihen bei $1,24 \pm 0,30 \text{ g*cm}^{-3}$ und innerhalb der Baumreihen bei $1,26 \pm 0,18 \text{ g*cm}^{-3}$.

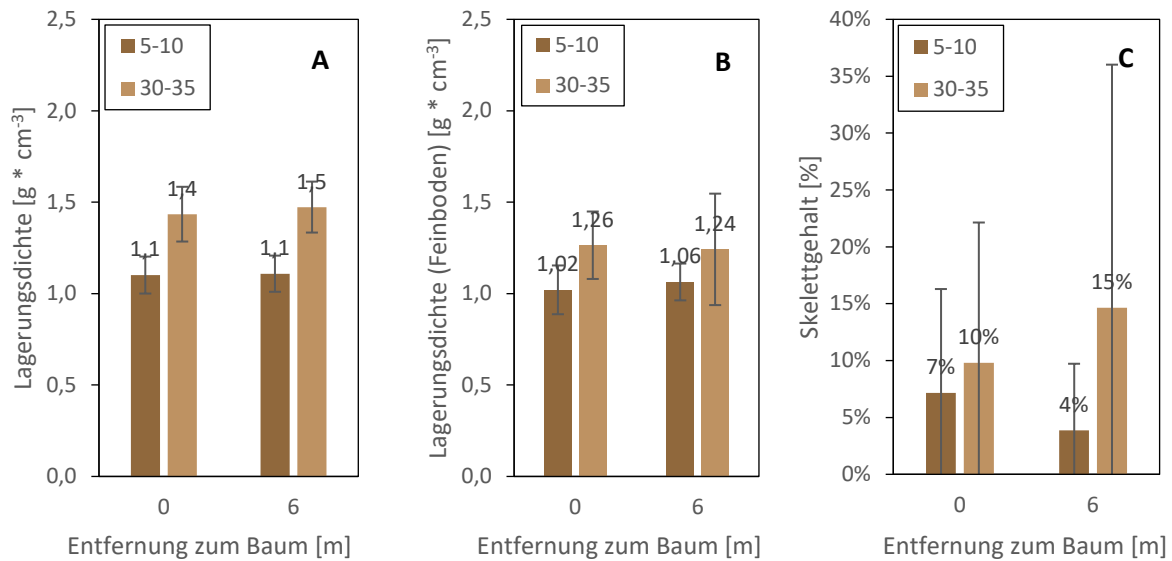


Abb. 38: Lagerungsdichte (A), Lagerungsdichte des Feinbodens (B) und der Skelettgehalt (C) in Abhängigkeit von der Entfernung zur Baumreihe und zur Bodentiefe (mean, SD [0 m: 5-10 cm n = 14, 0 m: 30-35 cm n = 13, 6 m: 5-10 cm n = 25, 6 m: 30-35 cm n = 24])

Organischer Kohlenstoffgehalt

Der organische Kohlenstoffgehalt ist zwischen humosem Oberboden und Unterboden signifikant unterschiedlich, zwischen den Abständen ± 6 m und 0 m nicht. Der organische Kohlenstoffgehalt des Oberbodens beträgt innerhalb der Baumreihe durchschnittlich $3,5 \pm 1,3$ % und zwischen den Baumreihen $4,0 \pm 0,6$ %. Der organische Kohlenstoffgehalt des Unterbodens beträgt innerhalb der Baumreihe durchschnittlich $1,4 \pm 0,9$ % und zwischen den Baumreihen $1,0 \pm 0,6$ %. In Humusgehalte umgerechnet ergibt dies für den Oberboden innerhalb der Baumreihe einen mittleren Humusgehalt von $6,1 \pm 2,2$ % und zwischen den Baumreihen einen mittleren Humusgehalt von $6,9 \pm 1,0$ %. Der Unterboden hat innerhalb des Baumstreifens einen Humusgehalt von $2,4 \pm 1,6$ % und zwischen den Baumreihen einen Humusgehalt von $1,8 \pm 1,1$ % (vgl. Abb. 39).

Organischer Kohlenstoffvorrat

Der organische Kohlenstoffvorrat ist zwischen humosem Oberboden und Unterboden signifikant unterschiedlich, zwischen den Abständen ± 6 m und 0 m nicht. Der organische Kohlenstoffvorrat liegt zwischen den Baumreihen in 5 – 10 cm Tiefe bei $2,14 \text{ kg} * \text{m}^{-2}$ und $0,64 \text{ kg} * \text{m}^{-2}$ in 30 – 35 cm Tiefe. Dies entspricht einem CO₂-Äquivalent von 7,85 bzw. $2,37 \text{ kg} * \text{m}^{-2}$. Innerhalb der Baumreihe liegen die Vorräte in 5 – 10 cm Tiefe bei $1,8 \text{ kg} * \text{m}^{-2}$ und in 30 – 35 cm Tiefe bei $1,4 \text{ kg} * \text{m}^{-2}$ (vgl. Abb. 39). Dies entspricht 6,59 bzw. $3 \text{ kg CO}_2\text{e} * \text{m}^{-2}$.

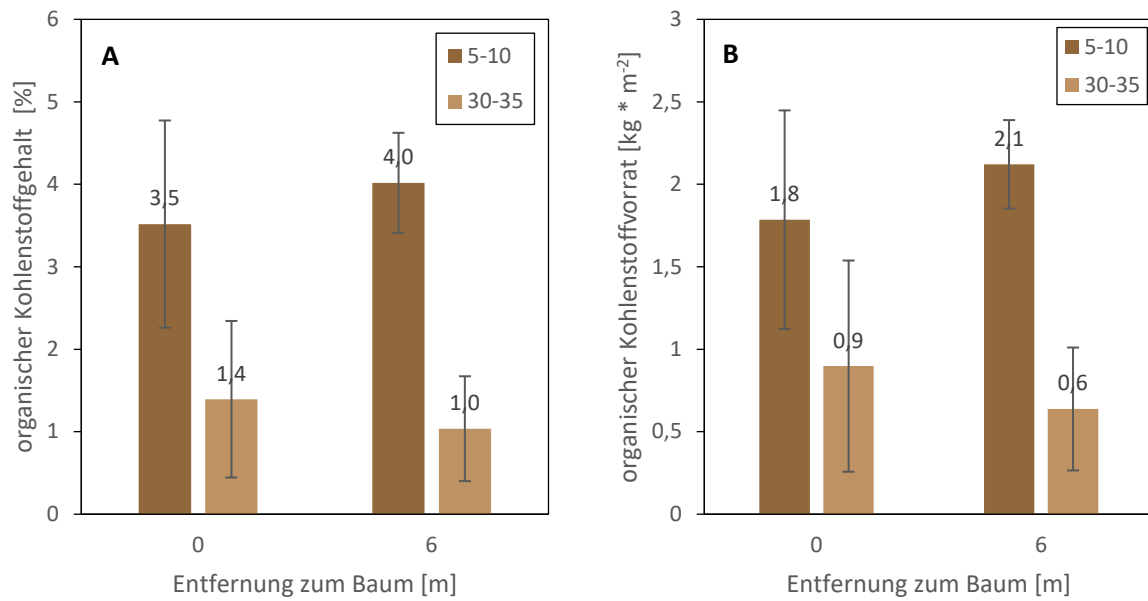


Abb. 39: relativer organischer Kohlenstoffgehalt (A) und organischer Kohlenstoffvorrat (B) in Abhängigkeit von der Entfernung zur Baumreihe und zur Bodentiefe (mean, SD [0 m:5-10 cm n = 14, 0 m: 30-35 cm n = 13, 6 m:5-10 cm n= 25, 6 m:30-35 cm n= 24])

5 Diskussion

5.1 Untersuchung holistisches Weidemanagement

Weidemanagement

Die im holistischen Weidemanagement angedachte Weidedauer liegt ähnlich der Portionsweide bei ein bis zwei Tagen. Schon in den Planungen wurde aufgrund der beschränkten Arbeitskraftkapazitäten vom Betriebsleiter Abstand von diesem kurzen Intervall genommen. Die Weidedauer lag mit durchschnittlich $4,2 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$ auf dem Niveau einer Umtriebsweide. Die Besatzdichte orientierte sich aber weiterhin eher an den Empfehlungen für ökologisch bewirtschaftete Portionsweiden im Mittelgebirge von Mitte April bis Mitte August (5,7 - 9 Tiere (LWK-NRW, 2021)).

Erträge

Für ökologisch bewirtschaftete Weiden im Mittelgebirge werden in der Weideplanung im Allgemeinen zwischen $62 \text{ und } 79 \text{ dt TM} * \text{ha}^{-1}$ veranschlagt (LWK-NRW, 2021). Die Nussweide liegt mit kumulierten $68,9 \text{ dt TM} * \text{ha}^{-1}$ im unteren Mittelfeld. Zu berücksichtigen ist, dass die Weidereste deutlich höher waren als im holistischen Weidemanagement anzustreben ist (20 %). Dies führt dazu, dass diese Biomasse mehrmals berücksichtigt wird, obwohl sie nicht jedes Mal nachgewachsen ist. Die Weideerträge werden also tendenziell überschätzt.

Für eine umfängliche Bewertung der Erträge der Parzelle „Obst links“ ist die Datengrundlage zu gering.

Futteraufnahme

Die Futteraufnahmen decken sich nur teilweise mit den Faustzahlen: In der Futterrationsberechnung von einjährigen Jungbulln mit mittleren Tageszunahmen wird im Allgemeinen mit einer Futteraufnahme von $8 - 9,5 \text{ kg TM} * \text{d}^{-1}$ kalkuliert (Schwarz, 2014), wohingegen sich bei der Vorweide rechnerisch nur Aufnahmen von $5,9 \text{ kg TM} * \text{d}^{-1}$ ergeben. Zu bedenken ist, dass die Aufnahmen (die Differenzen der Mittelwerte) im Verhältnis zur Streuung der Mittelwerte gering sind, ebenso wie die Anzahl der Messwiederholungen. Insofern lassen sich aus den Aufwuchsmengen keine gesicherten Aussagen zur Futteraufnahme ableiten. Die hohe Varianz der Messwerte ist wahrscheinlich der ungleichmäßigen Abweidung geschuldet. Die im holistischen Weidemanagement erwünschten hohen Restbestände, begünstigen diesem Umstand. Die Tiere haben nämlich bis zum Abtrieb eine größere Futterauswahl. Eine kurze Weidedauer mit einer Umtriebszeit von ca. einem Tag, in Kombination mit hohen Besatzdichten wie im holistischen Weidemanagement angestrebt, würde die „Fressplatzkonkurrenz“ erhöhen und der Futterselektion der Tiere entgegenwirken. Dieser Ansatz wurde aber vom Betriebsleiter aus arbeitswirtschaftlichen Gründen verworfen. Für ein solches (vom Betrieb praktizierte) System müssten für gesicherte Aussagen deutlich mehr Stichproben genommen werden. Darüber hinaus käme auch eine Erhöhung der Differenzen (weniger Weidereste) in Frage.

Bestandshöhe

Tatsächlich sind die gemessenen wie auch die rechnerischen TM-Erträge/Aufwuchsmengen nach der Beweidung mit Ausnahme der Vorweide sehr hoch. Der Zielwert der Bestandeshöhe nach der Beweidung liegt bei einer Bestandshöhe von 10 cm. Da TM-Ertrag und Bestandshöhe korrelieren, lässt sich ausrechnen, dass dies ungefähr einem Trockenmasseertrag (Aufwuchs) von $100 \text{ g} * \text{m}^{-2}$

entsprechen würde. Demnach hätte die Weide zur zweiten Beweidung auf rund ein Drittel des Abtriebswerts heruntergefressen werden müssen. Allerdings lässt sich aus den Bestandshöhendaten der zweiten Beweidung sehen, dass diese deutlich stärker durch eine Beweidung sinkt als der Trockenmasseertrag (Trampeleffekt). Insofern wären für eine solche Berechnung eine Regressionsgerade differenziert nach Beweidungsstatus nötig. Dazu fehlt es aber an Datengrundlage. Dennoch lässt sich festhalten, dass die Bestände selbst für das holistische Weidemanagement zu hoch sind. Nach diesem wären folglich höhere Besatzdichten anzustreben (mehr Tiere oder kleinere Parzellen). Es könnten aber auch die Weidetage pro Parzelle erhöht werden.

TM-Gehalte

Die Beweidung führt zu einem Anstieg der TM-Gehalte. Gründe hierfür liegen wahrscheinlich entweder im Trampeleffekt, welcher zu einem Absterben eines gewissen Anteils am Aufwuchs führt oder in der Fraßselektion, bei der die Tiere bevorzugt das junge frische Gras abweiden. Dass die Bestandshöhen stärker durch die Beweidung reduziert werden, als die Aufwuchsmasse ist ein weiteres Indiz für einen gewissen Trampeleffekt.

Die Gründe für die hohen TM-Werte (auf dem Niveau von Gras- oder Maissilage) auf der Nussweide zu Beginn der Weidesaison liegen wahrscheinlich an dem recht hohen Anteil Mulchmaterial aus dem Vorjahr (vgl. Abb. 3). Zur zweiten und vierten Beweidung erreichen die TM-Gehalt vor der Beweidung Werte normale Werte. Im Allgemeinen wird in Futterratingsberechnungen für Frischgras ein TM-Gehalt von 18 % angenommen (Schwarz, 2014). Dies bezieht sich aber auf deutlich intensivere Weiden/Wiesen. Die Werte für extensive Weide/Wiese mögen wohl etwas höher liegen. Ein weiterer systematischer Faktor könnte sein, dass die Proben durch das Einfrieren etwas Wasser verloren haben.

Die hohen TM-Werte zur dritten Beweidung der Parzelle „Obst links“ sind vermutlich dem trockenen heißen Wetter im Juli geschuldet (vgl. Abb. 9).

Futterqualität

Die verschiedenen Werte spiegeln im Wesentlichen die Abreife des Bestandes wider. Zur Vorweide (der Nussweide) Anfang April befindet sich der Rohproteingehalt und der Rohfasergehalt auf dem Niveau von Wiesengras zu Beginn des Ähren-/Rispen schieben ($180 \text{ g XP} \cdot \text{kg TS}^{-1}$, $195 \text{ g XF} \cdot \text{kg TS}^{-1}$ (KTBL, 2005)) der Energiegehalt ist zu dem Zeitpunkt auf dem Niveau von Wiesengras zu Beginn der Blüte ($9,9 \text{ MJ} \cdot \text{kg TS}^{-1}$ (KTBL, 2005)). Zur zweiten Beweidung (der Nussweide) Ende Mai liegt der Rohprotein- und der Energiegehalt auf dem Niveau von Wiesengras zum Ende der Blüte ($108 \text{ g XP} \cdot \text{kg TS}^{-1}$, $9,4 \text{ MJ} \cdot \text{kg TS}^{-1}$ (KTBL, 2005)). Der Rohfasergehalt ist auf dem Niveau von Wiesengras zu Beginn der Blüte ($288 \text{ g XF} \cdot \text{kg TS}^{-1}$ (KTBL, 2005)). Der Rohprotein- und Energiegehalt des dritten Schnittes (der Parzelle „Obst links“) Ende Juli liegt deutlicher darunter. Der Rohfasergehalt ist auf gleichem Niveau. Zur vierten Beweidung (Nussweide) Ende Oktober liegt der Rohproteingehalt wieder auf dem Niveau von Wiesengras zu Beginn des Ähren-/Rispen schieben, bei einem Rohfasergehalt von Wiesengras zum vollen Ähren/Rispen schieben ($247 \text{ g XF} \cdot \text{kg TS}^{-1}$ (KTBL, 2005)). Der Energiegehalt liegt aber deutlich darunter.

5.2 Untersuchung organischer Kohlenstoffvorrat

Lagerungsdichte

Gemessen an den Werteklassen der Bodenkundlichen Kartieranleitung, 5. Auflage [KA5] (Sponagel, 2005) ist die Lagerungsdichte des Oberbodens⁴ sowohl in, als auch zwischen den Baumreihen, als sehr gering zu bewerten. Die Lagerungsdichte des Unterbodens⁵ ist in beiden Fällen als gering einzustufen (vgl. Sponagel, 2005). Trotz der 40 cm tiefen Bodenbearbeitung mit der Spatenmaschine zur Pflanzvorbereitung und der damit einhergehenden Lockerung, hatte sich der Boden zum Probenahmezeitpunkt (ein Jahr nach der Pflanzung) so weit abgesetzt, dass die Unterschiede in der Lagerungsdichte nicht mehr signifikant sind.

Einfluss der Probennahme auf die Lagerungsdichte

Die Probennahme hat einen signifikanten Einfluss auf die Lagerungsdichte. Mit der angewandten Methode wird die Lagerungsdichte systematisch unterschätzt. Dies ist nicht weiter tragisch, sollte aber bei der Bewertung oder bei einem Vergleich mit Daten, die mittels einer anderen Methode erhoben wurden, bedacht werden.

Skelettgehalt

Das der Skelettgehalt nur zwischen den Reihen zwischen Ober- und Unterboden signifikant unterschiedlich ist, ist wahrscheinlich das Resultat der Vermengung durch die Spatenmaschine, wodurch größere Steine aus dem Unterboden in den Oberboden geholt wurden. Dies war an den besonders flachgründigen Stellen sogar optisch deutlich zu erkennen. Der Skelettgehalt des Ober- und Unterbodens innerhalb der Baumreihe ist als schwach grusig zu klassifizieren (vgl. Sponagel, 2005). Der Skelettgehalt des Oberbodens zwischen den Baumreihen ist ebenfalls schwach grusig (vgl. Sponagel, 2005). Der Skelettgehalt des Unterbodens zwischen den Baumreihen ist mittelgrusig (vgl. Sponagel, 2005). Dies steht im Einklang mit den Daten aus der Übersichtsbodenkarte die für das Gebiet vorherrschend einen „Regosol aus flachem löss- und grusführendem Schluff (Hauptlage) über grusführendem Schluff (Basislage) über tiefem Schuttschluff aus Silt- und Tonstein (Karbon bis Rotliegend)“ (LGB-RLP, 2023) ausweist (Sponagel, 2005).

Organischer Kohlenstoffgehalt

Der Oberboden ist gemessen am organischen Kohlenstoffgehalt sowohl in, als auch zwischen den Reihen als stark humos zu bewerten (vgl. Sponagel, 2005). Nach Düwel et al. (2007) entsprechen die Werte der für Grünland häufigsten Werteklasse. Der Unterboden ist zwischen den Baumreihen als schwach humos und innerhalb der Baumreihen als mittelhumos zu bewerten (vgl. Sponagel, 2005). Der höhere Humusgehalt (samt höherer Standardabweichung) des Unterbodens innerhalb der Baumreihen im Vergleich zum Unterboden zwischen den Baumreihen ist wahrscheinlich ein Resultat der Bodenbearbeitung zur Pflanzvorbereitung. Dadurch wurden Humusanteile aus dem Oberboden in den Unterboden (30 bis 40 cm) eingebracht, sodass sich die Konzentration dort erhöhte und im Oberboden verringerte. Die höhere Standardabweichung im Vergleich zum nicht bearbeiteten Boden

⁴ bezogen auf den Abschnitt in 5-10 cm Tiefe

⁵ bezogen auf den Abschnitt in 30-35 cm Tiefe

zwischen den Pflanzreihen liegt daran, dass eine Spatenmaschine aufgrund der Spatenbewegung und des Strichabstand der Zinken bzw. „Spaten“ keine vollständige Durchmischung verursacht.

Organischer Kohlenstoffvorrat

Durch das Agroforstsystem wird mehr organischer Kohlenstoff in den Boden eingebracht. Legt man den von Cardinael et al. (2018) in silvopastoralen Systemen im kühlen gemäßigten Europa ermittelten Wert von $190 \text{ kg org. C} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ für die oberen 30 cm zugrunde und als Gleichgewichtszustand 8 % Humusgehalt, dann würde dieser Zielwert zwischen den Baumreihen im Abschnitt 5 bis 10 cm nach 105 Jahren erreicht werden. Pro Quadratmeter wären dann im Abschnitt 5 bis 10 cm zusätzlich 33 g organischer Kohlenstoff festgelegt worden. Dies entspricht einem CO_2 -Äquivalent von $1,22 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ bzw. $12,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wenn die C-Sequestrierung in den europäischen Emissionshandel eingebunden wäre, könnten bei dem durchschnittlichen Preis des Jahres 2022 ($81,04 \text{ EUR} \cdot \text{CO}_2\text{e} \cdot \text{t}^{-1}$ (Statista, 2023)) 988,68 EUR $\cdot \text{ha}^{-1}$ Erlös werden. Pro Jahr wären das 9,42 EUR $\cdot \text{ha}^{-1}$. Der Abschnitt 5 bis 10 cm entspricht einem Sechstel der Betrachtungstiefe von Cardinael et al. (2018). Der jährliche Erlös würde also bei gleichmäßig verteilten Aufbauraten (im Oberboden (0 bis 30 cm)) das sechsfache betragen ($56,52 \text{ EUR} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Innerhalb der Baumreihen würde das Erreichen eines Humusgehalts von 8 % im Oberboden 181 Jahre dauern, da dort der Gehalt an organischem Kohlenstoff durch die Bodenbearbeitung und Vermengung mit dem Unterboden abgenommen hat. Dem entsprechend würde der Unterboden den Zielwert früher erreichen als der Unterboden zwischen den Baumreihen. Da der Eintrag von organischem Material durch die Bodenbearbeitung einmalig sein wird und sich die Kohlenstoffeinträge über Laub, Wurzeln und deren Exsudate erst aufbauen müssen ist nicht auszuschließen, dass die organischen Kohlenstoffgehalte zunächst konstant bleiben oder sinken (vgl. Wiesmeier et al., 2020).

5.3 Untersuchung Avifauna

Amsel, Blaumeise, Buchfink, Kohlmeise, Mönchgrasmücke, Ringeltaube, Rotkehlchen, Star, Zaunkönig und Zilpzalp sind die bestandsstärksten, häufigsten Arten in Rheinland-Pfalz und sind dem Lebensraum Wald, bzw. Wälder, Parks und Gärten zuzuordnen (Simon, et al., 2014).

(Wasser)-Amsel, Buchfink, Goldammer, Hausrotschwanz, Höckerschwan und Kranich wurden auch bei Untersuchungen der Naturschutzverwaltung RLP (2022) in diesem Gebiet gefunden und können durch vorliegende Untersuchung bestätigt werden. Der Kuckuck und die Wasservögel Gebirgsstelze, Teichhuhn und Weißstorch konnten in der vorliegenden Untersuchung nicht detektiert werden. Allerdings ist die ca. 12 ha große Projektfläche auch nur ein Teilgebiet des 4 km² großen Untersuchungsraums der Naturschutzverwaltung RLP (Naturschutzverwaltung RLP, 2022). Zu diesem gehört auch der Hellersberger Weiher, wohingegen die Projektfläche selbst (noch) kein stilles Gewässer hat.

Der detektierte Wald- oder Steinkauz zählt zu den in Streuobstwiesen typisch vorkommende Arten (Manderbach, 2022). Für naturnahe Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien, die im Untersuchungsgebiet enthalten sind, konnte die Dorngrasmücke, aber nicht der Neuntöter (Brunzel &

Vogel, o. J.) protokolliert werden. Die Arten Kohlmeise, Ringeltaube, Rotkehlchen sowie Singdrossel sind typische Vertreter von Vogelarten des Mischwaldes (Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz, o. J.) und könnten auf den östlich an die Projektfläche grenzenden Mischwald zurückzuführen sein.

Die Detektion eines Rotkopfwürgers, ist positiv zu beurteilen, da dieser gem. der Roten Liste 2014 RLP als ausgestorben/verschollen gilt. Detektieren nachfolgende akustische/optische Untersuchungen ebenfalls den Rotkopfwürger, könnten sich die Bestände dieser Art, zumindest in dem betreffenden Areal, erholt haben bzw. das Areal neu besiedelt haben. Demnach könnte dem Gebiet eine besondere Rolle für diese Vogelart zugeschrieben werden, was für einen Erhalt bzw. eine Verbesserung des Lebensraums spricht.

Dadurch, dass Aufnahmezeitraum auf zwei Tage im Mai und vier Tage im Juni 2021 begrenzt war, ist es möglich, dass weitere Arten, welche nicht detektiert wurden, an anderen Tagen hätten aufgezeichnet werden können. Auch ist nicht auszuschließen, dass weitere Vogelarten anzutreffen sind, welche das entsprechende Areal als Nahrungsgebiet nutzen oder zu den Durchzüglern zählen. Je nach Jahreszeit wäre auch die Protokollierung von verschiedenen Zugvogelarten, welche nicht in diesem Gebiet heimisch sind, möglich. Die Amsel, die Blaumeise, der Goldammer und die Kohlmeise wurden zwar oft protokolliert, aber aufgrund des eingeschränkten Zeitfensters können keine zuverlässigen Aussagen bezüglich der Häufigkeiten der detektierten Arten getroffen werden.

Um die Biodiversität bestimmen zu können, müssten relative und absolute Häufigkeiten der Arten festgelegt bzw. ausfindig gemacht werden. Da zuvor kein Avifauna Monitoring durchgeführt wurde, kann keine Aussage zur Verbesserung oder Verschlechterung der Artenvielfalt im Untersuchungsgebiet getroffen werden. Da die Lebensraumqualität des Projektgebiets durch gezielte Maßnahmen verbessert werden und auch ein Teich entstehen soll, liegt es im Rahmen des Möglichen, dass in Zukunft weitere Vogelarten kartiert, werden können. Die Veränderung der offenen Landschaft zu einer halboffenen Landschaft könnte überdies dazu führen, dass der Hausrotschwanz, der Wiesenpieper und die Zippammer andere Areale aufsuchen könnten.

6 Öffentlichkeitsarbeit

Nachfolgend sind die Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit zum Projekt und seinen Wirkungen für den Ressourcen- und Klimaschutz aufgeführt:

- Einrichtung und Betrieb einer Projektwebseite: <https://www.keyline-agroforst.de/>
- Begleitung der Pflanzaktion mit Drohnenaufnahmen und Interview durch PermaGlück (23.11.2020): <https://youtu.be/dnaQuF16MJc>
- Beitrag zum Projekt im Länderreport von Dlf Kultur (31.05.2021) <https://www.deutschlandfunkkultur.de/nachhaltige-landwirtschaft-rinder-unter-nussbaeumen-100.html>
- „Tag der offenen Weide“ am 11.06.2021 auf der Projektfläche
- Aufbau eines Hinweisschildes auf der Fläche
- Vorstellung des Projektes als Beispiel für integrierte Landnutzungskonzepte auf dem DAAD-Symposium „Grüne Wirtschaft, Klima- und Biodiversitätsschutz und Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) für einen gesunden Wohlstand“ (3. bis 7. Oktober 2021)
- Prämierung der Bannmühle mit dem Siegerplatz in der Kategorie "Gesamtbetriebliche Konzeption" beim "Ideenwettbewerb – Modellbetriebe Bioökonomie in Mittelgebirgen 2021": <https://www.ibm.dvl.org/siegerideen/gesamtbetriebliche-konzeption#c4903>
- 2. „Tag der offenen Weide“ im Rahmen der Öko-Aktionstage Rheinland-Pfalz (20.08.2022)
- Bericht von Anja Rath in LandInForm 3/2022 (Seite 30-32): https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/Redaktion/Seiten/Service/Publikationen/LandInForm/2022/LandInForm_2022_03.pdf
- Präsentation der Projektfläche im Rahmen der internationalen 3. Agroforst Fach-Exkursion nach Süd-West Deutschland (26.-28. September 2022) mit Teilnehmern aus Belgien und den Niederlanden: https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2022/09/Programm_Herbstexkursion.pdf
- Präsentation der Projektfläche auf Exkursion & Workshop "Rechtliche & administrative Rahmenbedingungen für Agroforstwirtschaft" im Projekt Agromix (9. & 28. Februar 2023) mit Vertretern der Landwirtschaft, der Agrar- und Umweltministerien, der Beratungseinrichtungen und Verwaltung, des Naturschutzes und aus der Forschung in Rheinland-Pfalz und im Saarland: <https://www.stoffstrom.org/aktuelles/agroforst-und-die-neue-gap-erste-eindruecke-aus-rheinland-pfalz-und-dem-saarland/>

Auch nach Projektende:

- Präsentation der Projektfläche auf einer Exkursion mit Sebastian Thul (Staatssekretär des MUKMAV Saarland, 21.06.2023) und Katrin Eder (Ministerin des MKUEM RLP, 17.07.2023) im Rahmen des Projektes Agromix:
<https://www.stoffstrom.org/aktuelles/exkursionsgruppe-um-den-staatssekretaer-thul-informiert-sich-zum-thema-agroforst/>
<https://www.stoffstrom.org/aktuelles/ministerin-katrin-eder-besucht-agroforst-pionierbetriebe/>

7 Fazit

Die Etablierung des Pilotstandortes für Agroforstwirtschaft, Keyline-Design und Nachhaltiges Weidemanagement auf Flächen der Bannmühle ist erfolgt. Der Anwuchserfolg der Pflanzungen ist sehr hoch. Auch die Planung und Genehmigung des Teiches konnte in der Projektlaufzeit umgesetzt werden, sodass der Betrieb diesen errichten kann, sobald es die Personalkapazitäten zulassen. Das holistische Weidemanagement wurde von der Bannmühle erstmalig im Jahr 2021 gezielt durchgeführt, jedoch im Jahr 2022 an die aktuellen Herausforderungen des Betriebs angepasst. Die sukzessiv gesammelten Erfahrungen, wurden bereits im Rahmen unserer Öffentlichkeitsarbeit einer großen Zahl an Personen zugänglich gemacht. Der Betrieb und die etablierte Fläche erfahren großes Interesse in der Fachwelt. Der Standort soll als Pilotstandort ausgebaut und im Rahmen verschiedener Folgeprojekte weiter beforscht werden.

Literaturverzeichnis

Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz. Wetterdaten.

<https://www.wetter.rlp.de/Agrarmeteorologie/Wetterdaten/Kartensuche>

Baudry, J., Bunce, R. & Burel, F. (2000). Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management*, 60(1), 7–22.

<https://doi.org/10.1006/jema.2000.0358>

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2016). Nussanbau: Ein interessanter zukünftiger (Bio)-Betriebszweig?

https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/tagung_2016_walnuss_gubler.pdf

Becquey, J. (1997). Nussbäume zur Holzproduktion (Bd. 3). ARGE für Waldveredelung und Flurholzanbau.

Béliveau, A., Lucotte, M., Davidson, R., Paquet, S., Mertens, F., Passos, C. J. & Romana, C. A. (2017). Reduction of soil erosion and mercury losses in agroforestry systems compared to forests and cultivated fields in the Brazilian Amazon. *Journal of Environmental Management*, 203(Pt 1), 522–532. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.037>

Bouvet, G. (2011). Le noyer en agriculture biologique.

Brunzel, S., & Vogel, B. (o. J.). natura2000 MANAGER. Von Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien (* orchideenreiche Bestände): <https://www.natura2000manager.de/oekologie/lebensraeume/grasland/naturnahe-kalk-trockenrasen-und-deren-verbuchungsstadien-festuco-brometalia/> abgerufen

Bussotti, F. (2014). *Quercus pubescens*. In *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie* (S. 1–10). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9783527678518.ehg1998016>

Cardinael, R., Chevallier, T., Cambou, A., Béral, C., Barthès, B. G., Dupraz, C., Durand, C., Kouakoua, E. & Chenu, C. (2017). Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: A survey of six different sites in France. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 236, 243–255. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.12.011>

Cardinael, R., Umulisa, V., Toudert, A., Olivier, A., Bockel, L. & Bernoux, M. (2018). Revisiting IPCC Tier 1 coefficients for soil organic and biomass carbon storage in agroforestry systems. *Environmental Research Letters*, 13(12), 124020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaeb5f>

Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (2016). Variétés du noyer. https://varietes_noix.ctifl.fr/accueil.aspx

Deutscher Bauernverband e.V. & Agrarmarkt-Informations-GmbH (2022). Situationsbericht 2022/23: Trends und Fakten zur Landwirtschaft.

- Deutscher Gewerkschaftsbund (Hrsg.). (2017). Mindestlohn 2022: Was ändert sich?
<https://www.dgb.de/themen/++co++6ca263de-fb0e-11e9-bdcf-52540088cada>
- Dimke, P. (2015). Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt Nr. 31.
<https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/spaetfrostschaeden>
- Düwel, O., Siebner, C., Utermann, J. & Krone, F. (2007). Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands: Bericht über länderübergreifende Auswertungen von Punktinformationen im FISBo BGR.
- ETH Zürich (1995). Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz.
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Hrsg.). (2021). Artensteckbriefe 2.0: Alternative Baumarten im Klimawandel Eine Stoffsammlung. https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/sonstiges/2021_fva_artensteckbriefe.pdf
- Fraser, A. F. (1978). Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Ulmer.
- FVA Baden-Württemberg, Referat 83 FR, und FGeo. (2011). Die Vogelkirsche (*Prunus avium* L.): Praxis-Infoblatt zur Wertholzproduktion. ForstBW Praxis(1), 5.
<https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/bestandesspflege/die-vogelkirsche-praxis-infoblatt>
- Goel, G. & Makkar, H. P. S. (2012). Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Tropical animal health and production*, 44(4), 729–739. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9966-2>
- Gossner, M., Bühlmann, I., Bernath, L., Ziegler, M. & Kamm, U. (2021). Schadpotenzial der Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) im Wald. *Wald und Holz*, 102(8), 19–22.
- Götz, B. & Wolf, C. (2014). *Tilia cordata* Miller. In A. Roloff, H. Weisgerber, U. Lang & B. Stimm (Hrsg.), *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie* (S. 1–16).
- Heiniger, U. Herbst-Zeit: Marroni-Zeit. *Naturfreund*(4), 20–21.
- Hejzman, M., Hejzmanová, P., Pavlů, V. & Thorhallsdottir, A. G. (2016). Forage quality of leaf fodder from the main woody species in Iceland and its potential use for livestock in the past and present. *Grass and Forage Science*, 71(4), 649–658. <https://doi.org/10.1111/gfs.12224>
- Kanzler, M., Böhm, C., Mirck, J., Schmitt, D. & Veste, M. (2019). Microclimate effects on evaporation and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield within a temperate agroforestry system. *Agroforestry Systems*, 93(5), 1821–1841. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0289-4>
- König, D. (1992). The potential of agroforestry methods for erosion control in Rwanda. *Soil Technology*, 5(2), 167–176. [https://doi.org/10.1016/0933-3630\(92\)90017-U](https://doi.org/10.1016/0933-3630(92)90017-U)

- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. MaKost: Maschinen- und Reparaturkosten. <https://daten.ktbl.de/makost>
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Obstbau: Betriebswirtschaftliche und produktionstechnische Kalkulationen. <https://www.ktbl.de/webanwendungen/obstbau>
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2005). Faustzahlen für die Landwirtschaft (13. Aufl [neu bearb.]. Landwirtschaftsverlag.
- Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. WMS RLP Bodenflächendaten 1:5.000 L. https://mapserver.lgb-rlp.de/cgi-bin/mc_bfd5?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=getcapabilities
- Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. WMS RLP Bodenflächendaten 1:50.000. https://mapserver.lgb-rlp.de/cgi-bin/mc_bfd50?SERVICE=WMS&REQUEST=GetCapabilities
- Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. (2023). Bodenübersichtskarte (BK50). www.lgb-rlp.de
- Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation (LVermGeo) Rheinland-Pfalz. WFS RP Bodenschaetzung. <https://www.geoportal.rlp.de/registry/wfs/571?REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.0&SERVICE=WFS>
- Landschaftspflegeverband Mittelfranken e.V. (2014). Vögel der Streuobstwiese erkennen und entdecken. Von <https://www.lpv-mittelfranken.de/voegel-der-streuobstwiese.html> abgerufen
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. (2021). Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz.
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). (2022, 29. April). Ausbildungsvergütung - Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. <https://www.landwirtschaftskammer.de/bildung/landwirt/formulare/verguetung/index.htm>
- Landwirtschaftsverlag Hessen (2021). Landwirtschaftliches Wochenblatt: Hessenbauer | Pfälzer Bauer | der Landbote(20).
- Leiber, F. & Hämmerli, F. (2016). Kräuter und Laub: im Rindviehfutter. Bioaktuell(3), 12.
- Manderbach, R. (2022). DEUTSCHLANDS NATUR - Der Naturführer für Deutschland. Von Streuobstwiesen: <https://www.deutschlands-natur.de/lebensraeume/anthropogen/streuobstwiesen/#:~:text=Typische%20V%C3%B6gel%20der%20Streuobstwiese%20sind%20Steinkauz%20%28Athene%20noctua%29%2C,Feldsperling%20%28Passer%20montanus%29%20als%20seltener%20Schwesterart%20des%20> abgerufen
- Martens, H. & Schweigel, M. (2003). Effekte des Kaliums auf den Mg- und Ca-Stoffwechsel der Kuh: Wirkungen und Nebenwirkungen wissenschaftlicher Tätigkeit [Influence of potassium on Mg-

- and Ca-metabolism in cows: effects and side effects of scientific research]. Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 145(12), 577–583. <https://doi.org/10.1024//0036-7281.145.12.577>
- Mayer, S., Wiesmeier, M., Sakamoto, E., Hübner, R., Cardinael, R., Kühnel, A. & Kögel-Knabner, I. (2022). Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems – A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, 323, 107689. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107689>
- Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Tarifdaten Landwirtschaft Nordrhein. http://www.tarifregister.nrw.de/material/landwirtschaft_nordrhein3.pdf
- Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten. (7. März 2022). Landschaftsinformationssystem der Naturschutzverwaltung. Von LANIS: https://geodaten.naturschutz.rlp.de/kartendienste_naturschutz/ abgerufen
- Müller-Kroehling, S. (2019). Biodiversität an Ulmen, unter besonderer Berücksichtigung der Flatterulme. LWF Wissen Bayerische Landesanstalt, S. 49-64.
- ökolandbau.de (2021). Welches Potenzial steckt im ökologischen Anbau von Walnüssen? <https://www.oekolandbau.de/index.php?id=19127>
- P. Udawatta, R., Rankoth, L. & Jose, S. (2019). Agroforestry and Biodiversity. Sustainability, 11(10), 2879. <https://doi.org/10.3390/su11102879>
- Richens, R. H. (1983). Elm. Cambridge University Press.
- Richter, E. (2016). Der Baumhaselwald bei Oravita. Revista pădurilor, 131(3/4), 19–26. http://revistapadurilor.com/wp-content/uploads/2017/03/RP-nr.3-4_2016-3.pdf
- Richter, E. (2019). Trägt die Baumhasel zur Lösung des Waldumbaus bei? Jagd, Forst und Natur(19), 26–27.
- Rigo, D. de, Enescu, C., Durrant, T. & Caudullo, G. (2016). Quercus cerris in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In Publication Office of the European Union (Hrsg.), European Atlas of Forest Tree Species.
- Roloff, A [Andreas] & Kniesel, B. (2008). Waldbaumarten und ihre Verwendung im Klimawandel. Archiv für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie, 42, 97–109.
- Rudow, A. (2006). Wertholzproduktion mit der Edelkastanie auf der Alpennordseite: Kursdokumentation. https://www.ig-edelkastanie.de/download/SEBACASTANEA_DIV_kurs_waldbau_2006.pdf
- Ruhm, W. (2013). Die Schwarznuss – anspruchsvoll und wertvoll. www.waldwissen.net. <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/laubbaeume/schwarznuss>

- Salvatore, P., Rigo, D. de & Caudullo, G. (2016). *Quercus pubescens* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In Publication Office of the European Union (Hrsg.), *European Atlas of Forest Tree Species* (S. 156–157).
- Schulz, V., Sharaf, H., Weisenburger, S. & Morhart, C. (2020). *Agroforst-Systeme zur Wertholzerzeugung: Tipps für die Anlage und Bewirtschaftung von Agroforst-Systemen, sowie Betrachtung ökologischer, ökonomischer, landschaftsgestalterischer und rechtlicher Aspekte.*
- Schwabe, A. & Kratochwil, A. (1987). *Weidbuchen im Schwarzwald und ihre Entstehung durch Verbiss des Wälderviehs: Verbreitung, Geschichte und Möglichkeiten der Verjüngung. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg: Bd. 49. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.*
- Schwarz, F. (2014). *Rinderfütterung. In Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis (14. Aufl., S. 357–510). DLG-Verl.*
- Schweizer Bauernverband (2022). *Stehendes Gras: Richtpreise für stehendes Gras (Verrechnung unter Landwirten).* <https://www.sbv-usp.ch/de/preise/pflanzenbau/futtermittel/zwischenfutter>
- Šeho, M., Huber, G., Frischbier, N. & Schölch, M. (2017). *Kurzportrait Baumhasel (Corylus colurna L.).* www.waldwissen.net.
<https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/kurzportrait-baumhasel>
- Sengespeik, J., Palapies, S., Flöper, N., Dlubek, B., Ehlich, T., Meier, M., . . . Stanzl, E. (o. J.). *NABU (Naturschutzbund Deutschland) e. V. Von NABU-Vogelporträts:* <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/voegel/portraets/index.html> abgerufen
- Simon, E. (2020). *Naturschutzgroßprojekt Bänder des Lebens im Hunsrück BODEN- UND WIESENBRÜTER IM PROJEKTGEBIET.* Mainz: Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz.
- Simon, L., Braun, M., Grunwald, T., Hyne, K.-H., Isselbacher, T., Werner, M., . . . Schulte, T. (2014). *ROTE LISTE BRUTVÖGEL.* Mainz: Ministerin für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten.
- Sponagel, H. (Hrsg.). (2005). *Bodenkundliche Kartieranleitung: Mit 103 Tabellen (5., verb. und erw. Aufl.).* Schweizerbart.
- Statista (2023). *Preisentwicklung von CO₂-Emissionsrechten im europäischen Emissionshandel (EU-ETS) von 2005 bis 2022² (in Euro pro Tonne CO₂-Äquivalent).*
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1304069/umfrage/preisentwicklung-von-co2-emissionsrechten-in-eu/>
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2019, 18. April). *Detaillierte Zusammensetzung der Arbeitskosten im Produzierenden Gewerbe und Dienstleistungsbereich.*
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitskosten->

Lohnnebenkosten/Tabellen/struktur-
kostenart.html;jsessionid=1520D298A7239FFCC5F8FEA94B1D5E87.live711

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2020a, 2. Oktober). Krankenstand.
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Qualitaet-Arbeit/Dimension-2/krankenstand.html>

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2020b, 8. Dezember). Urlaubsanspruch.
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Qualitaet-Arbeit/Dimension-2/urlaubsanspruchl.html>

Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz. (o. J.). Waldvögel in Rheinland-Pfalz. Von
https://snu.rlp.de/fileadmin/4_Mediathek/PDF/Poster/Poster_Waldvoegel.pdf abgerufen

Szalatnay, D., Kellerhals, M., Frei, M. & Müller, U. (2011). Früchte, Beeren, Nüsse: Die Vielfalt der
Sorten - 800 Porträts (1. Aufl.). Haupt.

Tarifgemeinschaft deutscher Länder (Hrsg.). TV-L Anlage A: Entgeltordnung zum TV-L.
<https://www.tdl-online.de/tv-l/tarifvertrag.html>

Wiesmeier, M., Mayer, S., Paul, C., Helming, K., Don, A., Franko, U., Franko, M. & Kögel-Knabner, I.
(2020). CO₂-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden:
Methoden, Maßnahmen und Grenzen. <https://doi.org/10.20387/BonaRes-F8T8-XZ4H>

Yeomans, P. (1954). The Keyline Plan. P.A. Yeomans. <https://soilandhealth.org/wp-content/uploads/01aglibrary/010125yeomans/010125toc.html>

Anhang 1: Vegetationsmonitoring

Anhang 2: Weidedokumentation 2022

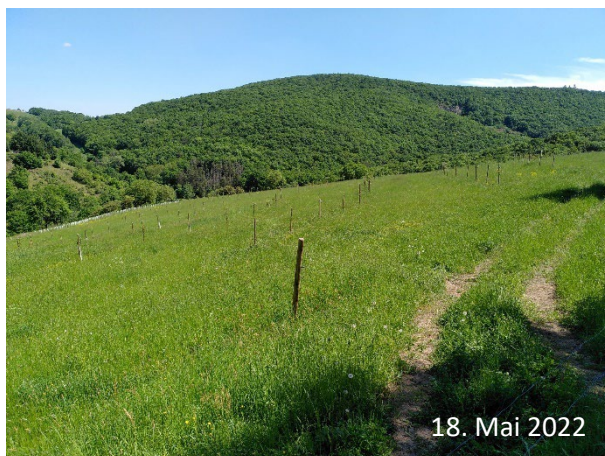




Abb. 40: Weide im Jahresverlauf 2022

Anhang 3: Konzepte

Diskutierte potenzielle Standorte für Teiche

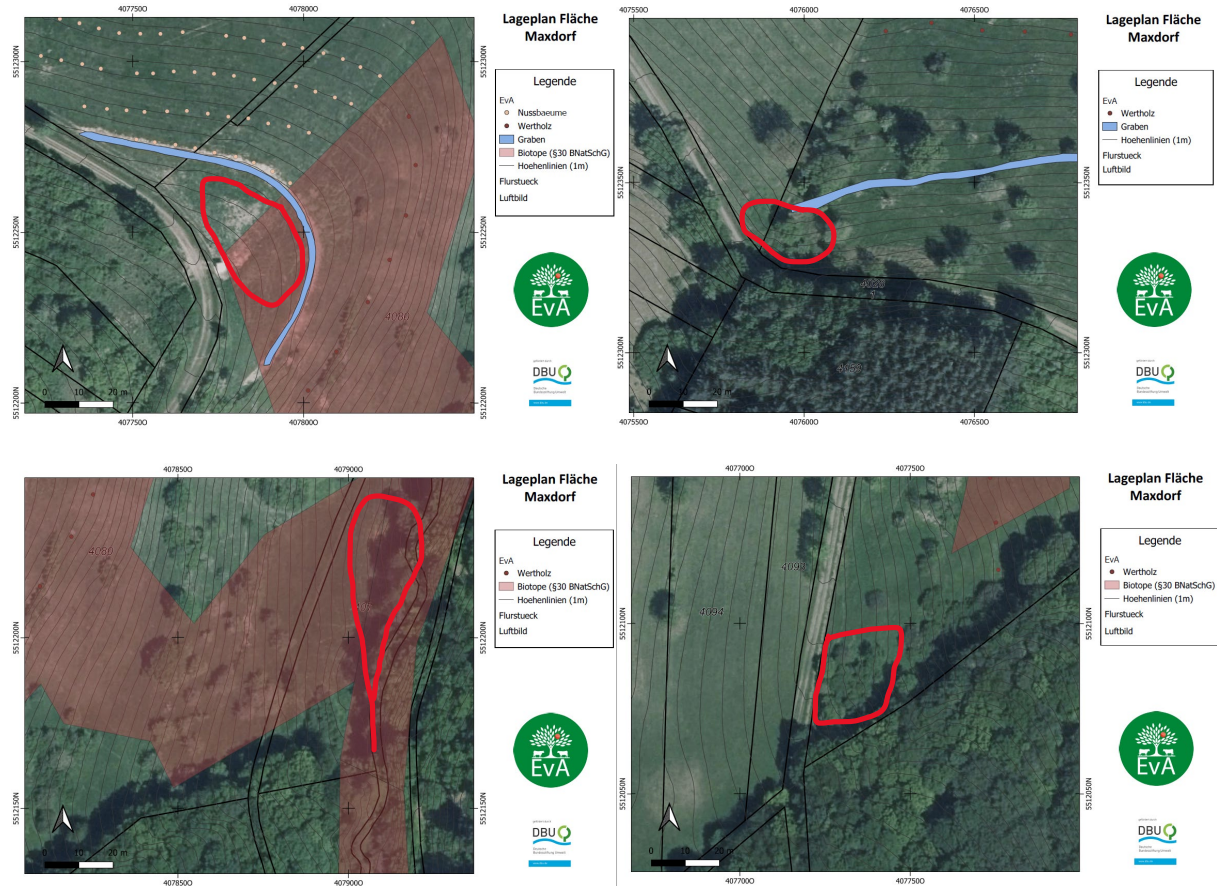


Abbildung 41: diskutierte potenzielle Standorte für Teiche (Quellen: Digitales Orthofoto (40cm): ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de, Liegenschaftskataster: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de)

Konzept 1.1

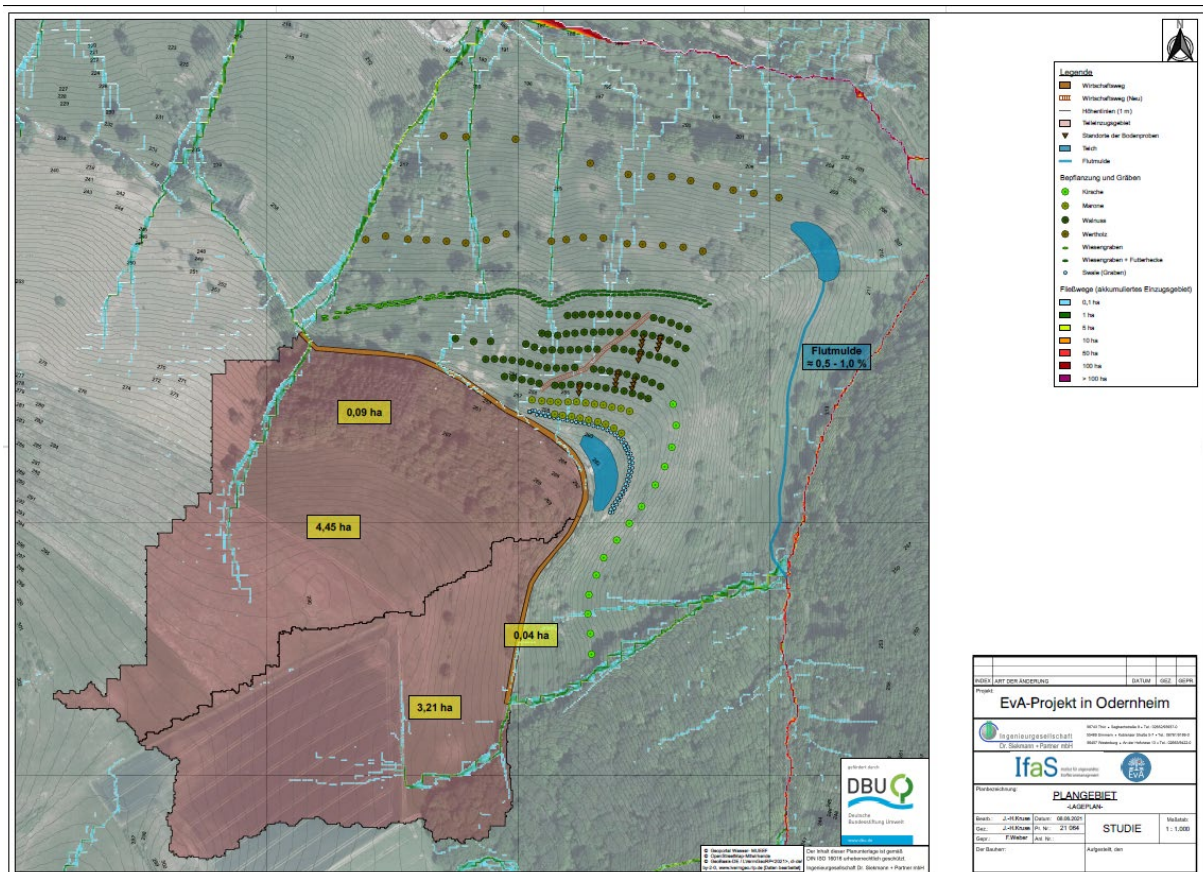


Abbildung 42: Konzept mit Wiesengraben zum Ableiten des Wassers im Westen, einem Retentionsteich unterhalb des Wirtschaftswegs und einem weiteren Retentionsteich weiter unterhalb, der über eine Flutmude den Münchheddartgraben entlastet

Problem: Die zusätzliche Wassergewinnung und -haltung für Bewässerung und Retention ginge nur durch Überplanung von §30 geschützten Biotopen. Außerdem ist die Bodenaufgabe auf der Kuppe zu gering.

Konzept 1.2.1

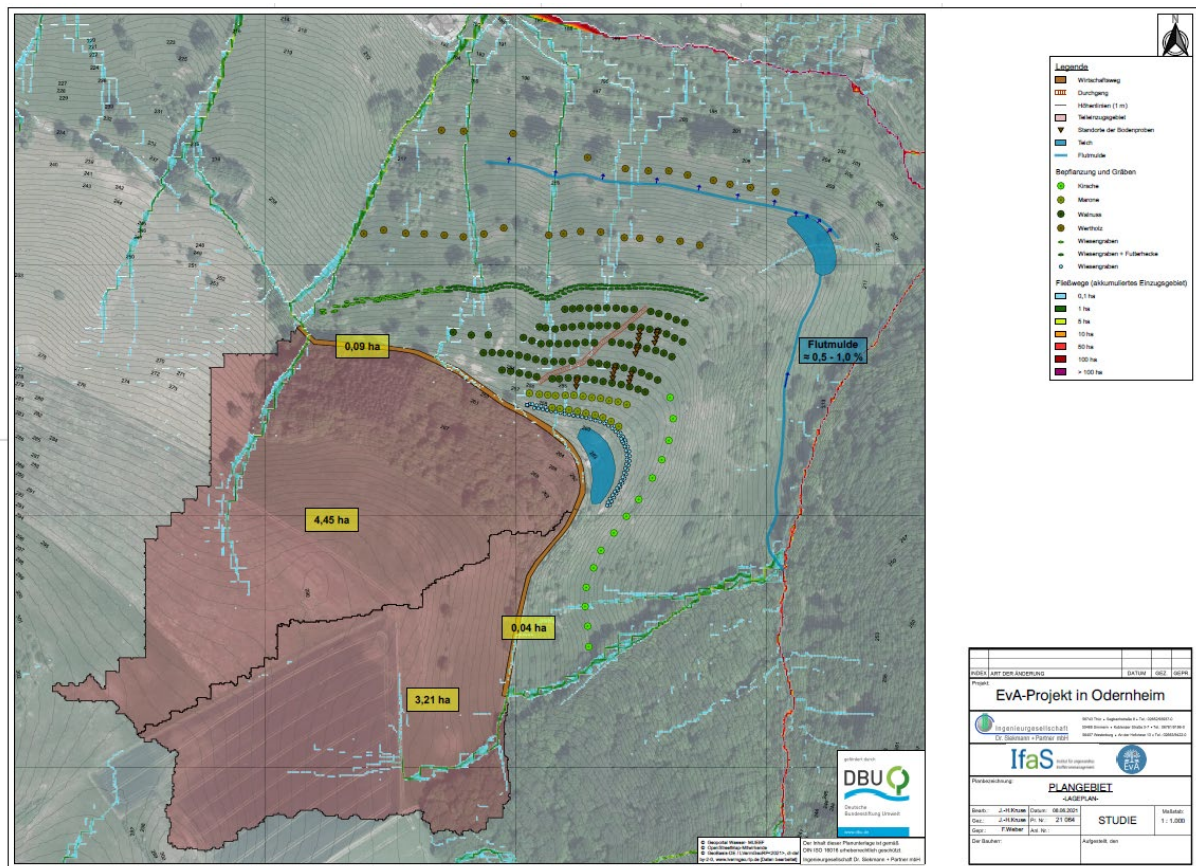


Abbildung 43: Konzept mit einem Retentionsteich unterhalb des Wirtschaftswegs, einem Wiesengraben zum Ableiten des Wassers im Westen und einem weiteren Retentionsteich weiter unterhalb, der zusätzlich über eine Flutmude den Münchheddartgraben entlastet, sowie eines weiteren Grabens unterhalb des zweiten Teiches, ohne Gefälle zum weiteren Wasserrückhalt.

Problem: Ein dritter Graben verbessert zwar die Verteilung des Wassers im Falle eines Überlaufens des Teiches, aber der Graben dürfte dazu kein Gefälle haben, sodass er divergent zur Baumreihe verläuft und die Fläche zerschneidet

Konzept 1.2.2

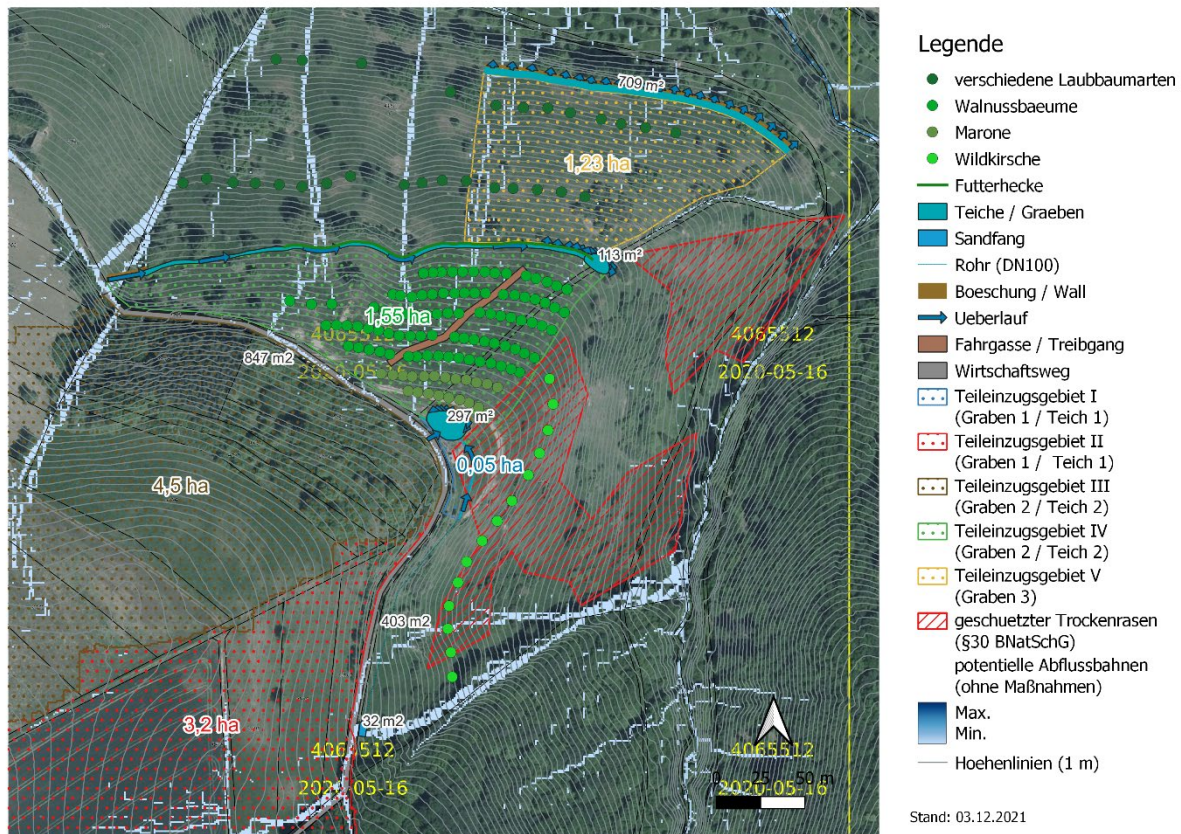


Abbildung 44: Konzept mit einem Sandfang im Süden der vom Wirtschaftsweg abfließendes Wasser über ein Rohr und einen Einlaufgraben den Retentionsteich unterhalb des Wirtschaftswegs speist. Der Teich liegt nun außerhalb der nach §30 BNatSchG geschützten Flächen. Außerdem besteht das Konzept aus einem Wiesengraben zum Ableiten des Wassers im Westen und einem daran anschließenden kleinen Retentionsteich, sowie eines weiteren Grabens unterhalb des zweiten Teiches, ohne Gefälle zum weiteren Wasserrückhalt, aber deutlich tiefer als in Konzept 1.2.1, sodass die Fläche nicht so stark zerschnitten wird.

Problem: Der dritte Graben zerschneidet nun nur noch eine deutlich kleinere Fläche, aber Grabentiefe (Höhe des Retentionsvolumens) und Befahrbarkeit sind weiterhin konkurrierende Ziele

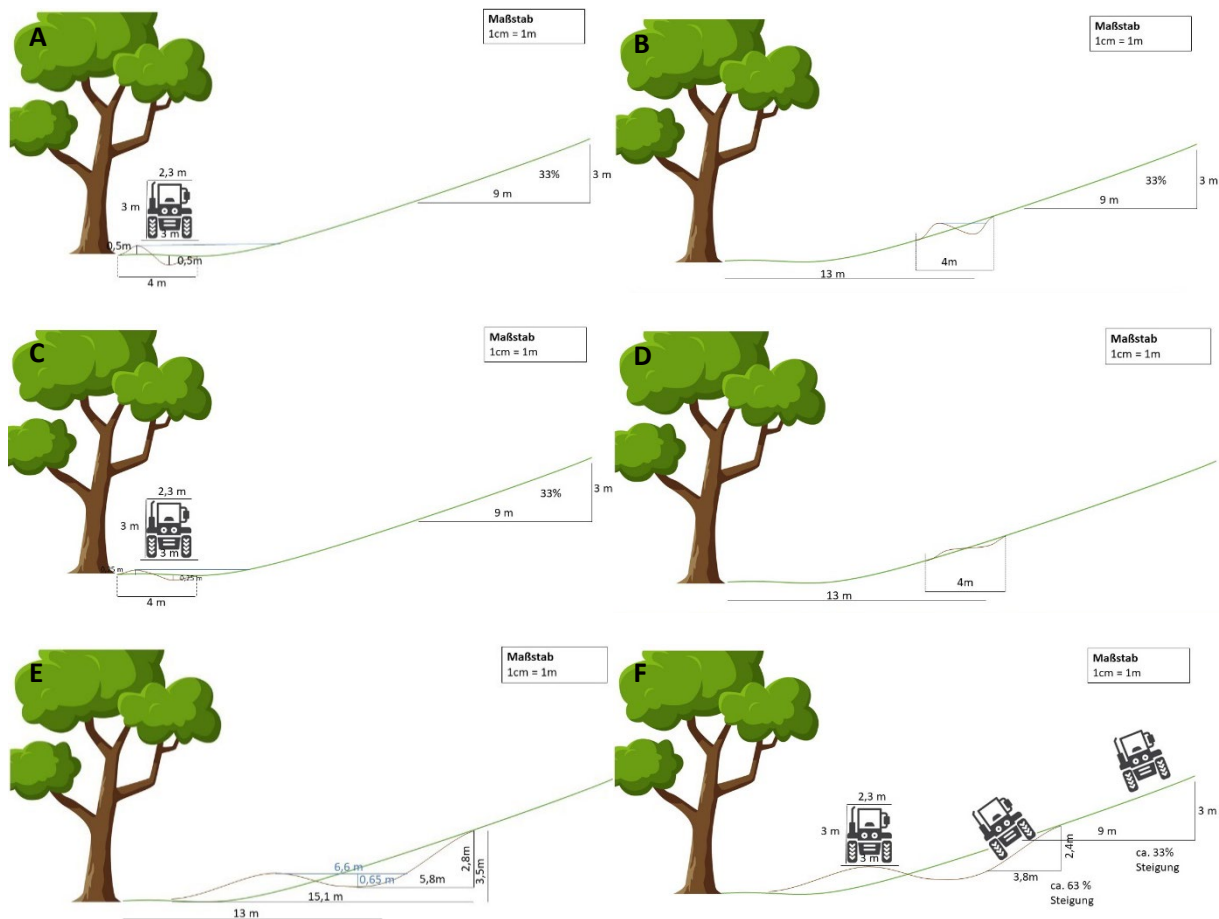


Abbildung 45: A) Querschnitt und Lage des östlichen Endes des Grabens B) Querschnitt und Lage des westlichen Endes des Grabens C) Querschnitt des östlichen Endes des Grabens bei geringerer Grabentiefe D) Querschnitt des westlichen Endes des Grabens bei geringerer Grabentiefe E) Querschnitt des östlichen Endes des Grabens bei mittlerer Grabentiefe und flacheren Böschungen (breiterer Graben) F) Gefälle der Böschung von E)

A & B: Graben bei der Breite zu tief zum überfahren.

C & D: Graben überfahrbar, aber zum westlichen Ende bei der geringen Tiefe und der gegebenen Steigung kein Retentionsraum mehr vorhanden

D & F: Reduzierung des Böschungsgefälles durch breiteren Graben nicht ausreichend

Konzept 1.3

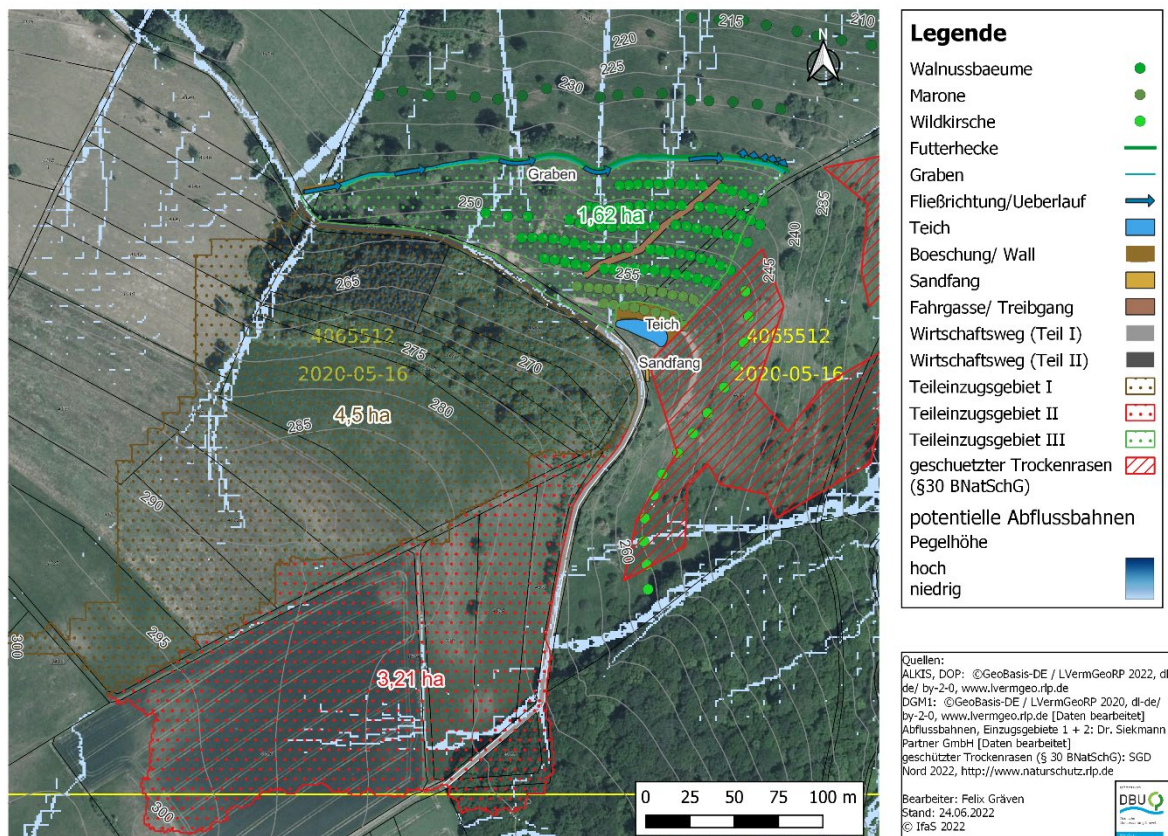


Abbildung 46: reduziertes Konzept mit einem Teich und einem Graben

Anhang 4: Geologisches Gutachten

Anhang 5: Kosten- und Leistungsrechnung: Produktionsverfahren und Salden

Anpflanzjahr																						
Ertrag		0,00																				
Beschreibung	Anzahl	Dauer (h/ha)	Dauer (h/da)	Anzahl Ak I	Anzahl Ak II	Anzahl Ak III	Lohnkosten (€ /ha)	Maschine I	Anzahl	Maschi nenstu nden (h/ha)	Maschi nenstu nden (h/da)	Maschine II	Anzahl	Maschi nenstu nden (h/ha)	Maschi nenstu nden (h/da)	Maschine III	Anzahl	Maschi nenstu nden (h/ha)	Maschi nenstu nden (h/da)	fixe MK €/ha	variable MK €/ha	Summe MK €/ha
Abstecken	1	2,0		1	1	1	136,91 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €
Reihen lockern	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Spatenmaschine, 2,0 m	1,0	1,5						22,67 €	40,60 €	63,27 €
Löcherbohren & Pfähle setzen & Wurzelschnitt & Pflanzung	1	8,0		1	1	1	547,65 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	4,5		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	4,0		Mein(e) Erdbohrer, angebaut, 50 x 60 cm, schwenkbar (2)	1,0	3,0		58,07 €	72,45 €	130,52 €
	1						- €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5		Baumschere, Akkuschere, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	1,5		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	0,9		11,46 €	7,40 €	18,85 €
Zäunen	1	8,0			1	1	231,67 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €
Gras säen (händisch)	1	1,5				1	13,35 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €
Düngung	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Festmiststreuer, seitlicher Auswurf, 4,3t Nutzmasse	1,0	2,0		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	0,2		23,03 €	35,18 €	58,21 €
Weideumtrieb	16	1,0			1	1	463,33 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5								1,5		76,00 €	86,40 €	162,40 €
Anbinden und Schnitt	1	10,8			1	1	312,75 €	Baumschere, Akkuschere, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	10,8		Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5				1,5		23,54 €	7,78 €	31,32 €
Schnittholz häckseln	1	1,5			1	1	43,44 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	2,0	1,5		Holzhacker, Zapfwellenantrieb 12m³/h	1,0	1,0		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	1,5		35,81 €	49,68 €	85,48 €
Mulchen	1	1,5			1		30,09 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	1,5		Schlegelmulcher, Front/Heck 3,0 m	1,0	1,0						23,79 €	24,35 €	48,14 €
Summen							1.895,02 €														628,63 €	

Jahr 2-6																										
Ertrag 0,00																										
Beschreibung	Anzahl	Dauer (h/ha)	Dauer (h/dt)	Anzahl Ak I	Anzahl Ak II	Anzahl Ak III	Lohnkosten (€ /ha)	Maschine I	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine II	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine III	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	fixe MK €/ha	variable MK €/ha	Summe MK €/ha				
Düngung	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Festmiststreuer, seitlicher Auswurf, 4,3t Nutzmasse	1,0	2,0		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	0,2		23,03 €	35,18 €	58,21 €				
Weideumtrieb	16	1,0			1	1	463,33 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5							1,5			76,00 €	86,40 €	162,40 €				
Anbinden und Schnitt	1	10,8			1	1	312,75 €	Baumschere, Akkuschere, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	10,8		Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5			1,5			23,54 €	7,78 €	31,32 €				
Schnittholz häckseln	1	1,5			1	1	43,44 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	2,0	1,5		Holzhammer, Zapfwellenantrieb 12m³/h	1,0	1,0		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	1,5		35,81 €	49,68 €	85,48 €				
Mulchen	1	1,5			1		30,09 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	1,5		Schlegelmulcher, Front/Heck 3,0 m	1,0	1,0						23,79 €	24,35 €	48,14 €				
Zaun kontrollieren	1	2,0			1	1	57,92 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €				
Pflanzenschutz Kontrolle	2	1,0		1			79,00 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										9,50 €	10,80 €	20,30 €				
Summen							1.044,43 €																416,00			

7																							
Ertrag 0,16																							
Beschreibung	Anzahl	Dauer (h/ha)	Dauer (h/dt)	Anzahl Ak I	Anzahl Ak II	Anzahl Ak III	Lohnkosten (€ /ha)	Maschine I	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine II	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine III	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	fixe MK €/ha	variable MK €/ha	Summe MK €/ha	
Düngung	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Festmiststreuer, seitlicher Auswurf, 4,3t Nutzmasse	1,0	2,0		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	0,2		23,03 €	35,18 €	58,21 €	
Weideumtrieb	16	1,0			1	1	463,33 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5							1,5			76,00 €	86,40 €	162,40 €	
Anbinden und Schnitt	1	7,0			1	1	202,71 €	Baumschere, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	10,8		Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5			1,5			23,54 €	7,78 €	31,32 €	
Schnittholz häckseln	1	1,5			1	1	43,44 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	2,0	1,5		Holzhammer, Zapfwellenantrieb 12m³/h	1,0	1,0		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	1,5		35,81 €	49,68 €	85,48 €	
Mulchen	1	1,5			1		30,09 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	1,5		Schlegelmulcher, Front/Heck 3,0 m	1,0	1,0						23,79 €	24,35 €	48,14 €	
Zaun kontrollieren	1	2,0			1	1	57,92 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €	
Pflanzenschutz Kontrolle	2	1,0		1			79,00 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										9,50 €	10,80 €	20,30 €	
Aufsammeln	3	2,6			1		156,44 €	Obstauflesemaschine, Selbstfahrer, 20 km/h, 18 (16-20) kW, 5-8 t/h	1,0	2,6		Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	0,5		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	0,5		177,77 €	49,81 €	227,57 €	
Schütteln	1	1,3			1		26,07 €	Plantagentraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 54 (49-59) kW	1,0	1,3										6,67 €	16,25 €	22,92 €	
Reinigen	1		0,9		1	1	4,21 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,9	Hochdruckreiniger, Kaltwasser, mobil, 900-1000l/h Förderleistung, 6kw el,	1,0		0,9					0,80 €	0,45 €	1,25 €	
Sortieren	1		0,7		1	1	3,09 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,7									0,50 €	0,10 €	0,60 €	
Trocknen	1	1,0			1		20,06 €	Satztrocknung 2,1m²	1,0	24,0										151,11 €	70,89 €	222,00 €	
Summen							1.144,27 €																890,35 €

Jahr	8																							
Ertrag	0,32																							
Beschreibung	Anzahl	Dauer (h/ha)	Dauer (h/dt)	Anzahl Ak I	Anzahl Ak II	Anzahl Ak III	Lohnkosten (€ /ha)	Maschine I	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine II	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine III	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	fixe MK €/ha	variable MK €/ha	Summe MK €/ha		
Düngung	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Festmiststreuer, seitlicher Auswurf, 4,3t Nutzmasse	1,0	2,0		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	0,2		23,03 €	35,18 €	58,21 €		
Weideumtrieb	16	1,0			1	1	463,33 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5							1,5			76,00 €	86,40 €	162,40 €		
Anbinden und Schnitt	1	7,0			1	1	202,71 €	Baumschere, Akkuscher, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	10,8		Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5			1,5			23,54 €	7,78 €	31,32 €		
Schnittholz häckseln	1	1,5			1	1	43,44 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	2,0	1,5		Holzhacker, Zapfwellenantrieb 12m³/h	1,0	1,0		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	1,5		35,81 €	49,68 €	85,48 €		
Mulchen	1	1,5			1		30,09 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	1,5		Schlegelmulcher, Front/Heck 3,0 m	1,0	1,0						23,79 €	24,35 €	48,14 €		
Zaun kontrollieren	1	2,0			1	1	57,92 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €		
Pflanzenschutz Kontrolle	2	1,0		1			79,00 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										9,50 €	10,80 €	20,30 €		
Aufsammeln	3	2,6			1		156,44 €	Obstaufleremaschine, Selbstfahrer, 20 km/h, 18 (16-20) kW, 5-8 t/h	1,0	2,6		Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	0,5		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	0,5		177,77 €	49,81 €	227,57 €		
Schütteln	1	1,3			1		26,07 €	Plantagentraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 54 (49-59) kW	1,0	1,3										6,67 €	16,25 €	22,92 €		
Reinigen	1		0,9		1	1	8,42 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,9	Hochdruckreiniger, Kaltwasser, mobil, 900-1000l/h Förderleistung, 6kw el,	1,0		0,9					1,60 €	0,91 €	2,51 €		
Sortieren	1		0,7		1	1	6,18 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,7									0,99 €	0,20 €	1,19 €		
Trocknen	1	1,0			1		20,06 €	Satztrocknung 2,1m²	1,0	24,0										151,11 €	70,89 €	222,00 €		
Summen	1.151,57 €																						892,20 €	

Jahr		9																							
Ertrag		0,64																							
Beschreibung	Anzahl	Dauer (h/ha)	Dauer (h/dt)	Anzahl Ak I	Anzahl Ak II	Anzahl Ak III	Lohnkosten (€ /ha)	Maschine I	Anzahl	Maschi nenstu nden (h/ha)	Maschi nenstu nden (h/dt)	Maschine II	Anzahl	Maschi nenstu nden (h/ha)	Maschi nenstu nden (h/dt)	Maschine III	Anzahl	Maschi nenstu nden (h/ha)	Maschi nenstu nden (h/dt)	fixe MK €/ha	variable MK €/ha	Summe MK €/ha			
Düngung	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Festmiststreuer, seitlicher Auswurf, 4,3t Nutzmasse	1,0	2,0		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	0,2		23,03 €	35,18 €	58,21 €			
Weideumtrieb	16	1,0			1	1	463,33 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5							1,5			76,00 €	86,40 €	162,40 €			
Anbinden und Schnitt	1	7,0			1	1	202,71 €	Baumschere, Akkuschere, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	10,8		Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5			1,5			23,54 €	7,78 €	31,32 €			
Schnittholz häckseln	1	1,5			1	1	43,44 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	2,0	1,5		Holzhacker, Zapfwellenantrieb 12m³/h	1,0	1,0		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	1,5		35,81 €	49,68 €	85,48 €			
Mulchen	1	1,5			1		30,09 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	1,5		Schlegelmulcher, Front/Heck 3,0 m	1,0	1,0						23,79 €	24,35 €	48,14 €			
Zaun kontrollieren	1	2,0			1	1	57,92 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €			
Pflanzenschutz Kontrolle	2	1,0		1			79,00 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										9,50 €	10,80 €	20,30 €			
Aufsammeln	3	2,6			1		156,44 €	Obstauflesemaschine, Selbstfahrer, 20 km/h, 18 (16-20) kW, 5-8 t/h	1,0	2,6		Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	0,5		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	0,5		177,77 €	49,81 €	227,57 €			
Schütteln	1	1,3			1		26,07 €	Plantagentraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 54 (49-59) kW	1,0	1,3										6,67 €	16,25 €	22,92 €			
Reinigen	1		0,9		1	1	16,85 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,9	Hochdruckreiniger, Kaltwasser, mobil, 900- 1000l/h Förderleistung, 6kw el,	1,0		0,9					3,21 €	1,81 €	5,02 €			
Sortieren	1		0,7		1	1	12,36 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,7									1,99 €	0,40 €	2,39 €			
Trocknen	1	1,0			1		20,06 €	Satztrocknung 2,1m³	1,0	24,0										151,11 €	70,89 €	222,00 €			
Summen							1.166,17 €															895,90 €			

10																										
Ertrag 1,28																										
Beschreibung	Anzahl	Dauer (h/ha)	Dauer (h/dt)	Anzahl Ak I	Anzahl Ak II	Anzahl Ak III	Lohnkosten (€ /ha)	Maschine I	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine II	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine III	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	fixe MK €/ha	variable MK €/ha	Summe MK €/ha				
Düngung	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Festmiststreuer, seitlicher Auswurf, 4,3t Nutzmasse	1,0	2,0		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	0,2		23,03 €	35,18 €	58,21 €				
Weideumtrieb	16	1,0			1	1	463,33 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5							1,5			76,00 €	86,40 €	162,40 €				
Anbinden und Schnitt	1	7,0			1	1	202,71 €	Baumschere, Akkuschere, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	10,8		Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5			1,5			23,54 €	7,78 €	31,32 €				
Schnittholz häckseln	1	1,5			1	1	43,44 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	2,0	1,5		Holzhammer, Zapfwellenantrieb 12m³/h	1,0	1,0		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	1,5		35,81 €	49,68 €	85,48 €				
Mulchen	1	1,5			1		30,09 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	1,5		Schlegelmulcher, Front/Heck 3,0 m	1,0	1,0						23,79 €	24,35 €	48,14 €				
Zaun kontrollieren	1	2,0			1	1	57,92 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €				
Pflanzenschutz Kontrolle	2	1,0		1			79,00 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										9,50 €	10,80 €	20,30 €				
Aufsammeln	3	2,6			1		156,44 €	Obstauflesemaschine, Selbstfahrer, 20 km/h, 18 (16-20) kW, 5-8 t/h	1,0	2,6		Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	0,5		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	0,5		177,77 €	49,81 €	227,57 €				
Schütteln	1	1,3			1		26,07 €	Plantagentraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 54 (49-59) kW	1,0	1,3										6,67 €	16,25 €	22,92 €				
Reinigen	1		0,9		1	1	33,70 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,9	Hochdruckreiniger, Kaltwasser, mobil, 900-1000l/h Förderleistung, 6kw el,	1,0		0,9					6,41 €	3,62 €	10,03 €				
Sortieren	1		0,7		1	1	24,71 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,7									3,98 €	0,80 €	4,78 €				
Trocknen	1	1,0			1		20,06 €	Satztrocknung 2,1m³	1,0	24,0										151,11 €	70,89 €	222,00 €				
Summen							1.195,37 €																			903,31 €

Jahr		11																						
Ertrag		2,56																						
Beschreibung	Anzahl	Dauer (h/ha)	Dauer (h/dt)	Anzahl Ak I	Anzahl Ak II	Anzahl Ak III	Lohnkosten (€ /ha)	Maschine I	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine II	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine III	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	fixe MK €/ha	variable MK €/ha	Summe MK €/ha		
Düngung	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Festmiststreuer, seitlicher Auswurf, 4,3t Nutzmasse	1,0	2,0		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	0,2		23,03 €	35,18 €	58,21 €		
Weideumtrieb	16	1,0			1	1	463,33 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5							1,5			76,00 €	86,40 €	162,40 €		
Anbinden und Schnitt	1	7,0			1	1	202,71 €	Baumschere, Akkuschere, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	10,8		Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5				1,5		23,54 €	7,78 €	31,32 €		
Schnittholz häckseln	1	1,5			1	1	43,44 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	2,0	1,5		Holzhammer, Zapfwellenantrieb 12m³/h	1,0	1,0		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	1,5		35,81 €	49,68 €	85,48 €		
Mulchen	1	1,5			1		30,09 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	1,5		Schlegelmulcher, Front/Heck 3,0 m	1,0	1,0						23,79 €	24,35 €	48,14 €		
Zaun kontrollieren	1	2,0			1	1	57,92 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €		
Pflanzenschutz Kontrolle	2	1,0		1			79,00 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										9,50 €	10,80 €	20,30 €		
Aufsammeln	3	2,6			1		156,44 €	Obstauflesemaschine, Selbstfahrer, 20 km/h, 18 (16-20) kW, 5-8 t/h	1,0	2,6		Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	0,5		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	0,5		177,77 €	49,81 €	227,57 €		
Schütteln	1	1,3			1		26,07 €	Plantagentraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 54 (49-59) kW	1,0	1,3										6,67 €	16,25 €	22,92 €		
Reinigen	1		0,9		1	1	67,39 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,9	Hochdruckreiniger, Kaltwasser, mobil, 900-1000l/h Förderleistung, 6kw el,	1,0		0,9					12,82 €	7,24 €	20,06 €		
Sortieren	1		0,7		1	1	49,42 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,7									7,95 €	1,61 €	9,56 €		
Trocknen	1	1,0			1		20,06 €	Satztrocknung 2,1m³	1,0	24,0										151,11 €	70,89 €	222,00 €		
Summen							1.253,78 €																918,12 €	

12																							
Ertrag 5,00																							
Beschreibung	Anzahl	Dauer (h/ha)	Dauer (h/dt)	Anzahl Ak I	Anzahl Ak II	Anzahl Ak III	Lohnkosten (€ / ha)	Maschine I	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine II	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	Maschine III	Anzahl	Maschinenstunden (h/ha)	Maschinenstunden (h/dt)	fixe MK €/ha	variable MK €/ha	Summe MK €/ha	
Düngung	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Festmiststreuer, seitlicher Auswurf, 4,3t Nutzmasse	1,0	2,0		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	0,2		23,03 €	35,18 €	58,21 €	
Weideumtrieb	16	1,0			1	1	463,33 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5							1,5			76,00 €	86,40 €	162,40 €	
Anbinden und Schnitt	1	7,0			1	1	202,71 €	Baumschere, Akkuschere, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	10,8		Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5			1,5			23,54 €	7,78 €	31,32 €	
Schnittholz häckseln	1	1,5			1	1	43,44 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	2,0	1,5		Holzhammer, Zapfwellenantrieb 12m³/h	1,0	1,0		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	1,5		35,81 €	49,68 €	85,48 €	
Mulchen	1	1,5			1		30,09 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	1,5		Schlegelmulcher, Front/Heck 3,0 m	1,0	1,0						23,79 €	24,35 €	48,14 €	
Zaun kontrollieren	1	2,0			1	1	57,92 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										4,75 €	5,40 €	10,15 €	
Pflanzenschutz Kontrolle	2	1,0		1			79,00 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5										9,50 €	10,80 €	20,30 €	
Aufsammeln	3	2,6			1		156,44 €	Obstaufleremaschine, Selbstfahrer, 20 km/h, 18 (16-20) kW, 5-8 t/h	1,0	2,6		Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	0,5		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	0,5		177,77 €	49,81 €	227,57 €	
Schütteln	1	1,3			1		26,07 €	Plantagentraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 54 (49-59) kW	1,0	1,3										6,67 €	16,25 €	22,92 €	
Reinigen	1		0,9		1	1	131,63 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,9	Hochdruckreiniger, Kaltwasser, mobil, 900-1000l/h Förderleistung, 6kW el,	1,0		0,9					25,04 €	14,15 €	39,19 €	
Sortieren	1		0,7		1	1	96,53 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,7									15,53 €	3,14 €	18,67 €	
Trocknen	1	1,0			1		20,06 €	Satz Trocknung 2,1m³	1,0	24,0										151,11 €	70,89 €	222,00 €	
Summen							1.365,12 €																946,36 €

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Jahr		16																				
Ertrag		15,00																				
Beschreibung	Anzahl	Dauer (h/ha)	Dauer (h/dt)	Anzahl Ak I	Anzahl Ak II	Anzahl Ak III	Lohnkosten (€ /ha)	Maschine I	Anzahl	Maschi nenstu nden (h/ha)	Maschi nenstu nden (h/dt)	Maschine II	Anzahl	Maschi nenstu nden (h/ha)	Maschi nenstu nden (h/dt)	Maschine III	Anzahl	Maschi nenstu nden (h/ha)	Maschi nenstu nden (h/dt)	fixe MK €/ha	variable MK €/ha	Summe MK €/ha
Düngung	1	2,0			1	1	57,92 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	2,0		Festmiststreuer, seitlicher Auswurf, 4,3t Nutzmasse	1,0	2,0		Traktorfrontlader, vollhydraulisch, 2100 daN; für 60-80 kW	1,0	0,2		23,03 €	35,18 €	58,21 €
Weideumtrieb	16	1,0			1	1	463,33 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5							1,5		76,00 €	86,40 €	162,40 €	
Anbinden und Schnitt	1	7,0			1	1	202,71 €	Baumschere, Akkuschere, Tragegurt mit Akku (8-9 h), Ladegerät	2,0	10,8		Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5			1,5		23,54 €	7,78 €	31,32 €	
Schnittholz häckseln	1	1,5			1	1	43,44 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	2,0	1,5		Holzhammer, Zapfwellenantrieb 12m³/h	1,0	1,0		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	1,5		35,81 €	49,68 €	85,48 €
Mulchen	1	1,5			1		30,09 €	Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	1,5		Schlegelmulcher, Front/Heck 3,0 m	1,0	1,0					23,79 €	24,35 €	48,14 €	
Zaun kontrollieren	1	2,0			1	1	57,92 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5									4,75 €	5,40 €	10,15 €	
Pflanzenschutz Kontrolle	2	1,0		1			79,00 €	Pkw, Transporter, 3 Sitzplätze, bis 3,5 t, 130 (121-150) kW	1,0	0,5									9,50 €	10,80 €	20,30 €	
Aufsammeln	3	2,6			1		156,44 €	Obstauflesemaschine, Selbstfahrer, 20 km/h, 18 (16-20) kW, 5-8 t/h	1,0	2,6		Standardtraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 67 (60-74) kW	1,0	0,5		Dreiseitenkipper, zweiachsig, 8 t	1,0	0,5		177,77 €	49,81 €	227,57 €
Schütteln	1	1,3			1		26,07 €	Plantagentraktor, Allradantrieb, Lastschaltgetriebe, 40 km/h, 54 (49-59) kW	1,0	1,3									6,67 €	16,25 €	22,92 €	
Reinigen	1		0,9		1	1	394,88 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,9	Hochdruckreiniger, Kaltwasser, mobil, 900- 1000l/h Förderleistung, 6kw el,	1,0		0,9					75,13 €	42,44 €	117,57 €
Sortieren	1		0,7		1	1	289,58 €	Wasch- & Kalibriermaschine	1,0		0,7									46,59 €	9,42 €	56,01 €
Trocknen	2	1,0			1		40,11 €	Satztrocknung 2,1m²	1,0	24,0									302,22 €	141,79 €	444,01 €	
Summen	1.841,49 €																					
1.284,08 €																						

[illegible]

Summen	2.024,01 €	1.325,18 €
--------	------------	------------

[illegible]

Summen	2.069,64 €	1.341,94 €
--------	------------	------------

XXXIII

[illegible]

