

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, Peter Heck

Mitarbeit: Pascal Patrick Dickmann

Hochschule Trier

Umwelt-Campus Birkenfeld

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Projektlaufzeit: 26. Oktober 2020 – 30. April 2023

Umwelt-Campus Birkenfeld, Dezember 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 und 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 Wirkungen 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 landwirtschaftliche Betriebe. Die Betriebe in den Mittelgebirgen sind aufgrund der Topographie (Höhenunterschiede, Hangneigung / Steillagen & Talräume) besonders betroffen. Wasser fließt teils schneller ab, als es der Boden aufnehmen kann. Die nutzbaren Bodenwasserkapazitäten sind aufgrund der insbesondere in den Hanglagen geringen Mächtigkeit der Bodenauflage häufig nicht sehr hoch. Insbesondere sonnenexponierte Südhänge sind durch Dürre wie auch Starkregen im Wechsel besonders gefährdet. Aufgrund der Topographie und des Erosionsrisikos dominiert Grünland als Landnutzungsform.

Im Vergleich zu einer Ackernutzung bietet Dauergrünland deutlich weniger Wertschöpfungsmöglichkeiten. Durch die Integration von Bäumen/Gehölzen zur Nuss-/Obst-/Biomasse- bzw. Futterlaubproduktion in die landwirtschaftliche Bewirtschaftung lässt sich sowohl den landbaulichen wie wirtschaftlichen Herausforderungen begegnen. 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 artenreichen Grünlandvegetation durchgeführt, sodass die Auswirkungen der Baumpflanzung wissenschaftlich dokumentiert werden konnten. Da zu dieser Zeit die Bundesregierung noch nicht die Möglichkeit genutzt hatte, rechtliche Grundlagen für Agroforstsysteme zu schaffen¹,

¹ Aktuell (November 2024) gilt die Verordnung zur Durchführung der GAP-Direktzahlungen (GAP-Direktzahlungen-Verordnung - GAPDZV): Seit 2022 besteht grundsätzlich die Möglichkeit Grünland mit einem Agroforstsystem anzumelden. Ab 2025 soll das „positiv geprüfte Nutzungskonzept“ entfallen und die Ökoregelung 3 wird vereinfacht. Grundlagen sind: Mindestens zwei Gehölzstreifen, die höchstens 40 Prozent der landwirtschaftlichen Fläche einnehmen, oder eine Anpflanzung verstreut über die Fläche von mindestens 50 und höchstens 200 Gehölzpflanzen je Hektar. Es empfiehlt sich die aktuelle rechtliche Situation auf den Seiten des

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 konnten.

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 wurden Hinweise von Landwirten genutzt, 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:

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

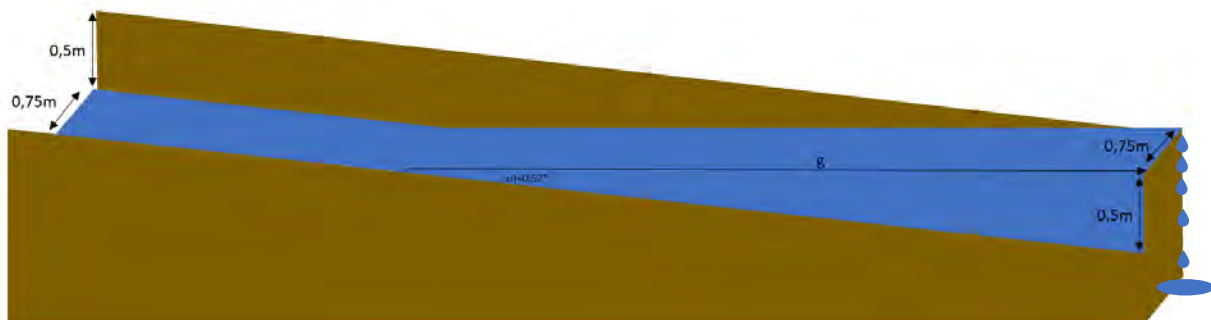


Abb. 1: Skizze zur Berechnung des Volumens des Grabenbereichs mit 1% Gefälle ($V_{1\% \text{ Gefälle}}$)

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 Direktvermarktungspreis (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 $20 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ (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 $50 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ geschätzt. Obwohl der Ertrag durch die mikroklimatischen Effekte der Baumreihen mit zunehmender Baumgröße zunehmen sollte, können auch (negative) allelopathische Effekte auftreten, so dass in der Analyse gleichbleibende Erträge angenommen wurden.

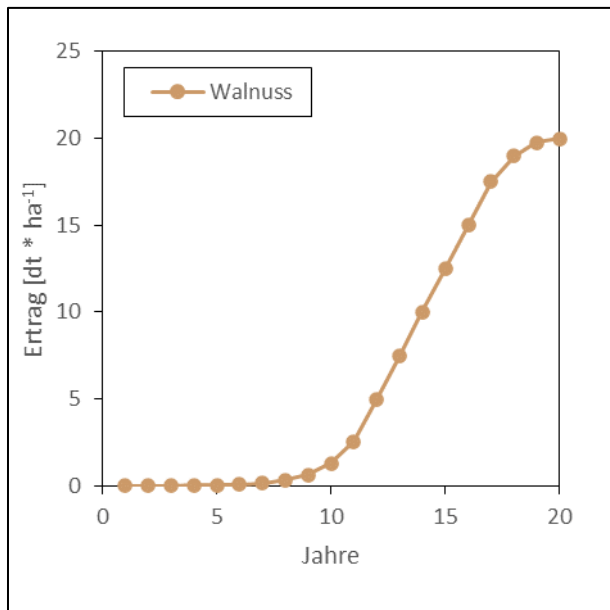


Abb. 2: angenommene Entwicklung des Walnussertrags

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.

Arbeitserledigungskosten - 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).² 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

² Seit Januar 2024 beträgt die unterste Lohngrenze 12,41 Euro brutto je Stunde. 2025 steigt sie auf 12,82 Euro.

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 Selbständigkeit“ (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 folgt also einer konservativen Einschätzung.

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 €

Arbeits erledigungskosten - Maschinenkosten

Die Maschinenkosten der Wasch- und Kalibriermaschine und des Satzrockners 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).

Arbeits erledigungskosten - 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-Informationen-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.

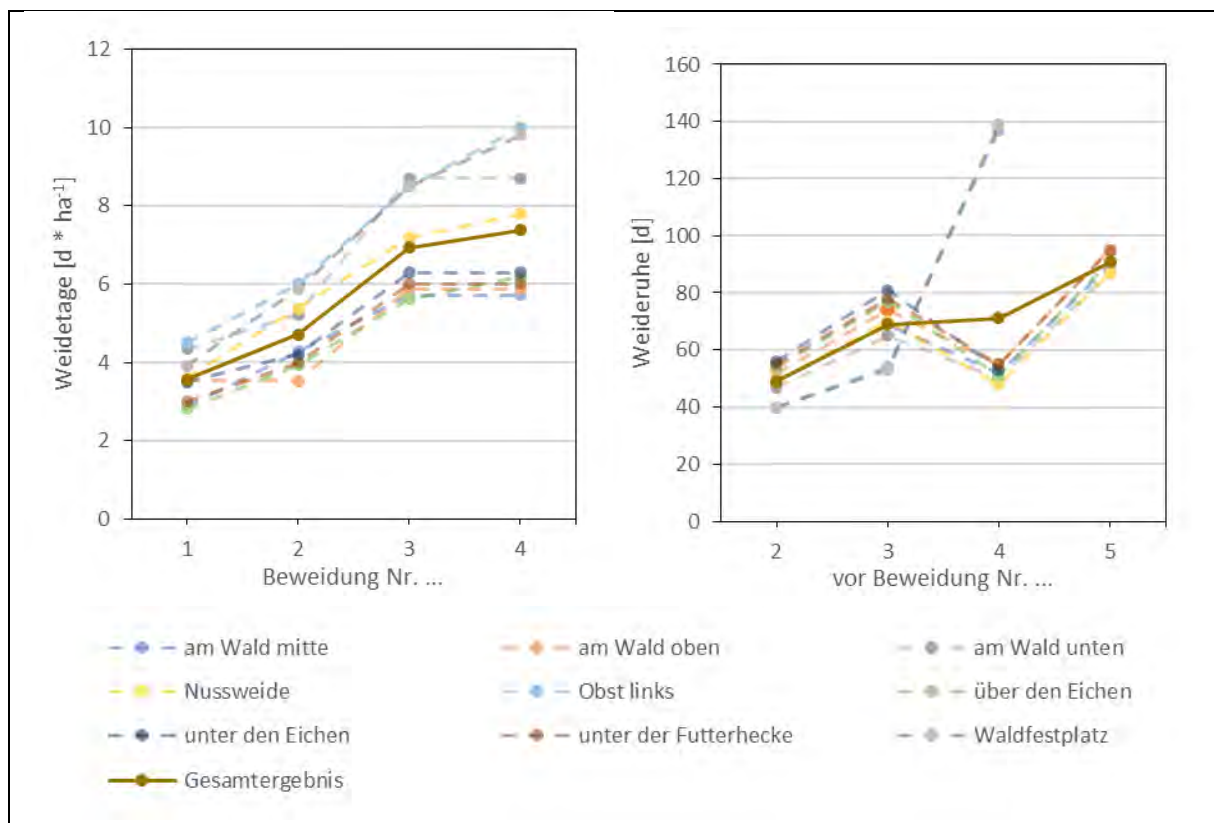


Abb. 4: geplante Weidedauer und Weideruhe der einzelnen Beweidungen der einzelnen Parzellen (gestrichelte Linien) und der Mittelwert über alle Parzellen (durchgezogene Linie).

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 Beikrautunterdrückung 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).

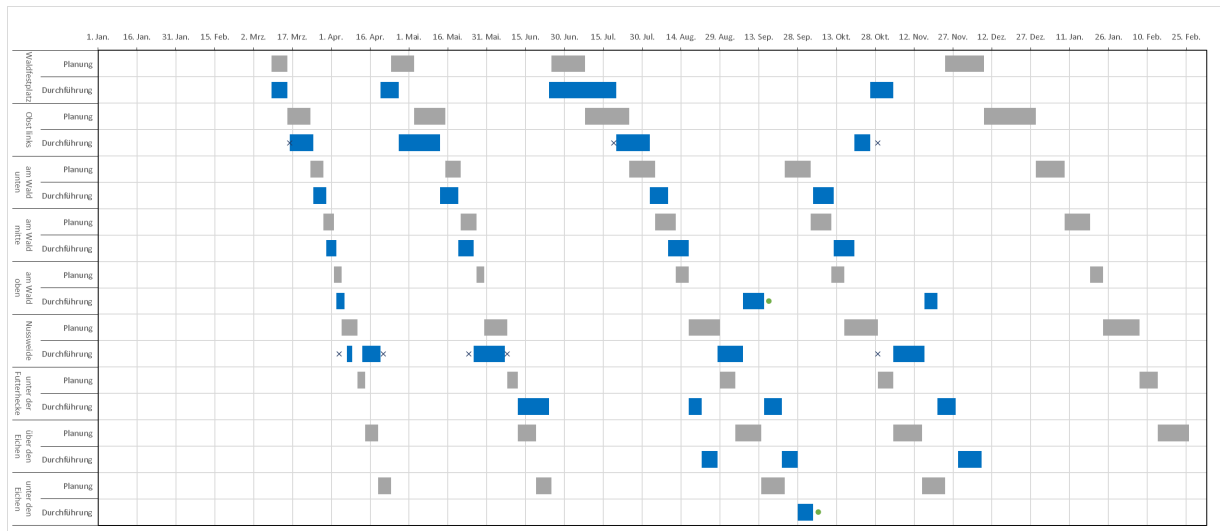


Abb. 5: Planung und Durchführung der Beweidung. Planung graue Balken, Durchführung blaue Balken, Probenahme „x“ und Mulchen „•“.

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 Inhaltstoffe 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.

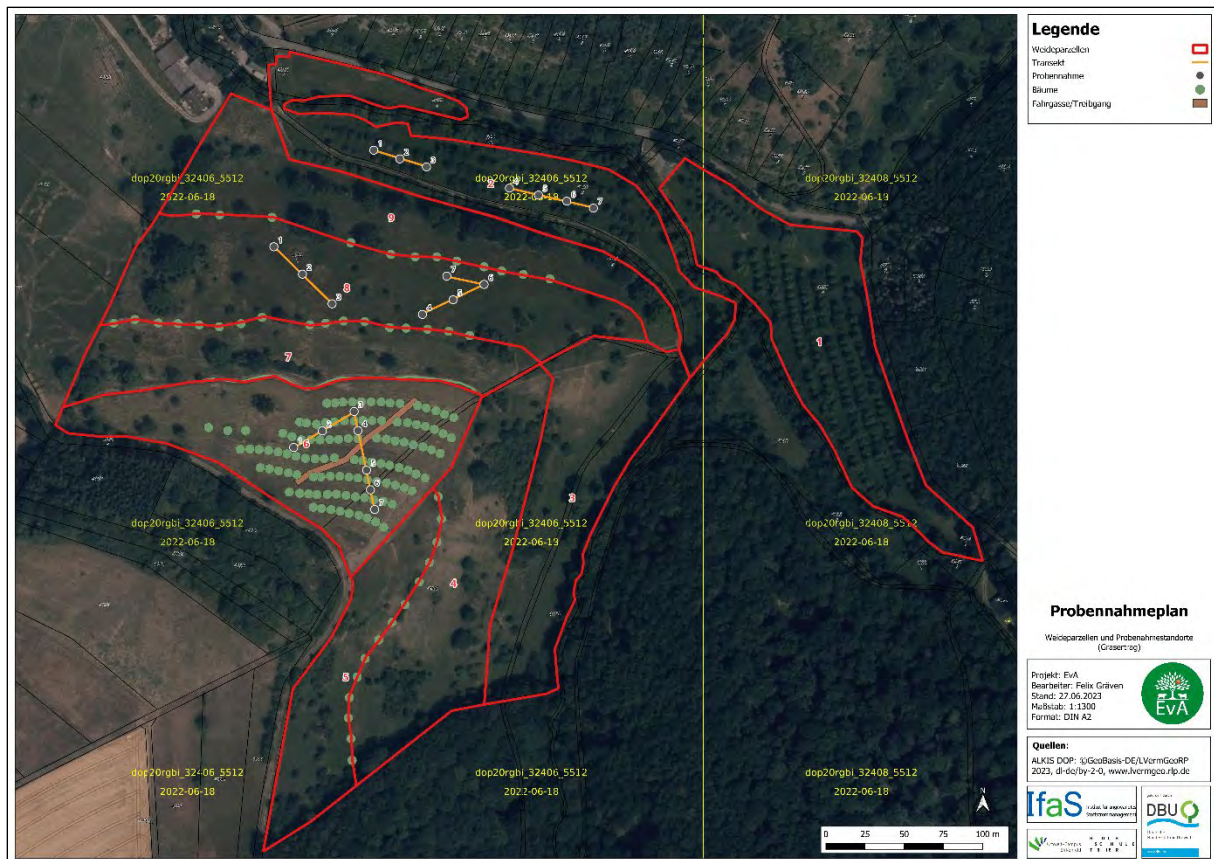


Abb. 7: Probennahmeplan: Weideparzellen und Nummern (rot), Transekte (gelb), Probenahme (grau).
Anmerkung: Probenahmestandorte wurden visuell bestimmt.

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 m²) 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 des Methodenbuchs des Verbands deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA)³ 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.

³ 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)⁴ 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 der 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.

⁴ Vergleich mit der Wetterstation Schloss Boeckelheim.

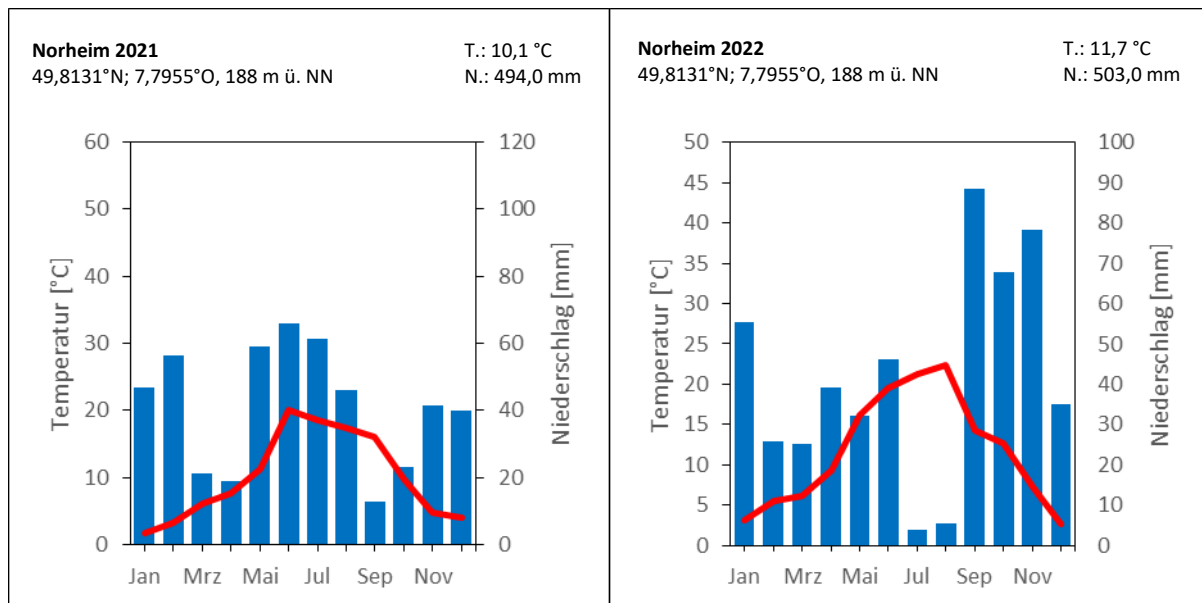


Abb. 9: Niederschlagsverteilung (blaue Balken) und die monatliche Durchschnittstemperatur der Jahre 2021 und 2022 (Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz).

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 wurden mit Pflöcken abgesteckt und zusätzlich per GPS eingemessen (siehe Abb. 10).

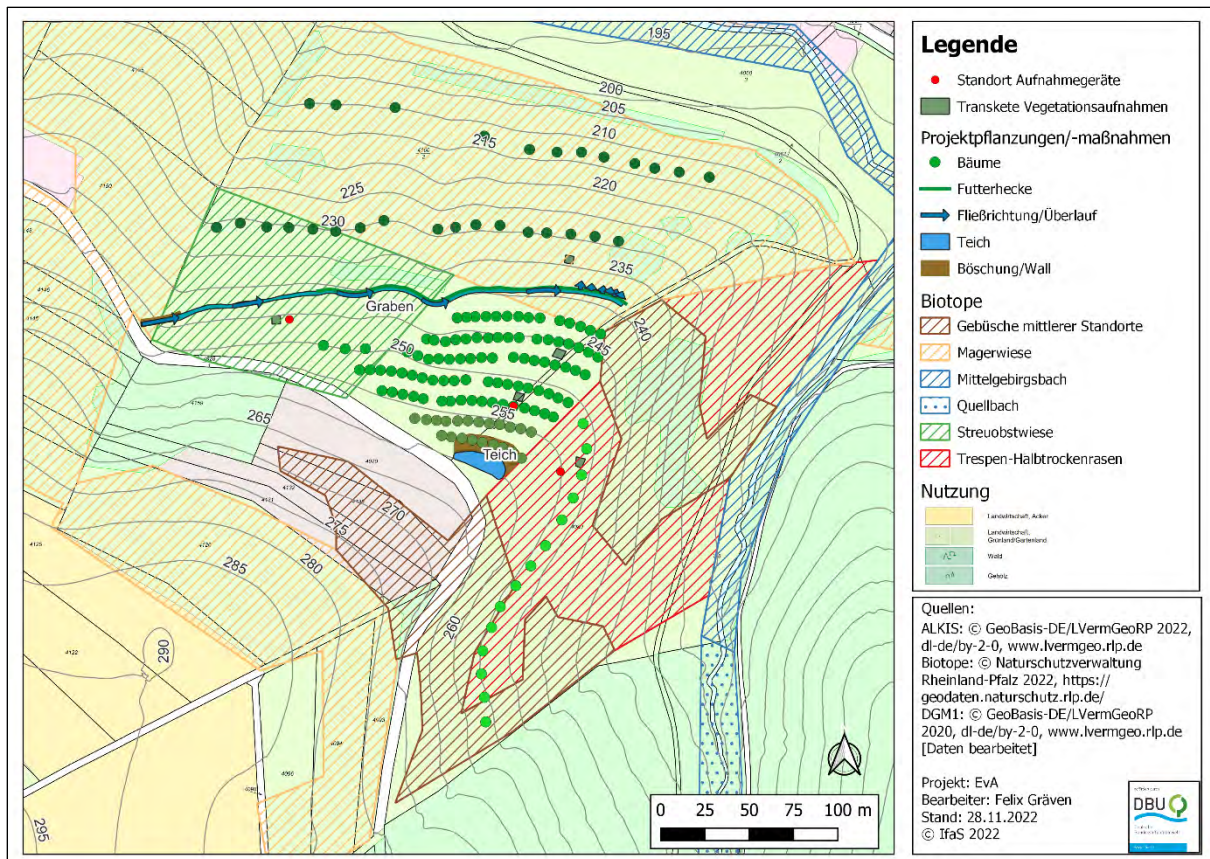


Abb. 10: Standorte der Transekte der Vegetationsaufnahmen und der Aufnahmegeräte für die Avifauna auf der Projektfläche, sowie bereits kartierte Biotope und die tatsächliche Landnutzung aus ALKIS.

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 sollten die Datengrundlage erhöhen, auf dessen Basis der Status quo abgebildet wurde.

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 magere, 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 (vgl. Abb. 10) an einem Baumpfahl (vgl. Abb. 11) aufgehängt. 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*) ansprechen. Die Fläche grenzt wie die beiden anderen im Süden an einen Feldweg und an ein mit Gehölzen bewachsenes 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 Münchheddortgraben.



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 (New 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 konnten 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).

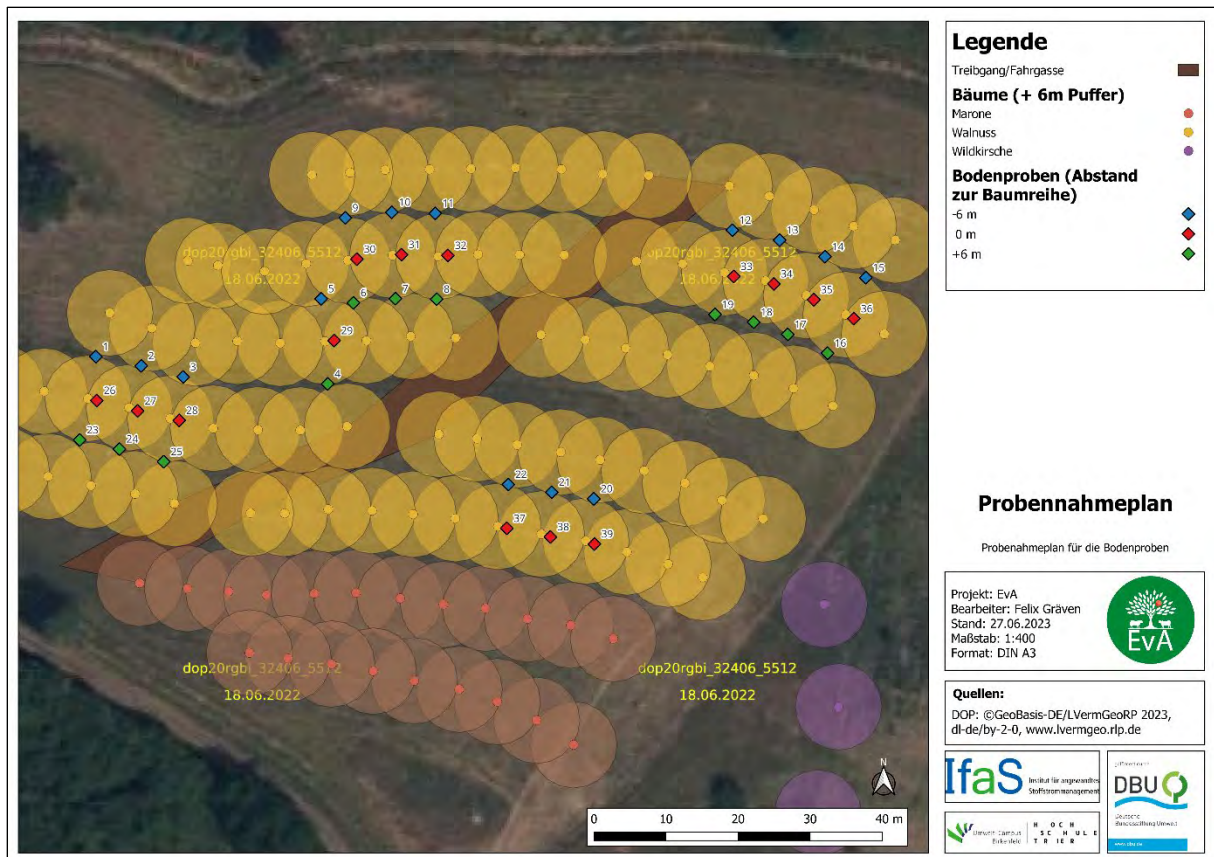


Abb. 12: Probennahmeplan mit 6 m Puffer zur Identifizierung von Bäumen mit gleichen Standraumbedingungen (= Überlappungsbereiche).

Probennahme:

Am 17. Dezember 2021 und am 17. Februar 2022 wurden die Proben mittels eines teilbaren Probenehmers 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 Probenehmer wurde mit zwei bis drei Schlägen eingeschlagen, gedreht und aus dem Boden gezogen (vgl. Abb. 13 B). Anschließend wurde der Probenehmer geteilt und dann die Länge der Säule gemessen (vgl. Abb. 13 C). Schließlich wurde die Säule aus dem Probenehmer 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 sowie 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:

$$\text{Lagerungsdichte (LD)} = \frac{TM_{\text{Gesamtprobe}}}{V_{\text{Gesamtprobe}}}$$

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.

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

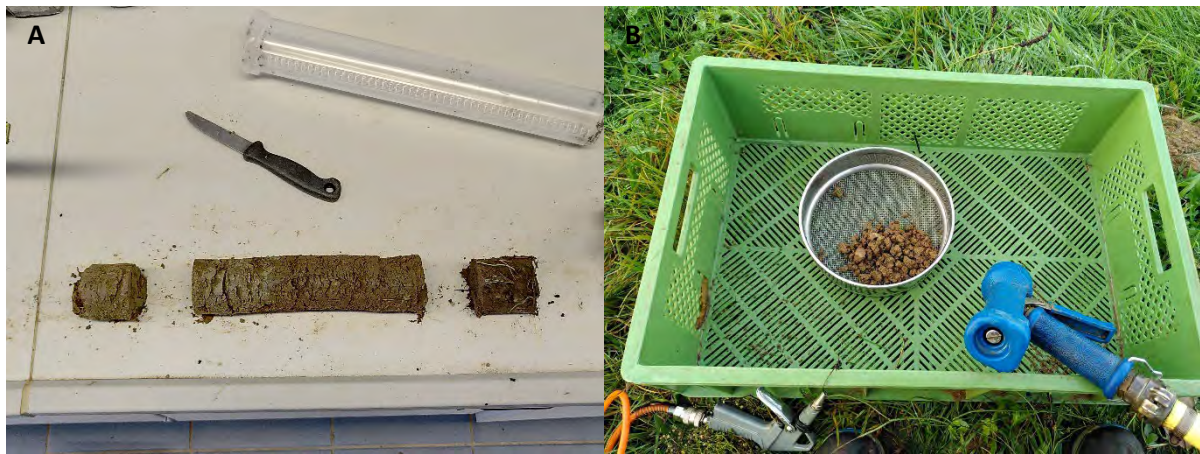


Abb. 14: A: Herausschneiden der Proben aus den relevanten Tiefen (5 – 10 cm und 30 – 35 cm). B: Abschleimen des Feinbodens mittels Wasserbräuse und eines Siebes mit einer Maschenweite von 2 mm; Druckluft zur Entfernung des durch Oberflächenspannung gehaltenen Wassers.

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).

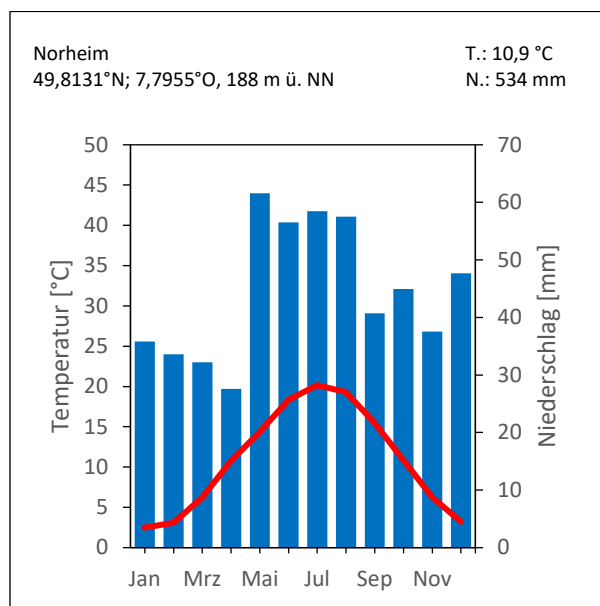


Abb. 15: langjährige Niederschlagsverteilung (blaue Balken) und die monatliche Durchschnittstemperatur (rote Linie) (03.2003 – 02.2023) (Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz).

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 (LVerGeo) Rheinland-Pfalz).

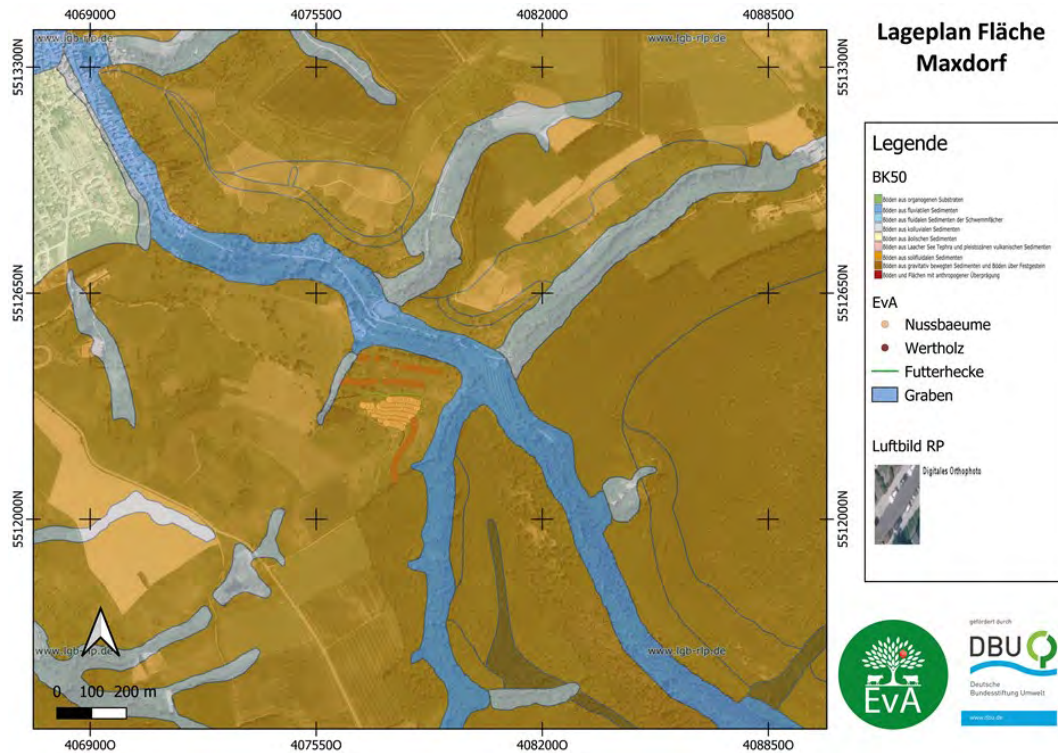


Abb. 16: Kartenausschnitt des Plangebiets der Bodenkarte 1:50.000 (Quellen: BK50: ©LGB-RLP (2021), dl-de/by-2-0, www.lgb-rlp.de, Digitales Orthofoto (40cm): ©GeoBasis-DE / LVerGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de).

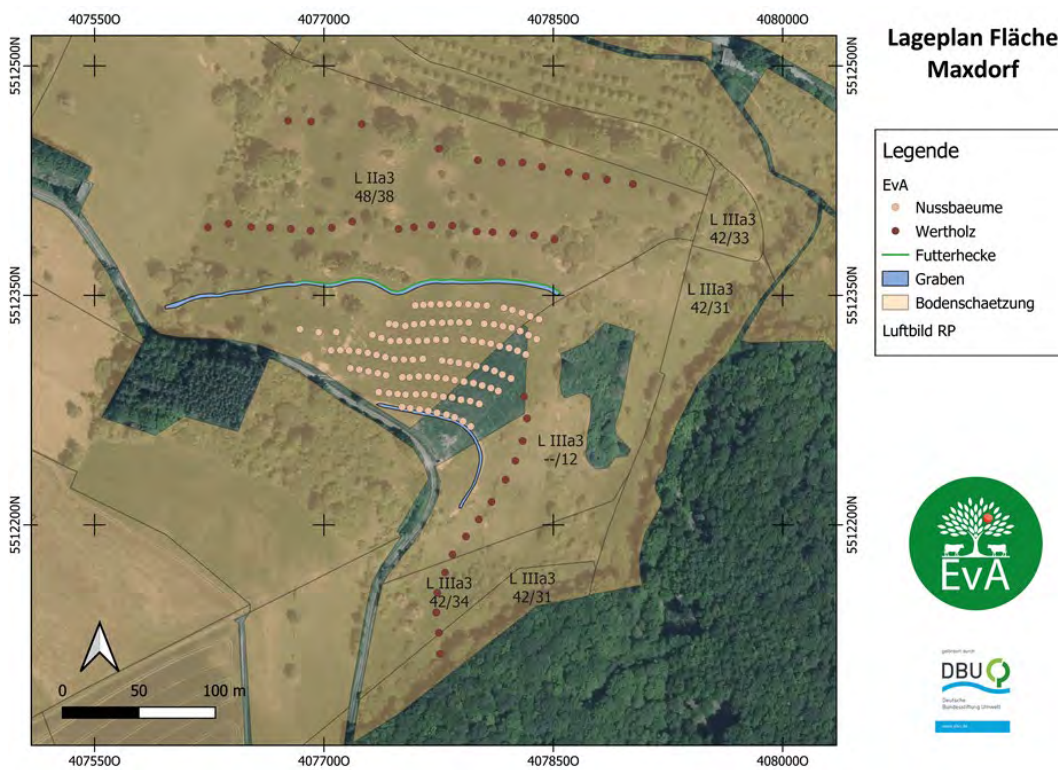


Abb. 17: Kartenausschnitt des Plangebiets der Karte Bodenschätzung (Quellen: Bodenschätzung RP: ©GeoBasis-DE / LVerGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de, Digitales Orthofoto (40cm): ©GeoBasis-DE / LVerGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de).

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 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 % gut erkennbar (vgl. Abb. 18).

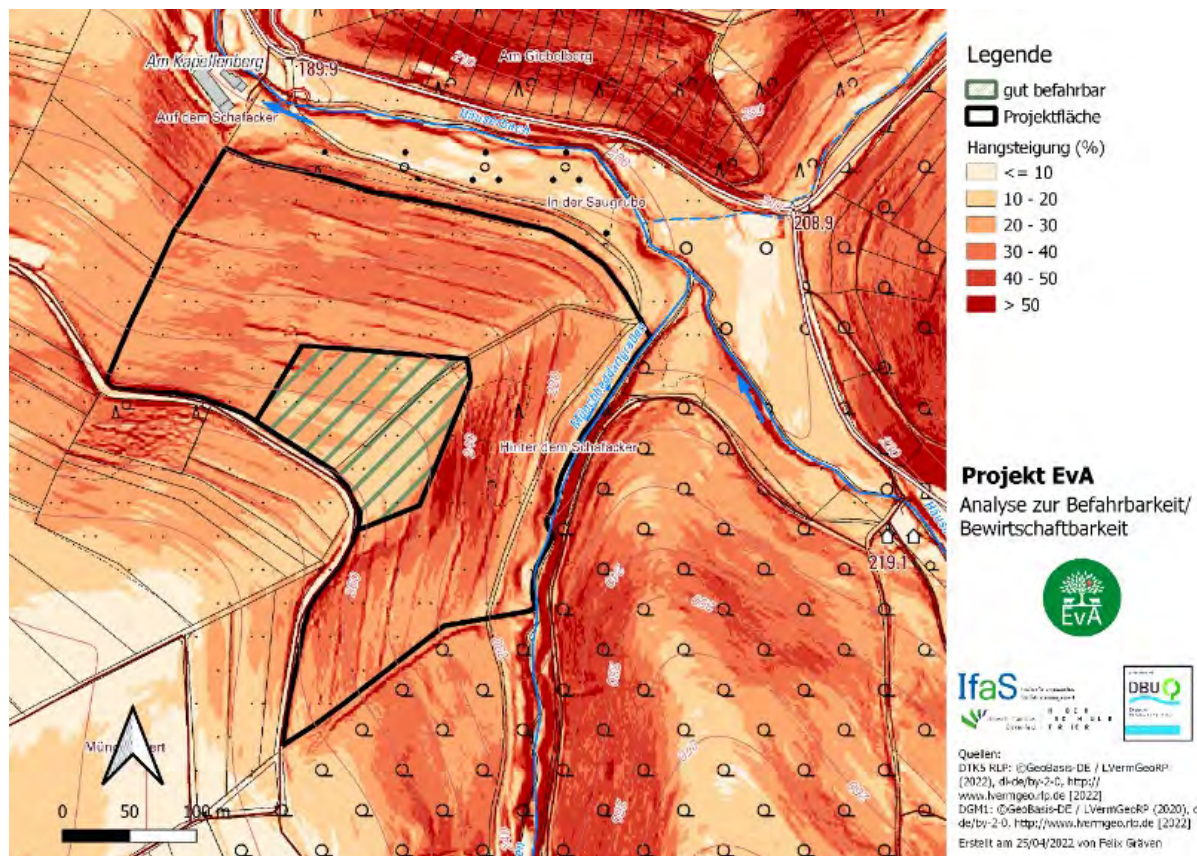


Abb. 18: Analyse der Steigung auf Basis des Digitalen Geländemodells.

Abflussanalyse

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

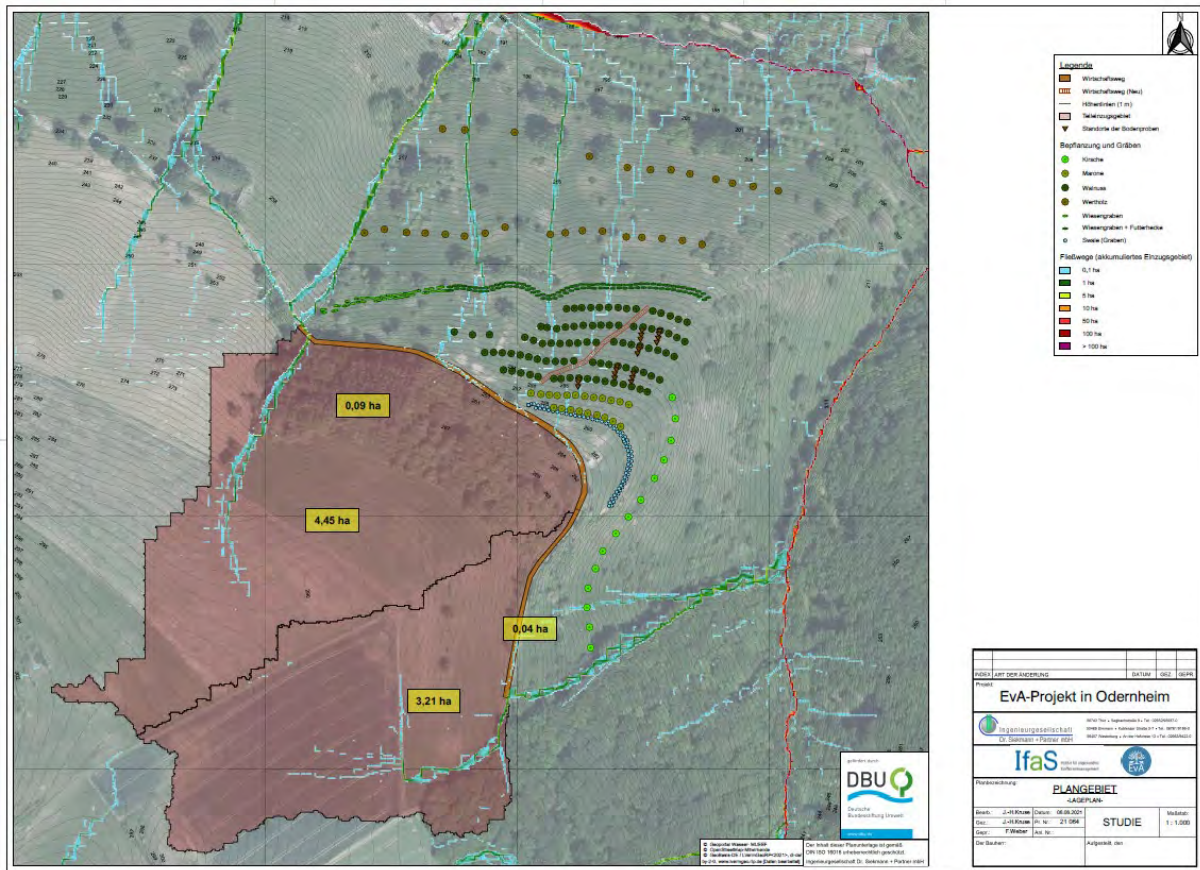


Abbildung 19: Abflussanalyse der Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann und Partner mbH.

Betriebsspiegel

Der Betrieb bewirtschaftet 75 ha landwirtschaftliche 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 und mit einem Getreidegemenge bestellt wird.

Der Betrieb hält 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 direkt vermarktet.

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, abgefüllt und über den 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 zurückhalten und so für den Betrieb nutzbar machen. 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 dienen.

Wahl der Agroforstsysteme

Die betriebliche Diversifikation in Obstbau mit einer angeschlossenen Verarbeitung sowie Viehhaltung auf Grünland und Ackerbau eröffnet eine entsprechende Vielfalt gängiger Agroforstsysteme. Deren Produkte können als Nahrungsmittel, für die eigene energetische Verwertung oder für eine stoffliche Nutzung des Holzes vermarktet werden.

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 würden 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 Walnüssen 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 Hochstamm-bäume 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 spezifischen 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-, Teeblättrigen Weidenblättern 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 gewisse 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 im 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.

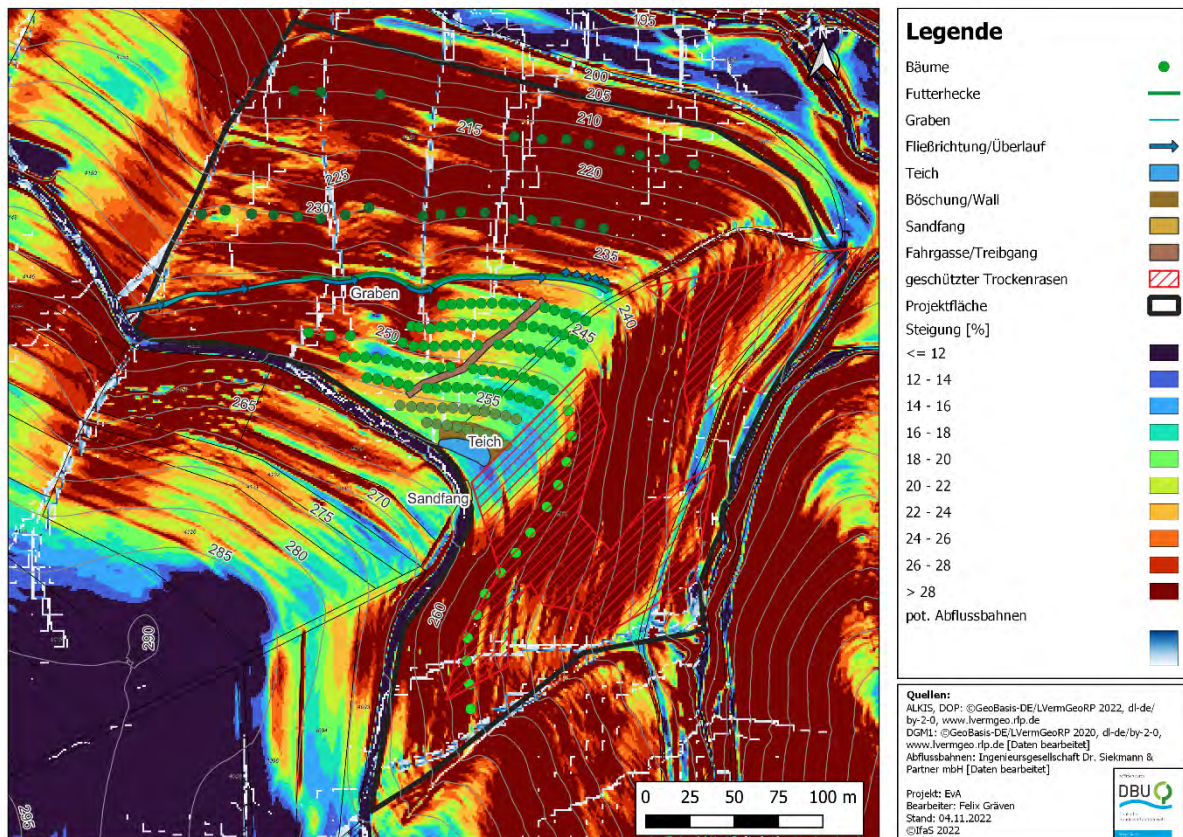


Abb. 20: Gefälle, Abflussbahnen und Baumarten

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 in Hangflächen durch Retention. Das Zurückhalten von Wasser auf der Fläche basiert auf der Anlage schmaler Gräben bzw. Schlitze, 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 Schlitze erfolgt mit einem Tiefenmeißel. Die Schlitze 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 Schlitze richtet sich nach der Höhenlinie („Keyline“) die den „Keypoint“, der unterhalb des Wendepunktes im Bereich des „Scheitelpunktes“ einer Senke eines Hangs liegt, schneidet. Die Schlitze 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

eingesetzter Maschinen (Arbeitsbreiten) verzichtet werden. Darüber hinaus soll ein Wiesengraben unterhalb der Nussbäume angelegt werden, sodass das sich in der westlichen Senke sammelnde Wasser zurückgehalten, auf die Fläche zurückgeführt und so die Boden- bzw. Grundwasserneubildung gefördert werden kann. 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 einen 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 oberhalb des Wirtschaftsweges ein Teileinzugsgebiet von 4,5 ha Größe und 1,62 ha unterhalb des Wirtschaftsweges. Der Teich hat ein Teileinzugsgebiet von 3,21 ha. 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 aus⁵. 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

⁵ Mitteilung der Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann und Partner mbH.

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 $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Pflanzdichte: $11 \text{ m} \times 11 \text{ m}$) (CTIFL, 2016). Aus diesem Grund sollen zwischen der Sorte Franquette, welche auf $12 \text{ m} \times 12 \text{ m}$ gepflanzt wird, auf $12 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ blockweise drei früh und stark tragende, laterale Sorten („Lara“, „Fernor“ 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 „Fernor“ 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 „Fernor“ 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 10 bis 15 Jahren aufgrund der dann vorliegenden 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 (u.a. 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 dürre- (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 dürretolerant (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 2.200 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 1.500

EUR * ha⁻¹ erzielt werden. Bei einem vollständigen Absatz über Direktvermarktung sind es rund 2.200 EUR * ha⁻¹.

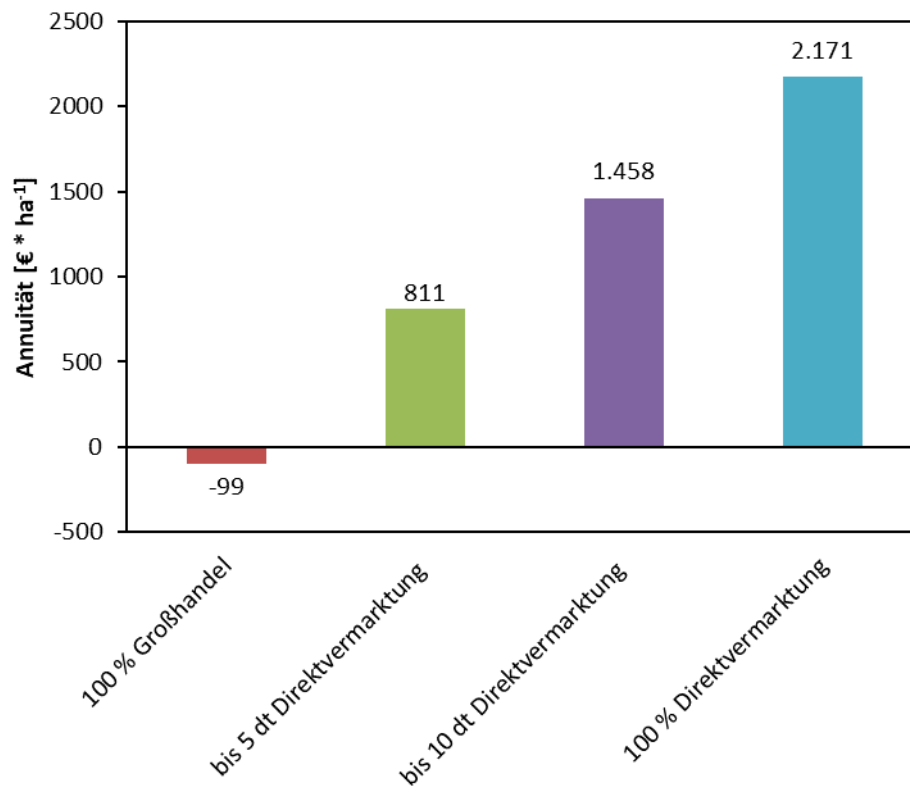


Abb. 21: jährliche Annuität (Rate) der Direkt- und arbeits erledigungskostenfreien Leistung

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.

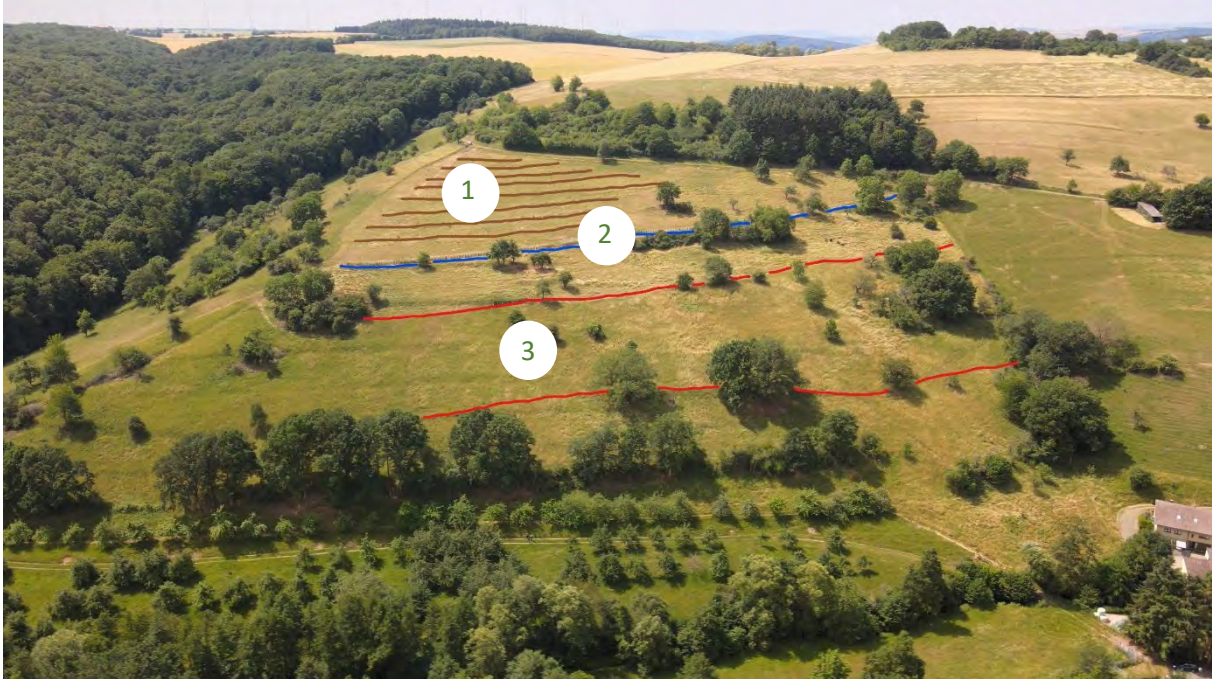


Abb. 22: Projektfläche mit Nussagroforstsystem (1) im oberen Bereich, einem Wiesengraben mit Futterhecke (2) und einem zweireihigem Wertholzagroforstsystem (3).

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 Grassoden 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.

Das Wertholz-Agroforstsystem wurde am 16. März 2021 gepflanzt (vgl. Abb. 27 A & B). Die Wertholzreihen wurden z.T. in die bestehende Terrassierung integriert und nahmen vorhandene ältere Bäume auf. Die entsprechenden Baumarten (vgl. Baumartenwahl bzw. Sortenwahl) wurden nach Möglichkeit in Dreierverbänden mit einem Abstand von 1 m im Verband und einem Abstand von 15 m zwischen den Verbänden gepflanzt (siehe Abb. 27 C und Abb. 28).



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

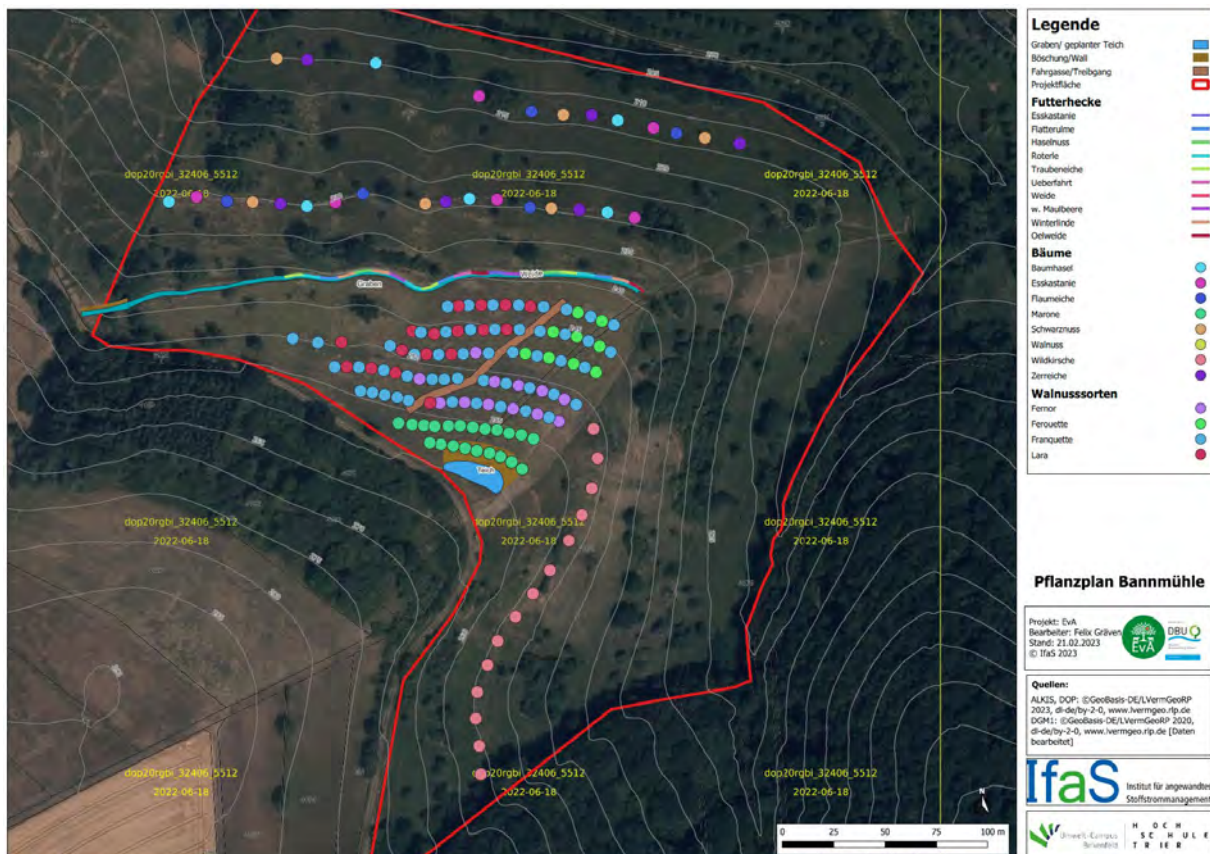


Abb. 28: Pflanzplan der Bannmühle mit drei verschiedenen Agroforstsystemen (Nussgarten, Futterhecke, Wertholzreihen).

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 $4,2 \text{ d} * \text{ha}^{-1}$. Schlüsselte 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.

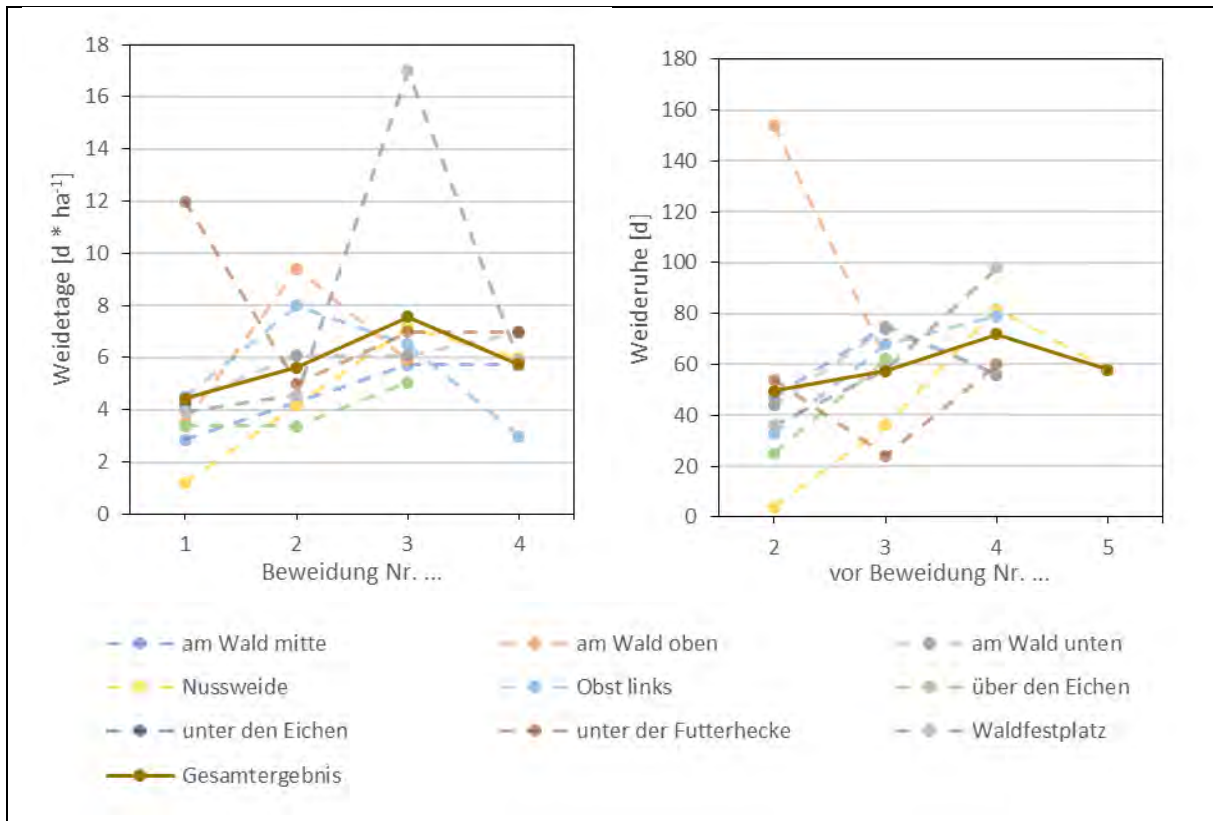


Abb. 30: Weidedauer und Weideruhe der einzelnen Beweidungen der einzelnen Parzellen (gestrichelte Linien), Der Mittelwert über alle Parzellen (durchgezogene Linie).

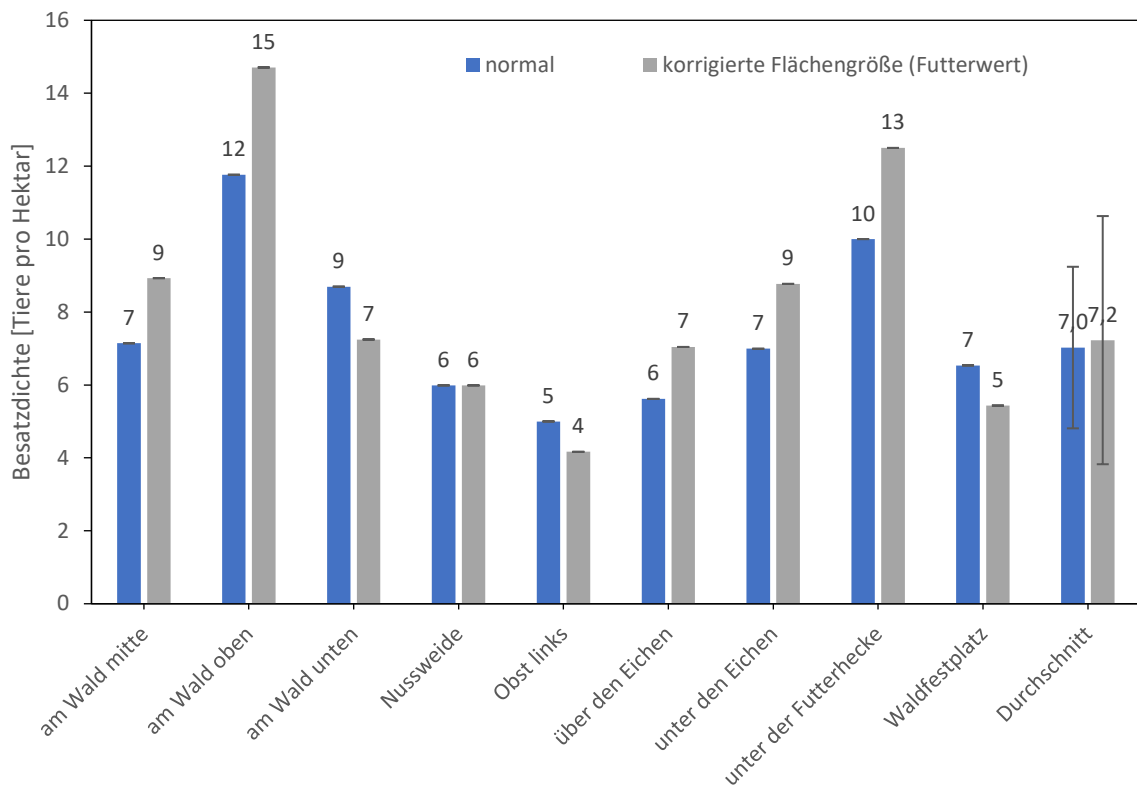


Abb. 31: Besatzdichten im Jahr 2022. Neben der Besatzdichte bezogen auf die „normale“ Flächengröße (blau) wird auch die Besatzdichte bezogen auf die um den Futterwert korrigierte Flächengröße dargestellt (grau).

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.

Futtermaufnahme

Die rechnerische Futtermaufnahme (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. $9,4 \text{ kg TM} \cdot \text{d}^{-1}$.

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 Standartabweichung nimmt mit steigender Bestandshöhe zu (vgl. Abb. 33). Die Bestandshöhe nimmt nach der Beweidung deutlich ab. Es gibt eine positive Korrelation zwischen Bestandshöhe und Trockenmasse ($R^2 = 0,8321$) (vgl. Abb. 34).

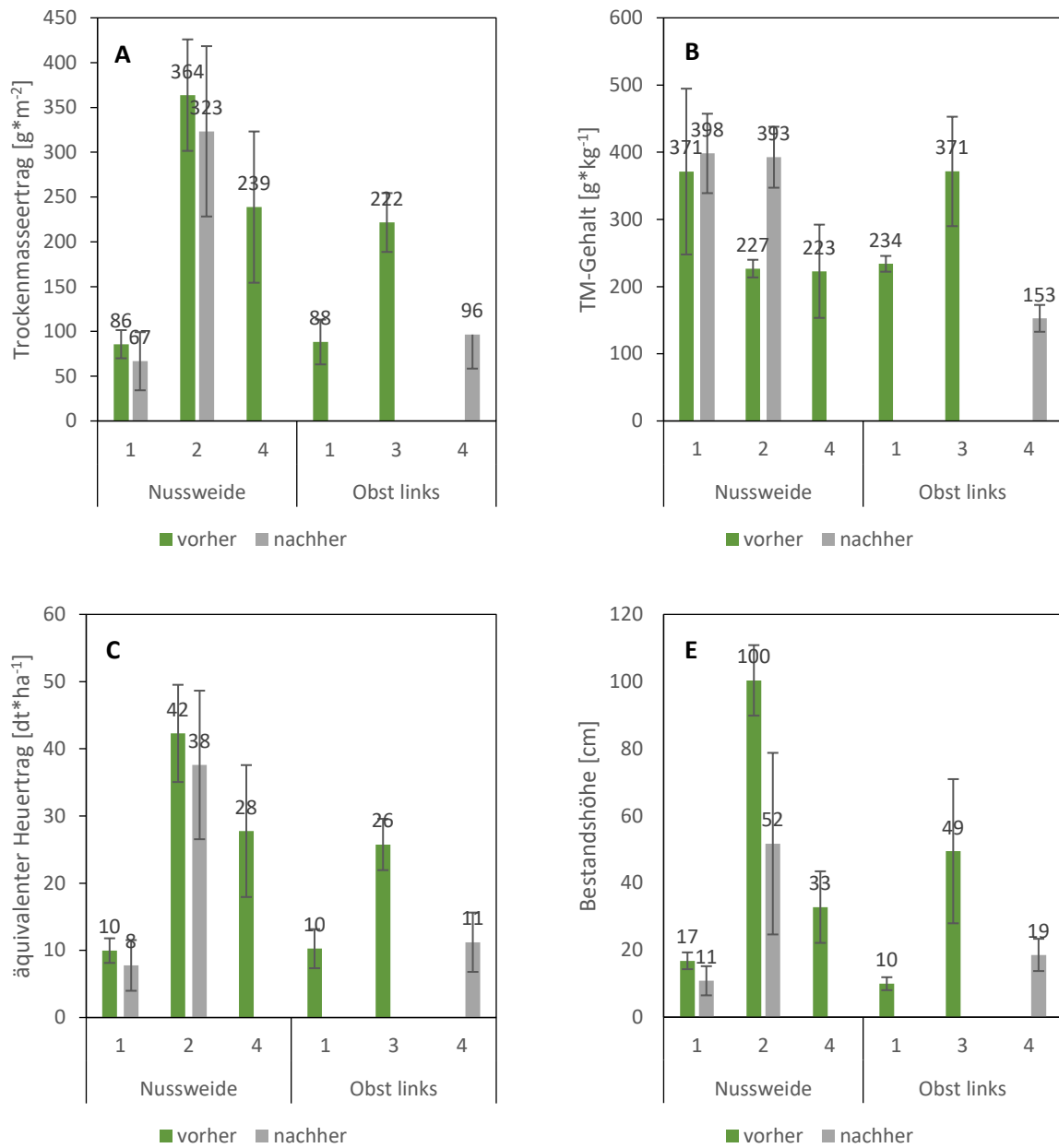


Abb. 33: Ertragsdaten der Parzellen „Nussweide“ und „Obst links“ zu den Beweidungen eins, zwei und vier bzw. eins, drei und vier, gemessen vor bzw. nach der Beweidung. A: Trockenmasseertrag (mean, SD [n=7]), B: TM-Gehalt (mean, SD [n=7]), C: äquivalenter Heuertrag (mean, SD [n=7]), E: Bestandshöhe (mean,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

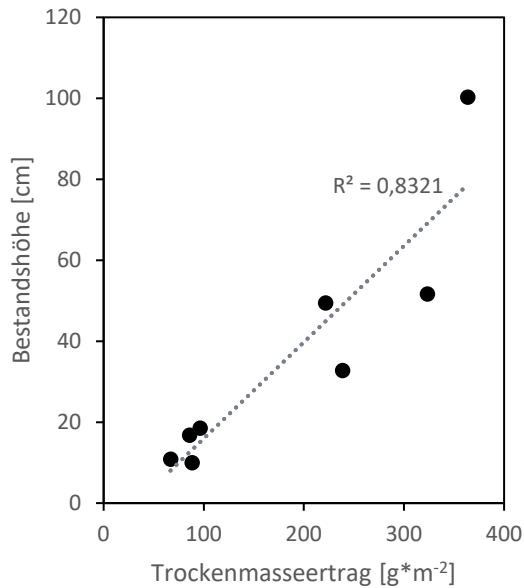


Abb. 34: Positive Korrelation von Bestandshöhe und Trockenmasseertrag.

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 gegenüber dem 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 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.

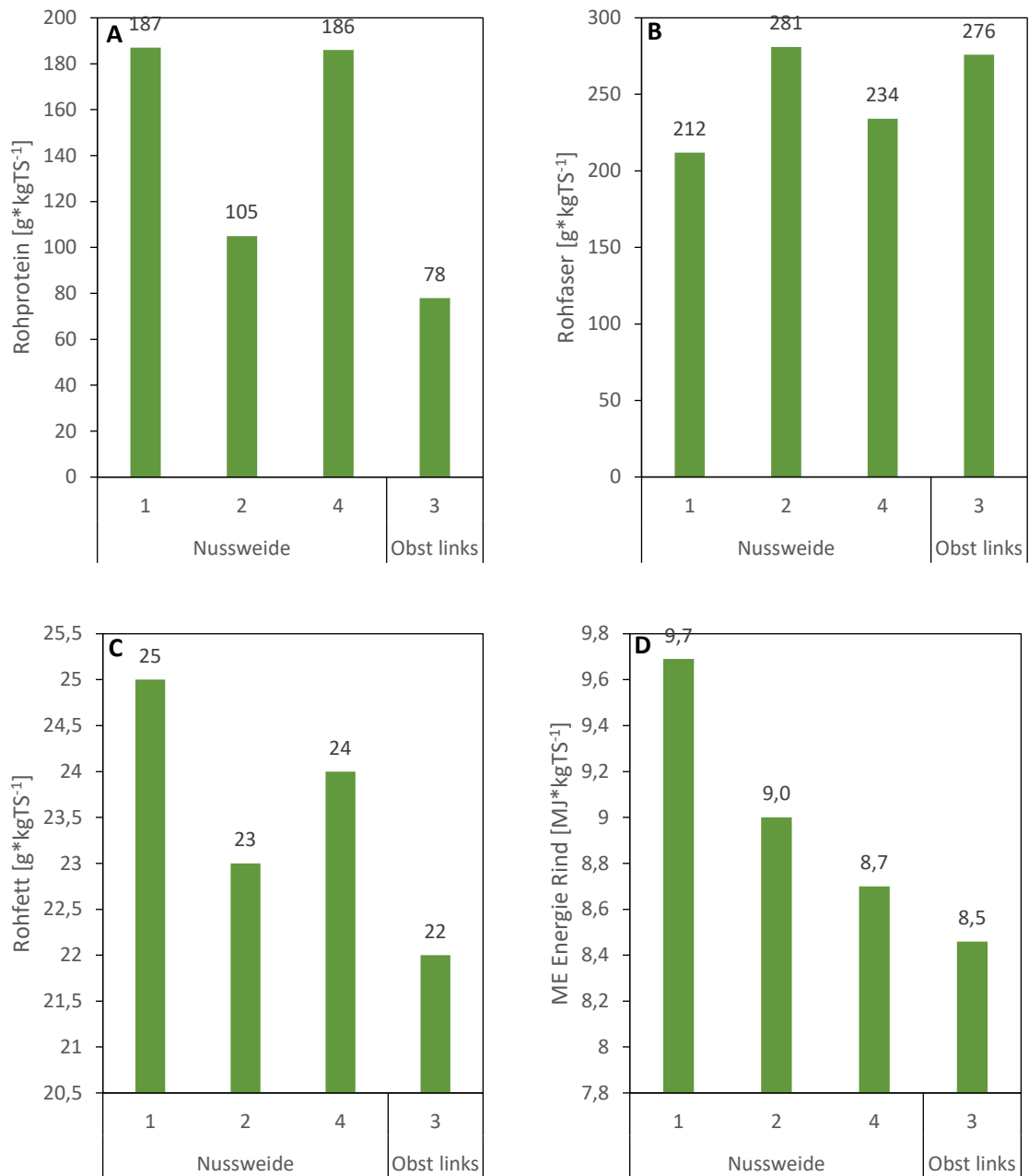


Abb. 35: Futterwert der Parzellen „Nussweide“ und „Obst links“ vor der Beweidung eins, zwei und vier bzw. drei. A: Rohproteingehalt (XP) (Mischprobe, n=1), B: Rohfasergehalt (XF) (Mischprobe, n=1), C: Rohfettgehalt (XL) (Mischprobe, n=1), D: ME Energie (Mischprobe, n=1).

4.4 Untersuchung Vegetation

Siehe Anhang 1: Vegetationsmonitoring Vegetationsperiode 2021 und 2022 (Stand: 24.03.2023).

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, Flussregenpfeifer, 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 cirlus</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

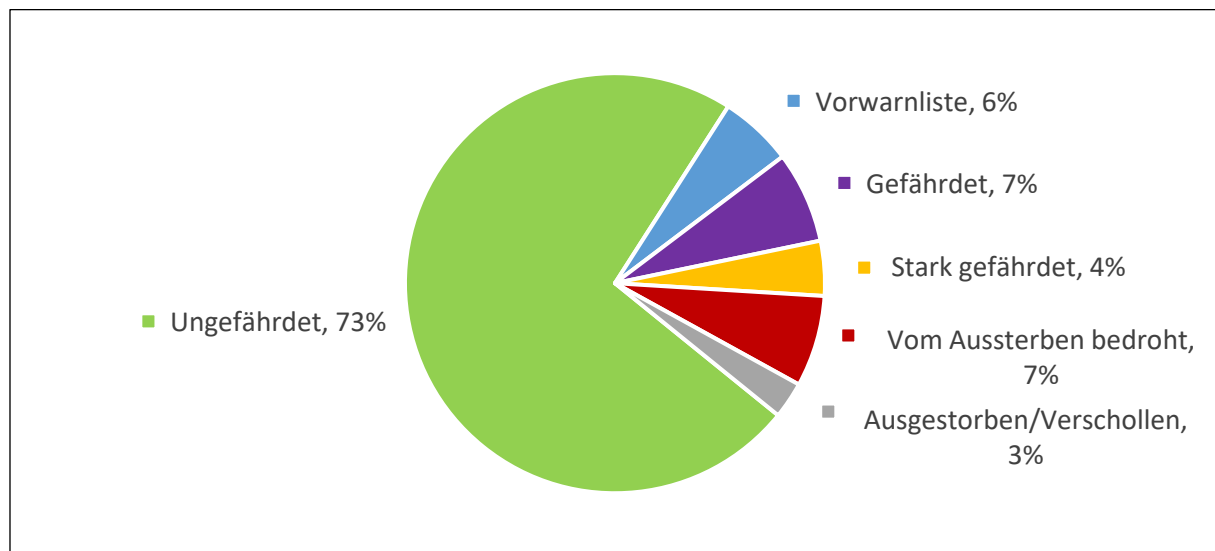


Abb. 36: Übersicht der Gefährdungsstände der detektierten Arten.

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.

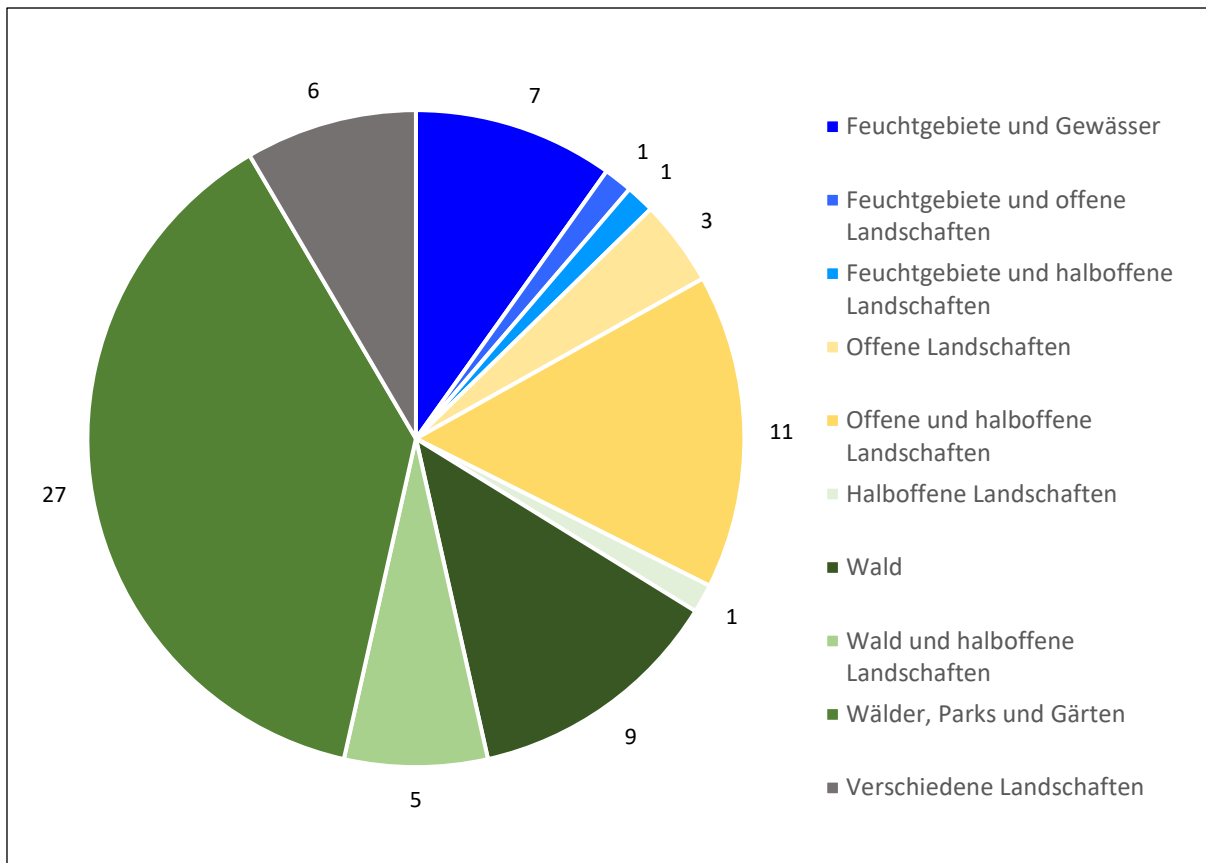


Abb. 37: Übersicht der Lebensräume der detektierten Arten.

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.

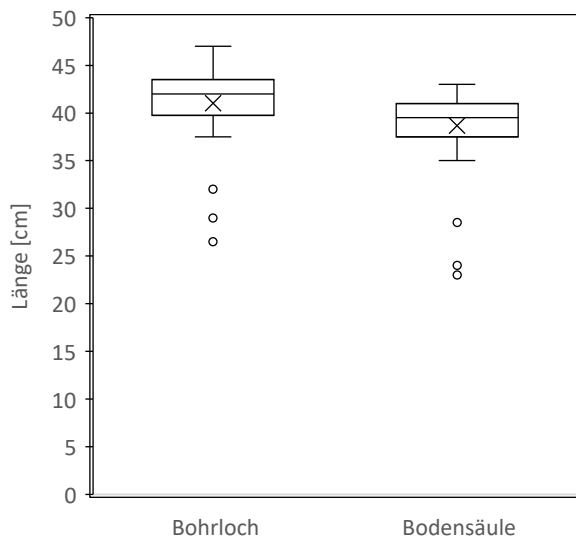
4.6 Untersuchung organischer Kohlenstoffvorrat

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 $1,26 \pm 0,18 \text{ g*cm}^{-3}$.

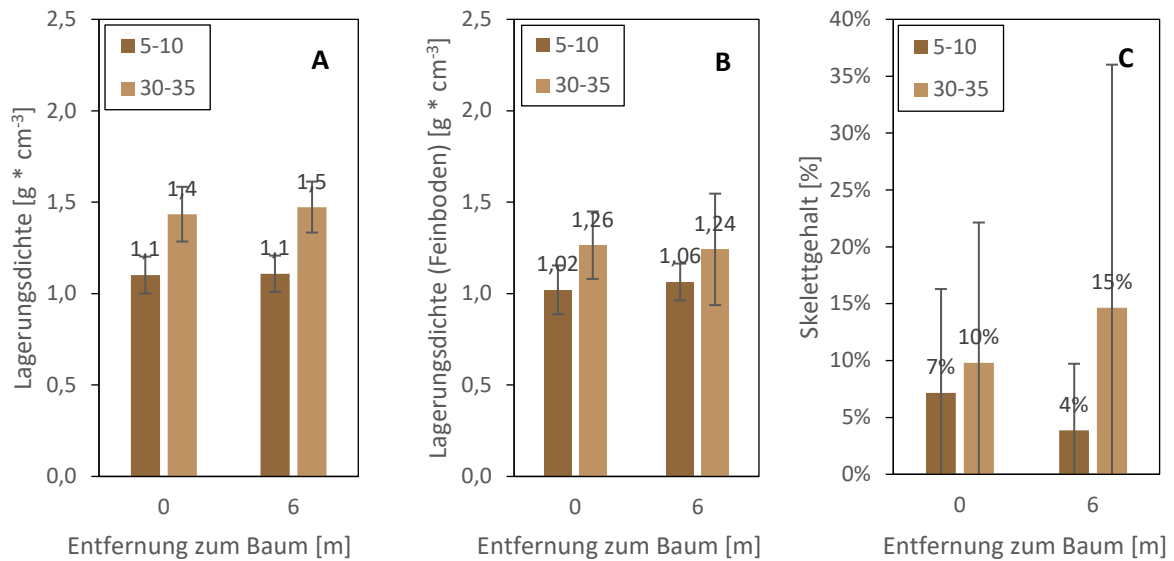


Abb. 38: Lagerungsdichte (A), Lagerungsdichte des Feinbodens (B) und der Skelettgehalt (C) in Abhängigkeit von der Entfernung zur Baumreihe und zur Bodentiefe (mean, SD [0 m:5-10 cm n = 14, 0 m: 30-35 cm n = 13, 6 m:5-10 cm n = 25, 6 m:30-35 cm n = 24]).

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 $2,14 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ und $0,64 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ in 30 – 35 cm Tiefe. Dies entspricht einem CO_2 -Äquivalent von $7,85$ bzw. $2,37 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. Innerhalb der Baumreihe liegen die Vorräte in 5 – 10 cm Tiefe bei $1,8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ und in 30 – 35 cm Tiefe bei $1,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (vgl. Abb. 39). Dies entspricht $6,59$ bzw. $3 \text{ kg CO}_2\text{e} \cdot \text{m}^{-2}$.

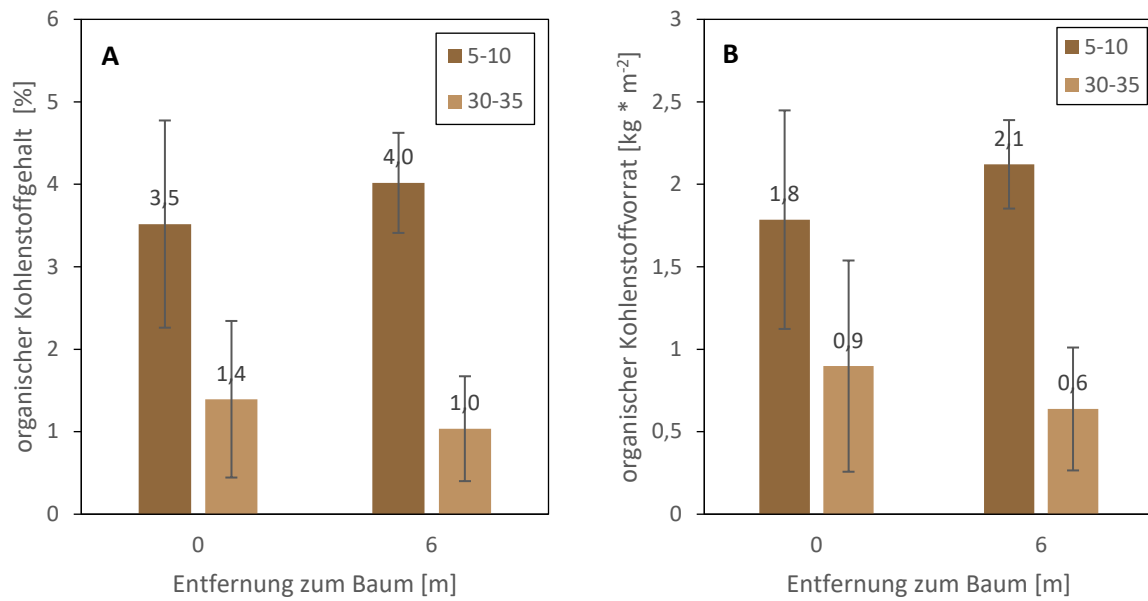


Abb. 39: Relativer organischer Kohlenstoffgehalt (A) und organischer Kohlenstoffvorrat (B) in Abhängigkeit von der Entfernung zur Baumreihe und zur Bodentiefe (mean, SD [0 m:5-10 cm n = 14, 0 m: 30-35 cm n = 13, 6 m:5-10 cm n = 25, 6 m:30-35 cm n = 24]).

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 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 Jungbullen 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 10 cm. Da TM-Ertrag und Bestandshöhe korrelieren, lässt sich ausrechnen, dass dies ungefähr einem Trockenmasseertrag (Aufwuchs) von $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 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-Gehalte vor der Beweidung normale Werte. Im Allgemeinen wird in Futterrationberechnungen für Frischgras ein TM-Gehalt von 18 % angenommen (Schwarz, 2014). Dies bezieht sich aber auf deutlich intensivere Weiden/Wiesen. Die Werte für extensive Weiden/Wiesen 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-/Rispschieben ($180 \text{ g XP} \cdot \text{kg TS}^{-1}$, $195 \text{ g XF} \cdot \text{kg TS}^{-1}$ (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 deutlich 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 g XF * 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 Oberbodens⁶ sowohl in, als auch zwischen den Baumreihen, als sehr gering zu bewerten. Die Lagerungsdichte des Unterbodens⁷ 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 waren.

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 transportiert wurden. Dies war an den besonders flachgründigen Stellen 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).

⁶ bezogen auf den Abschnitt in 5-10 cm Tiefe

⁷ bezogen auf den Abschnitt in 30-35 cm Tiefe

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 zwischen den Pflanzreihen liegt daran, dass eine Spatenmaschine aufgrund der Spatenbewegung und des Strichabstands 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 gemäßigt 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)) $988,68 \text{ EUR} \cdot \text{ha}^{-1}$ Erlöst werden. Pro Jahr wären das $9,42 \text{ EUR} \cdot \text{ha}^{-1}$. 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 ist 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 Wasservogel 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 km^2 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 der 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/>

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 der gemeinsamen 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/spaetfrostschaden>
- 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.
- Hejcman, M., Hejcmanová, 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/schwarznuess>

- 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

Praxisprojekt
KeylineSystem für Rheinland-Pfalz
auf der Bannmühle, Odernheim / Glan

Vegetationsmonitoring
Vegetationsperiode 2021 und 2022
(Nullaufnahmen)

Stand: 24.3.2023

Auftraggeber:

Hochschule Trier - Umweltcampus Birkenfeld
Institut für angewandtes Strommanagement - IfaS
55761 Birkenfeld

Bearbeiter:

Dipl.-Geoökol. Dorothea Kortner
Dipl. Agr.-Ing. Petra Holzwarth
Dipl.-Biol. Rudolf Twelbeck



LANDSCHAFTSÖKOLOGIE UND ZOOLOGIE
Dipl.-Biol. Rudolf Twelbeck
Im Leimen 2, 55130 Mainz
Tel. (06131) 99 95 - 0

Inhaltsübersicht

Seite

1	Einleitung	3
2	Methode	3
3	Ergebnisse	5
3.1	Vitalität.....	5
3.2	Vegetationseinheiten	5
3.3	Pflanzensoziologische Vegetationsaufnahmen	6
4	Literatur.....	16
	Anlage: Vegetationstabellen der Aufnahme­flächen	17

1 Einleitung

Auf einer extensiv bewirtschafteten, steilen Hutungsfläche in der Nähe von Odernheim am Glan wird von dem Institut für angewandtes Strommanagement - IfaS der Hochschule Trier - Umweltcampus Birkenfeld gemeinsam mit dem Bewirtschafter, der Bannmühle in Odernheim, das Praxisprojekt Keyline-System für Rheinland-Pfalz, ein Entwicklungs-, Demonstrations- und Forschungsprojektes,- durchgeführt.

Für das begleitende Monitoring der Untersuchungsfläche wurde 2021 die Erstaufnahme des vegetationskundliche Monitorings vorgelegt, 2022 wurden nach derselben Methode erneut Vegetationsaufnahmen durchgeführt.

2 Methode

Zur Dokumentation der Ausgangssituation des Projektes wurden fünf Vegetationsaufnahmen nach Absprache mit dem Auftraggeber auf der Projektfläche im Gelände festgelegt. Um die Probeflächen für die späteren Folgeuntersuchungen wiederfindbar zu machen, wurden sie im Gelände mit dem GPS eingemessen, mit Hilfe von Pflöcken abgesteckt und zusätzlich mit Nägeln markiert. Letztere dienen dazu, die Markierung mit Hilfe eines Metalldetektors wiederzufinden.

Auf den fünf Aufnahmeflächen wurden in der Vegetationsperiode 2021 zwei Vegetationsaufnahmen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964), verfeinert nach WILMANN (1989), durchgeführt. Zusätzlich wurde die Vitalität jeder Pflanzenart aufgenommen. Der erste Durchgang fand am 28.5.2021 statt, um den Frühjahrsaspekt zu erfassen. Der zweite Durchgang erfolgte am 16.8.2021 im Sommeraspekt, um auch die später keimenden Arten ansprechen zu können.

In der Vegetationsperiode 2022 wurden auf allen Aufnahmeflächen erneut zweimal Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Der erste Durchgang fand am 18.5.2022 und der zweite am 1.8.2022 statt. Der Zeitpunkte wurden nicht exakt zum selben Zeitpunkt wie 2021 durchgeführt, sondern entsprechend der Witterung und dem Vegetationswachstum ausgewählt.

Die Vegetationsaufnahmen wurden in Tabellenform ausgewertet, die Ergebnisse des vorgefundenen Ist-Zustandes herausgearbeitet und den Pflanzengesellschaften nach OBERDORFER zugeordnet (Anlage 1). Die Lage der Probeflächen ist in der Abbildung 1 dargestellt.



Abbildung 1: Übersicht der Lage der Vegetationsaufnahmen (LANIS; 10.02.2022)

3 Ergebnisse

3.1 Vitalität

Die Vegetationszeit im Jahr 2021 war verhältnismässig niederschlagsreich, was zu einem hohen Aufwuchs des Bestandes führte. Insbesondere der Sommeraspekt der Vegetationsaufnahmen fiel außergewöhnlich üppig aus. Dies zeigte sich insbesondere bei der Aufnahme der Vitalität. Mit einer Ausnahme wegen Fraßspuren an einer Bocksriemenzunge wurde kein geschwächter Wuchs festgestellt.

Der Sommer der Vegetationsperiode 2022 war dagegen sehr niederschlagsarm, was sich auch in der Vitalität widerspiegelt.

Die Ergebnisse werden in den Vegetationstabellen dokumentiert (Anlage).

3.2 Vegetationseinheiten

Bei der Projektfläche handelt es sich um einen von Rindern extensiv beweideten Grünlandkomplex. Die flachen Bereiche werden zusätzlich gemäht und teilweise gemulcht.

Aufgrund dieser Bewirtschaftungsweise hat sich ein Bestand ausgebildet, der keinem pflanzensoziologischen Verband eindeutig zuzuordnen ist. Es sind Arten der Tal-Fettwiesen (*Arrhenatherion elatioris*), der Fettweiden (*Cynosurion*) und der Halbtrockenrasen (*Mesobromion erecti*) vertreten.

Da in weiten Teilen die Arten der Glatthaferwiesen sehr stark vertreten sind, wurden vier der fünf Vegetationsaufnahmen diesen zugeordnet.

Eine Ausnahme bildet der Bereich in dem die Aufnahmefläche Nr. 5 liegt. Hier ist der Bestand als Halbtrockenrasen anzusprechen, die Arten der Fettwiesen treten stark in den Hintergrund.

Bei den Beständen der Aufnahmefläche Nr. 1 und Nr. 4 ist der Übergang der Tal-Fettwiesen zu den Halbtrockenrasen am stärksten ausgeprägt. Daneben kommt hier auch das Kammgras als Kennart der Fettweiden vor.

Ganz allgemein sind die beiden Verbände der Ordnung Fettwiesen- und -weiden (*Arrhenatheretalia elatoris*) - die Tal-Fettwiesen (*Arrhenatherion elatioris*) und die Fettweiden (*Cynosurion*) - schon nach OBERDORFER sehr schwer eindeutig voneinander abzugrenzen, da sie sich sehr nahe stehen. Die Standortansprüche stimmen überein. Ihre Unterschiede sind lediglich auf die Art der Nutzung zurückzuführen.

3.3 Pflanzensoziologische Vegetationsaufnahmen

Vegetationsaufnahmefläche 1:

Magere, trockene Glatthaferwiesen (*Arrhenatheretum brometosum*)

Die Aufnahmefläche 1 liegt im Bereich der alten Streuobstbäume im Westen der Projektfläche. Die Aufnahmefläche ist als einzige der fünf Aufnahmeflächen leicht beschattet. Es handelt sich um eine sehr typische Ausprägung der mageren, trockenen Glatthaferwiese. Sie wird von den Arten der Tal-Fettwiesen dominiert, daneben treten jedoch auch eine Vielzahl an Arten der Halbtrockenrasen sowie Magerkeitszeiger auf. Störzeiger treten nicht in nennenswertem Umfang auf.

Im August 2021 lag der hohe Aufwuchs. Die Vegetation war sehr dicht. Es war nicht zu erkennen, ob die Rinder hier bereits gefressen hatten.

Faunistische Zufallsfunde: Weinbergsschnecke *Helix pomatia* (Mai 2021) und Wespenpinne *Argiope bruennichi* (August 2021).

Im Mai 2022 liegt der Altgrasbestand. Im August 2022 war der Bestand beweidet und durch die Rinder teilweise niedergetreten.



Abbildung 2: V1 Vegetationsaufnahmefläche 1 im Mai 2022; Foto: D. Kortner



Abbildung 3: V1 Vegetationsaufnahme­fläche 1 im August 2022; Foto: P. Holzwarth

Vegetationsaufnahmefläche 2:

Glathferwiesen mittlerer Standorte (*Arrhenatheretum elatioris*)

Die Aufnahmefläche Nr. 2 befindet sich im oberen Teil der Nussbaumanlage zwischen der 4. und 5. Baumreihe von unten. Sie ist voll besonnt. Auffällig ist hier im Vergleich zu den anderen Aufnahmeflächen, dass die Magerkeitszeiger und die Arten der Halbtrockenrasen sehr stark in den Hintergrund treten. Dagegen kommen Nährstoffzeiger wie die Echte Nelkenwurz und die Große Brennnessel vor.

Der Bestand war zum Zeitpunkt der zweiten Aufnahme im August 2021 gut durch die Rinderbeweidung abgefressen und wieder nachgewachsen.

Auch im August 2022 war der Bestand beweidet worden.



Abbildung 4: V2 Vegetationsaufnahmefläche 2 im Mai 2022; Foto: D. Kortner



Abbildung 5: V2 Vegetationsaufnahmefläche 2 im August 2022; Foto: P. Holzwarth

Vegetationsaufnahme fläche 3:

Glatthaferwiesen mittlerer Standorte (*Arrhenatheretum elatioris*)

Die Vegetationsaufnahme fläche 3 liegt im Bereich der Nussbaumanlage weiter hangabwärts zwischen der zweiten und dritten Baumreihe von unten.

Auffällig ist hier die starke Dominanz der Schlehe. Auch hier handelt es sich um einen extensiven Grünlandbestand mit einer Vielzahl an Magerkeitszeigern.

Hier war der Aufwuchs 2021 ebenfalls von den Rindern gut abgefressen und zwischenzeitlich nachgewachsen.

Im Mai 2022 war der Bestand zum Aufnahmezeitpunkt bereits beweidet worden. In der fläche lagen Reste eines Silageballens.



Abbildung 6: V3 Vegetationsaufnahme fläche 3 im Mai 2022; Foto: D. Kortner



Abbildung 7: V3 Vegetationsaufnahme­fläche 3 im August 2022; Foto: P. Holzwarth

Vegetationsaufnahme­fläche 4:

Magere, trockene Glatthaferwiesen (*Arrhenatheretum brometosum*)

Die Aufnahme­fläche 4 befindet sich unterhalb der neu angepflanzten Hecke.

Sie steht pflanzensoziologisch zwischen den Fettwiesen und -weiden und Halbtrockenrasen. Die Aufnahme­fläche ist voll besonnt. Störzeiger sind kaum vorhanden.

Ein Abfraß durch Rinder war hier 2021 nicht zu erkennen.

Faunistische Zufallsfunde: Wespenspinne *Argiope bruennichi* (August 2021)

Der Bereich war im August 2022 bereits beweidet worden.



Abbildung 8: V4 Vegetationsaufnahme­fläche 4 im Mai 2022; Foto: D. Kortner



Abbildung 9: V4 Vegetationsaufnahmefläche 4 im August 2022; Foto: P. Holzwarth

Vegetationsaufnahme­fläche 5:

Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobromion erecti*)

Die Aufnahme­fläche 5 befindet sich in dem Teil des Grünlandkomplexes, in dem ein Halbtrockenrasen ausgebildet ist. Auch diese Fläche ist voll besonnt. Die Artenzusammensetzung weist Übergänge zum Wirtschaftsgrünland auf. In der Vegetationstabelle wurden auch Arten des Wirtschaftsgrünlandes wie das Wiesen-Rispengras und die Wiesen-Knautie zu den Halbtrockenrasenarten sortiert, da sie hier auch einen Schwerpunkt haben.

Stör- oder Nährstoffzeiger kommen nicht vor.

Zum Aufnahmezeitpunkt im Frühjahr 2021 wurden drei Exemplare des Purpur-Knabenkraut in der Aufnahme­fläche gefunden.

Bei der Begehung im August 2021 lag der Aufwuchs.

Diese Fläche war im August 2022 noch nicht beweidet worden.



Abbildung 10: Vegetationsaufnahme­fläche 5 im Mai 2022; Foto: D. Kortner



Abbildung 11: V5 Vegetationsaufnahme­fläche 5 im August 2022; Foto: P. Holzwarth

4 Literatur

- BArtSchV (BUNDESARTENSCHUTZVERORDNUNG) (1993): Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten vom 18.09.1989.
- In: Naturschutzrecht, 6. Auflage, München
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie; Wien, New York.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde, H. 28, 21-187, Bonn-Bad Godesberg
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie Grundlagen und Methoden. Eugen Ulmer, Stuttgart
- ELLENBERG, H.; WEBER, H.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W. & D. PAULISSEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, 166 S., Bonn
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften - Teil III. 2. stark bearbeitete Auflage, 455 S., Stuttgart, New York
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften - Teil I. 3. stark bearbeitete Auflage, 311 S., Stuttgart, New York
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften - Teil II. 3. stark bearbeitete Auflage, Stuttgart, New York
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 8. stark überarbeitete und ergänzte Auflage, Stuttgart
- LANIS Landschaftsinformationssystem Rheinland-Pfalz: im Internet unter https://geodaten.naturschutz.rlp.de/kartendienste_naturschutz/index.php; abgerufen am 10.02.2022
- WILMANN, O. (1989): Ökologische Pflanzensoziologie. 4. Auflage, 378 S., Heidelberg, Wiesbaden

Anlage: Vegetationstabellen der Aufnahmeflächen

Die pflanzensoziologischen Vegetationsaufnahmen wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) im Gelände erhoben. Dabei entspricht eine Spalte jeweils einer Aufnahme. Die Ziffern und Symbole geben den Deckungsgrad an, den die betreffenden Arten in der dokumentierten Fläche einnehmen.

Die Deckungsgrade sind wie folgt definiert (nach BRAUN-BLANQUET 1964, verfeinert nach WILMANN 1989):

r	Deckung < 5 %	- 1 Individuum,
+	Deckung < 5 %	- 2 bis 5 Individuen,
1	Deckung < 5 %	- 6 bis 50 Individuen,
2m	Deckung < 5 %	- > 50 Individuen,
2a	Deckung 5 bis 15 %	- Individuenzahl beliebig,
2b	Deckung 16 bis 25 %	- Individuenzahl beliebig,
3	Deckung 26 bis 50 %	- Individuenzahl beliebig,
4	Deckung 51 bis 75 %	- Individuenzahl beliebig,
5	Deckung 76 bis 100 %	- Individuenzahl beliebig.

Die Pflanzenarten sind entsprechend ihrer Soziologie (OBERDORFER 2001) oder ihrer Ökologie (ELLENBERG et al. 1992) bestimmten soziologischen oder ökologischen Gruppen zugeordnet. Im Tabellenkopf sind Angaben zum Aufnahmezeitpunkt, zur Größe der Aufnahmefläche, zum Gesamtdeckungsgrad, zur durchschnittlichen Vegetationshöhe und zur Anzahl der vorkommenden Arten enthalten.

Die Vitalität (VIT) wurde anhand der folgenden fünfstufigen Skala erhoben:

∞	sehr schwach, zufällig gekeimt, sich nicht vermehrend (fehlt 2021 und 2022)
°	geschwächt, kümmerlich
∅	geschwächt, kümmerlich durch sichtbare Schäden
•	normal
••	überaus kräftig (fehlt 2021 und 2022)

Zusatz:

*	zum Teil vertrocknet
---	----------------------

**Nr. 1: Glatthaferwiese mittlerer Standorte (Arrhenatheretum eliotioris),
Magere, trockene Glatthaferwiese (Arrhenatheretum brometosum)**

Aufnahmezeitpunkt		5/21	8/21	5/22	8/22				
Fläche (in qm)		25	25	25	25				
Gesamtdeckung (lebend und abgestorben) (in %)		95	100	97	98				
Durchschnittliche Vegetationshöhe (in m)		0,45	0,41	0,5	0,25				
Maximale Vegetationshöhe (in m)		1	1,3	1,09	1,17				
Artenzahl		43	42	44	31				
Tal-Glatthaferwiese mittlerer Standorte (Arrhenatheretum elatioris), Tal-Fettwiesen (Arrhenatherion elatioris)									
			VIT		VIT		VIT		VIT
Arrhenatherum elatius	Glatthafer	2m	•	2b	•*	2b	•	2b	•
Galium album	Weißes Labkraut	2m	•	2a	•	2m	•	2m	∅
Crepis biennis	Wiesen-Pippau	+	•	-		r	•	+	∅
Fettwiesen und Fettweiden (Arrhenatheretalia elatioris)									
Trisetum flavescens	Gewöhnlicher Goldhafer	2a	•	2a	•	2a	•	2a	•
Achillea millefolium	Gewöhnliche Wiese-Schafgarbe	2m	•	2m	•	2m	•	1	∅
Cynosurus cristatus	Wiesen-Kammgras	2m	•	2m	•	2m	•	2m	•
Lotus corniculatus agg.	Gewöhnlicher Hornklee	1	•	2m	•	2m	•	2m	∅
Dactylis glomerata	Wiesen-Knäuelgras	1	•	1	•	1	•	2m	•
Saxifraga granulata	Knöllchen-Steinbrech	1	•	-		1	•	-	
Daucus carota	Wilde Möhre	-		1	•	+	•	1	•
Knautia arvensis	Wiesen-Knautie	-		1	•	+	•	+	∅
Leontodon hispidus	Rauer Löwenzahn	+	•	+	•	-		+	∅
Trifolium dubium	Kleiner Klee	+	•	-		+	•	-	
Campanula rapunculus	Rapunzel-Glockenblume	-		+	•	-		r	∅
Wirtschaftsgrünland (Molinio-Arrhenatheretea)									
Poa pratensis	Wiesen-Rispengras	2m	•	2b	•	2m	•	2m	∅
Centaurea jacea	Wiesen-Flockenblume	1	•	2a	•	1	•	1	∅
Poa trivialis	Gewöhnliches Rispengras	2m	•	2m	•	2m	•	2m	∅
Veronica chamaedrys	Gamander-Ehrenpreis	2m	•	2m	•	2m	•	1	∅
Alopecurus pratensis	Wiesen-Fuchschwanz	2m	•	2m	•	1	•	-	
Plantago lanceolata	Spitz-Wegerich	1	•	1	•	1	•	1	∅
Rumex acetosa	Wiesen-Sauerampfer	1	•	1	•	1	•	-	
Trifolium pratense	Roter Wiesen-Klee	1	•	1	•	1	•	+	°
Glechoma hederacea	Gundelrebe	1	•	1	•	+	•	+	°
Lathyrus pratensis	Wiesen-Platterbse	-		1	•	+	•	+	∅
Festuca pratensis	Wiesen-Schwingel	-		1	•	-		-	
Vicia sepium	Zaun-Wicke	-		-		1	•	-	
Cerastium holosteoides	Gewöhnliches Hornkraut	-		+	•	+	•	-	

Aufnahme 1 (Fortsetzung)									
Aufnahmezeitpunkt		5/21		8/21		5/22		8/22	
Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion erecti) und Magerkeitszeiger									
Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf	2m	•	2a	•	2a	•	2m	•
Bromus erectus	Aufrechte Trespe	2m	•	2m	•	2m	•	1	∅
Agrimonia eupatoria	Gewöhnlicher Odermennig	2m	•	2m	•	1	•	1	∅
Rhinanthus alectorolophus	Zottiger Klappertopf	2m	•	1	•	2m	•	1	∅
Anthoxanthum odoratum	Gewöhnliches Ruchgras	2m	•	1	•	2m	•	1	∅
Plantago media	Mittlerer Wegerich	1	•	1	•	+	•	+	∅
Trifolium medium	Mittlerer Klee	1	•	1	•	1	•	1	∅
Hypericum perforatum	Echtes Johanniskraut	1	•	1	•	-		r	∅
Ranunculus bulbosus	Knolliger Hahnenfuß	1	•	1	•	1	•	-	
Viola hirta	Rauhaariges Veilchen	+	•	1	•	+	•	1	∅
Primula veris	Frühlings-Schlüsselblume	1	•	+	•	1	•	+	∅
Luzula campestris	Feld-Hänsimse	1	•	-		1	•	-	
Myosotis ramosissima	Hügel-Vergißmeinnicht	1	•	-		1	•	-	
Cerastium pumilum	Dunkles Hornkraut	+	•	-		-		-	
Sonstige									
Torilis japonica	Gewöhnlicher Klettenkerbel	2m	•	2m	•	1	•	+	°
Valerianella carinata	Gekielter Feldsalat	2m	•	-		1	•	-	
Vicia tetrasperma	Viersamige Wicke	+	•	1	•	+	•	-	
Valeriana officinalis	Echter Arznei-Baldrian	+	•	1	•	+	•	-	
Geranium dissectum	Schlitzblättriger Storchschnabel	+	•	1	•	-		-	
Draba muralis	Mauer-Hungerblümchen	1	•	-		+	•	-	
Geum urbanum	Echte Nelkenwurz	+	•	+	•	+	•	-	
Conopodium majus	Erdkastanie	+	•	+	•*	r	•	-	
Vicia angustifolia	Schmalblättrige Wicke	+	•	+	•	-		-	
Trifolium campestre	Feld-Klee	-		-		+	•	-	
Campanula trachelium	Nesselblättrige Glockenblume	-		r	•	-		-	

Nr. 2: Glatthaferwiese mittlerer Standorte (*Arrhenatheretum eliotioris*)

Aufnahmezeitpunkt	5/21	8/21	5/22	8/22	
Fläche (in qm)	25	25	25	25	
Gesamtdeckung (lebend und abgestorben) (in %)	98	100	96	98	
Durchschnittliche Vegetationshöhe (in m)	0,5	0,44	0,45	0,36	
Maximale Vegetationshöhe (in m)	1	1,03	1,01	1,7	
Artenzahl	27	36	38	29	
Tal-Glatthaferwiese mittlerer Standorte (<i>Arrhenatheretum elatioris</i>), Tal-Fettwiesen (<i>Arrhenatherion elatioris</i>)					
		VIT	VIT	VIT	VIT
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer	2m •	2a •*	2m •	2a •
<i>Galium album</i>	Weißes Labkraut	2m •	2a •	2m •	2m •
<i>Crepis biennis</i>	Wiesen-Pippau	-	-	+	-
Fettwiesen und Fettweiden (<i>Arrhenatheretalia elatioris</i>)					
<i>Dactylis glomerata</i>	Wiesen-Knäuelgras	2a •	2b •	2a •	2b •
<i>Trisetum flavescens</i>	Gewöhnlicher Goldhafer	2m •	2m •	1 •	1 ∅
<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	-	+	1 •	1 •
<i>Ranunculus acris</i>	Scharfer Hahnenfuß	-	+	1 •	-
<i>Achillea millefolium</i>	Gewöhnliche Wiese-Schafgarbe	-	-	+	+
<i>Lotus corniculatus</i> agg.	Gewöhnlicher Hornklee	-	-	+	+
<i>Malva moschata</i>	Moschus-Malve	-	r •	-	+
<i>Tragopogon pratensis</i>	Wiesen-Bocksbart	r •	-	r •	-
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	Wiesen-Löwenzahn	-	-	r •	-
<i>Heracleum sphondylium</i>	Wiesen-Bärenklau	-	-	-	r ∅
Wirtschaftsgrünland (<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>)					
<i>Poa trivialis</i>	Gewöhnliches Rispengras	2b •	2a •	2a •	2a •
<i>Centaurea jacea</i>	Wiesen-Flockenblume	1 •	2a •	1 •	1 •
<i>Poa pratensis</i>	Wiesen-Rispengras	2m •	2m •	2m •	2m •
<i>Glechoma hederacea</i>	Gundelrebe	1 •	2m •	1 •	1 ∅
<i>Alopecurus pratensis</i>	Wiesen-Fuchschwanz	1 •	-	2m •	-
<i>Plantago lanceolata</i>	Spitz-Wegerich	1 •	1 •	1 •	+
<i>Rumex acetosa</i>	Wiesen-Sauerampfer	1 •	1 •	1 •	-
<i>Veronica chamaedrys</i>	Gamander-Ehrenpreis	1 •	1 •	1 •	+
<i>Festuca pratensis</i>	Wiesen-Schwingel	-	1 •	1 •	1 ∅
<i>Lathyrus pratensis</i>	Wiesen-Platterbse	+	1 •	+	1 ∅
<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	-	1 •	1 •	-
<i>Potentilla reptans</i>	Kriechendes Fingerkraut	-	1 •	+	1 ∅
<i>Cerastium holosteoides</i>	Gewöhnliches Hornkraut	1 •	-	+	-
<i>Stellaria graminea</i>	Gras-Sternmiere	-	1 •	+	-
<i>Rumex crispus</i>	Krauser Ampfer	-	r •	-	r ∅

Fortsetzung Aufnahme 2									
Aufnahmezeitpunkt		5/21		8/21		5/22		8/22	
Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion erecti) und Magerkeitszeiger									
Coronilla varia	Bunte Kronwicke	-	•	1	•	1	•	2m	∅
Agrimonia eupatoria	Gewöhnlicher Odermennig	+	•	1	•	+	•	1	∅
Primula veris	Frühlings-Schlüsselblume	+	•	+	•	1	•	1	•
Hypericum maculatum	Geflecktes Johanniskraut	-		+	•	-		-	
Pimpinella saxifraga agg.	Kleine Pimpinell	+	•	+	•	+	•	-	
Ranunculus bulbosus	Knolliger Hahnenfuß	-		+	•	+	•	-	
Sonstige									
Vicia hirsuta	Rauhaarige Wicke	2m	•	2m	•	2m	•	-	
Geum urbanum	Echte Nelkenwurz	2m	•	1	•	+	•	+	∅
Vicia sepium	Zaun-Wicke	1	•	1	•	2m	•	+	∅
Convolvulus arvensis	Acker-Winde	-		1	•	1	•	2m	∅
Torilis japonica	Gewöhnlicher Klettenkerbel	-		1	•	-		2m	•
Geranium dissectum	Schlitzblättriger Storchschnabel	1	•	1	•	1	•	-	
Urtica dioica	Große Brennnessel	1	•	1	•	1	•	1	•
Astragalus glycyphyllos	Süßer Tragant	1	•	1	•	1	•	1	∅
Vicia angustifolia	Schmalblättrige Wicke	1	•	1	•	-		-	
Cirsium arvense	Acker-Kratzdistel	r	•	r	•	+	•	1	•
Sonchus sp.	Gänsedistel	r	•	-		-		-	

Nr. 3: Glatthaferwiese mittlerer Standorte (Arrhenatheretum eliotioris), Mager, trockene Glatthaferwiese (Arrhenatheretum brometosum)

Aufnahmezeitpunkt		5/21	8/21	5/22	8/22
Fläche (in qm)		25	25	25	25
Gesamtdeckung (lebend und abgestorben) (in %)		99	100	90	98
Durchschnittliche Vegetationshöhe (in m)		0,5	0,54	0,5	0,5
Maximale Vegetationshöhe (in m)		1,05	1,48	1,13	1,39
Artenzahl		34	35	33	32
Tal-Glatthaferwiese mittlerer Standorte (Arrhenatheretum elatioris), Tal-Fettwiesen (Arrhenatherion elatioris)					
			VIT		VIT
Arrhenatherum elatius	Glatthafer	2m	•	2a	•*
Galium album	Weißes Labkraut	2m	•	2m	•
Fettwiesen und Fettweiden (Arrhenatheretalia elatioris)					
Poa trivialis	Gewöhnliches Rispengras	2a	•	2a	•
Dactylis glomerata	Wiesen-Knäuelgras	2m	•	2a	•
Achillea millefolium	Gewöhnliche Wiese-Schafgarbe	1	•	1	•
Phleum pratense	Wiesen-Lieschgras	-		1	•
Daucus carota	Wilde Möhre	+	•	+	•
Knautia arvensis	Wiesen-Knautie	r	•	+	•
Anthriscus cf sylvestris	Wiesen-Kerbel	+	•	-	
Wirtschaftsgrünland (Molinio-Arrhenatheretea)					
Alopecurus pratensis	Wiesen-Fuchschwanz	2a	•	-	
Veronica chamaedrys	Gamander-Ehrenpreis	2m	•	2m	•
Poa pratensis	Wiesen-Rispengras	2m	•	2m	•
Glechoma hederacea	Gundelrebe	2m	•	2m	•
Centaurea jacea	Wiesen-Flockenblume	1	•	1	•
Plantago lanceolata	Spitz-Wegerich	1	•	1	•
Lathyrus pratensis	Wiesen-Platterbse	1	•	1	•
Potentilla reptans	Kriechendes Fingerkraut	+	•	1	•
Rumex acetosa	Wiesen-Sauerampfer	+	•	1	•
Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion erecti) und Magerkeitszeiger					
Trifolium medium	Mittlerer Klee	2a	•	1	•
Coronilla varia	Bunte Kronwicke	-		2a	•
Primula veris	Frühlings-Schlüsselblume	2m	•	1	•
Hypericum perforatum	Echtes Johanniskraut	2m	•	1	•
Pimpinella saxifraga agg.	Kleine Pimpinell	+	•	2m	•
Agrimonia eupatoria	Gewöhnlicher Odermennig	1	•	1	•
Ranunculus bulbosus	Knolliger Hahnenfuß	1	•	+	•
Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf	-		+	•
Viola hirta	Rauhaariges Veilchen	-		+	•

Fortsetzung Aufnahme 3									
Aufnahmezeitpunkt		5/21		8/21		5/22		8/22	
Sonstige									
Prunus spinosa	Schlehe	2b	•	2b	•	2a	•	2b	•
Torilis japonica	Gewöhnlicher Klettenkerbel	2m	•	1	•	+	•	1	•
Vicia angustifolia	Schmalblättrige Wicke	1	•	+	•	+	•	-	
Vicia tetrasperma	Viersamige Wicke	1	•	+	•	-		-	
Chrysanthemum vulgare	Rainfarn	1	•	+	•	1	•	1	•
Convolvulus arvensis	Acker-Winde	-		1	•	1	•	1	∅
Cerastium glomeratum	Knäuel-Hornkraut	1	•	-		-		-	
Valerianella carinata	Gekielter Feldsalat	1	•	-		-		-	
Geranium dissectum	Schlitzblättriger Storchschnabel	1	•	-		-		-	
Astragalus glycyphyllos	Süßer Tragant	-		+	•	-		+	•
Urtica dioica	Große Brennnessel	+	•	-		-		r	•
Cirsium arvense	Acker-Kratzdistel	-		r	•	-		+	∅
Rosa sp.	Rose	-		-		r	•	+	•
Cerastium holosteoides	Gewöhnliches Hornkraut	-		-		+	•	-	
Crataegus sp.	Weißdorn	-		-		-		+	∅
Falcaria vulgaris	Sichelmöhre	r	•	r	•	r	•	-	
Valeriana officinalis	Echter Arznei-Baldrian	r	•	r	•	-		-	
Cornus sanguinea	Roter Hartriegel	-		-		-		r	•
Geum urbanum	Echte Nelkenwurz	-		-		-		r	•

**Nr. 4: Glatthaferwiese mittlerer Standorte (Arrhenatheretum elatioris),
Magere, trockene Glatthaferwiese (Arrhenatheretum brometosum)**

Aufnahmezeitpunkt	5/21	8/21	5/22	8/22
Fläche (in qm)	25	25	25	25
Gesamtdeckung (lebend und abgestorben) (in %)	100	100	98	97
Durchschnittliche Vegetationshöhe (in m)	0,4	0,56	0,36	0,45
Maximale Vegetationshöhe (in m)	0,97	1,2	0,95	1,12
Artenzahl	37	36	41	33

**Tal-Glatthaferwiese mittlerer Standorte (Arrhenatheretum elatioris), Tal-Fettwiesen
(Arrhenatherion elatioris)**

			VIT		VIT		VIT		VIT
Arrhenatheretum elatius	Glatthafer	2m	•	2a	•*	2m	•	2b	•
Galium album	Weißes Labkraut	1	•	1	•	1	•	1	•
Crepis biennis	Wiesen-Pippau	+	•	+	•	1	•	-	

Fettwiesen und Fettweiden (Arrhenatheretalia elatioris)

Leontodon hispidus	Rauer Löwenzahn	2b	•	2b	•	2a	•	2a	•
Cynosurus cristatus	Wiesen-Kammgras	2m	•	2m	•	2m	•	2m	•
Poa trivialis	Gewöhnliches Rispengras	2m	•	2m	•	2m	•	2m	∅
Daucus carota	Wilde Möhre	1	•	2a	•	+	•	1	•
Avena pubescens	Flaum-Hafer	2m	•	-		2m	•	1	∅
Achillea millefolium	Gewöhnliche Wiese-Schafgarbe	2m	•	1	•	1	•	1	∅
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras	-		2m	•	-		1	•
Dactylis glomerata	Wiesen-Knäuelgras	1	•	1	•	1	•	1	•
Trisetum flavescens	Gewöhnlicher Goldhafer	1	•	1	•	1	•	1	∅
Lotus corniculatus agg.	Gewöhnlicher Hornklee	1	•	1	•	1	•	1	∅
Saxifraga granulata	Knöllchen-Steinbrech	1	•	-		1	•	-	
Knautia arvensis	Wiesen-Knautie	-		1	•	+	•	1	∅
Chrysanthemum leucanthemum agg.	Margerite	+	•	-		+	•	+	•
Taraxacum officinale agg.	Wiesen-Löwenzahn	-		+	•	+	•	-	
Ajuga reptans	Kriechender Günsel	-		-		r	•	r	•

Wirtschaftsgrünland (Molinio-Arrhenatheretea)

Festuca rubra agg.	Roter Schwingel	2b	•	2b	•	2a	•	2a	•
Poa pratensis	Wiesen-Rispengras	2m	•	2m	•	2m	•	2m	•
Trifolium pratense	Roter Wiesen-Klee	1	•	2m	•	1	•	1	∅
Holcus lanatus	Wolliges Honiggras	1	•	-		2m	•	1	∅
Centaurea jacea	Wiesen-Flockenblume	1	•	1	•	1	•	1	∅
Rumex acetosa	Wiesen-Sauerampfer	1	•	1	•	1	•	1	∅
Veronica chamaedrys	Gamander-Ehrenpreis	-		1	•	1	•	-	
Ranunculus repens	Kriechender Hahnenfuß	+	•	-		+	•	-	
Lathyrus pratensis	Wiesen-Platterbse	-		+	•	+	•	-	
Plantago lanceolata	Spitz-Wegerich	-		-		r	•	r	•

Fortsetzung Aufnahme 4									
Aufnahmezeitpunkt		5/21		8/21		5/22		8/22	
Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion erecti) und Magerkeitszeiger									
Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf	2m	•	2a	•	2m	•	2a	•
Bromus erectus	Aufrechte Tresse	2m	•	2m	•	2a	•	2m	•
Anthoxanthum odoratum	Gewöhnliches Ruchgras	2m	•	2m	•	2m	•	2m	•
Ranunculus bulbosus	Knolliger Hahnenfuß	2m	•	1	•	1	•	-	
Primula veris	Frühlings-Schlüsselblume	2m	•	1	•	1	•	+	•
Luzula campestris	Feld-Hainsimse	2m	•	-		2m	•	-	
Rhinanthus alectorolophus	Zottiger Klappertopf	2m	•	1	•	2m	•	1	•
Agrimonia eupatoria	Gewöhnlicher Odermennig	1	•	2m	•	1	•	1	•
Hypericum maculatum	Geflecktes Johanniskraut	1	•	1	•	+	•	+	•
Plantago media	Mittlerer Wegerich	1	•	1	•	1	•	1	∅
Trifolium medium	Mittlerer Klee	1	•	+	•	1	•	1	∅
Briza media	Zittergras	-		1	•	-		-	
Viola hirta	Rauhaariges Veilchen	+	•	+	•	+	•	-	
Coronilla varia	Bunte Kronwicke	-		+	•	+			•
Sonstige									
Picris hieracioides	Gewöhnliches Bitterkraut	1	•	r	•	-		1	•
Cerastium glomeratum	Knäuel-Hornkraut	1	•	-		-		-	
Rosa sp.	Rose	-		r	•	+	•	+	•
Geum urbanum	Echte Nelkenwurz	+	•	-		-		-	
Linum catharticum	Purgier-Lein	+	•	-		-		-	

Nr. 5: Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion erecti)

Aufnahmezeitpunkt		5/21	8/21	5/22	8/22				
Fläche (in qm)		25	25	25	25				
Gesamtdeckung (lebend und abgestorben) (in %)		97	100	85	97				
Durchschnittliche Vegetationshöhe (in m)		0,45	0,4	0,31	0,4				
Maximale Vegetationshöhe (in m)		0,92	1,17	0,97	1,38				
Artenzahl		27	26	30	29				
Mesobromion erecti (Trespen-Halbtrockenrasen)									
			VIT		VIT		VIT		VIT
Agrimonia eupatoria	Gewöhnlicher Odermennig	1	•	1	•	1	•	1	•
Coronilla varia	Bunte Kronwicke	1	•	1	•	2m	•	2m	∅
Poa pratensis	Wiesen-Rispengras	1	•	1	•	1	•	1	∅
Dactylis glomerata	Wiesen-Knäuelgras	1	•	1	•	1	•	1	∅
Ranunculus bulbosus	Knolliger Hahnenfuß	1	•	+	•	1	•	-	
Daucus carota	Wilde Möhre	+	•	1	•	+	•	1	•
Knautia arvensis	Wiesen-Knautie	+	•	1	•	+	•	+	•
Medicago lupulina	Hopfenklee	1	•	-		+	•	+	∅
Ononis spinosa	Dornige Hauhechel	-		+	•	r	•	+	∅
Primula veris	Arznei-Schlüsselblume	-		+	•	+	•	-	
Viola hirta	Rauhaariges Veilchen	-		+	•	+	•	-	
Himantoglossum hircinum	Bocksriemenzunge	r	∅	-		r	∅	r	∅
Malva moschata	Moschus-Malve	-		r	•	-		r	∅
Brometalia erecti (submediterrane Trocken- und Halbtrockenrasen)									
Bromus erectus	Aufrechte Trespe	4	•	4	•	3	•	3	∅
Cerastium pumilum	Dunkles Hornkraut	2m	•	-		r	•	-	
Dianthus armeria	Raue Nelke	-		r	•	-		+	•
Petrorhagia prolifera	Sprossende Felsennelke	-		1	•	-		+	∅
Trocken- und Halbtrockenrasen (Festuco-Brometea)									
Salvia pratensis	Wiesen-Salbei	2a	•	1	•	2a	•	2a	∅
Vicia angustifolia	Schmalblättrige Wicke	2m	•	-		+	•	+	∅
Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf	1	•	1	•	1	•	1	∅
Euphorbia cyparissias	Zypressen-Wolfsmilch	+	•	1	•	+	•	+	∅
Veronica arvensis	Feld-Ehrenpreis	1	•	-		1	•	-	
Plantago media	Mittlerer Wegerich	+	•	+	•	1	•	1	∅
Myosotis ramosissima	Hügel-Vergißmeinnicht	+	•	-		-		-	
Centaurea scabiosa	Skabiosen-Flockenblume	-		+	•	+	•	1	•
Magerkeitszeiger									
Trifolium medium	Mittlerer Klee	1	•	1	•	1	•	1	•
Orchis purpurea	Purpur-Knabenkraut	+	•	r		r	•	r	•

Fortsetzung Aufnahme 5									
Aufnahmezeitpunkt		5/21		8/21		5/22		8/22	
Arten des Wirtschaftsgrünland (Molinio-Arrhenatheretea)									
Arrhenaterum elatius	Glatthafer	1	•	1	•*	1	•	2m	•
Veronica chamaedrys	Gamander-Ehrenpreis	1	•	+	•	+	•	-	
Galium album	Weißes Labkraut	+	•	1	•	1	•	1	∅
Centaurea jacea	Wiesen-Flockenblume	+	•	+	•	+	•	+	•
Lotus corniculatus agg.	Gewöhnlicher Hornklee	-		-		+	•	+	•
Achillea millefolium	Gewöhnliche Wiese-Schafgarbe	-		-		+	•	+	∅
Plantago lanceolata	Spitz-Wegerich	-		-		-		+	•
Sonstige									
Geranium dissectum	Schlitzblättriger Storchschnabel	2m	•	1	•	-		-	
Valerianella carinata	Gekielter Feldsalat	2m	•	-		+	•	-	
Carex muricata agg.	Stachel-Segge	-		1	•	-		1	•
Draba muralis	Mauer-Hungerblümchen	+	•	-		-		-	
Melandrium album	Weißer Lichtnelke	-		-		-		r	•

Anhang 2: Weidedokumentation 2022





Abb. 40: Weide im Jahresverlauf 2022.

Anhang 3: Konzepte

Diskutierte potenzielle Standorte für Teiche

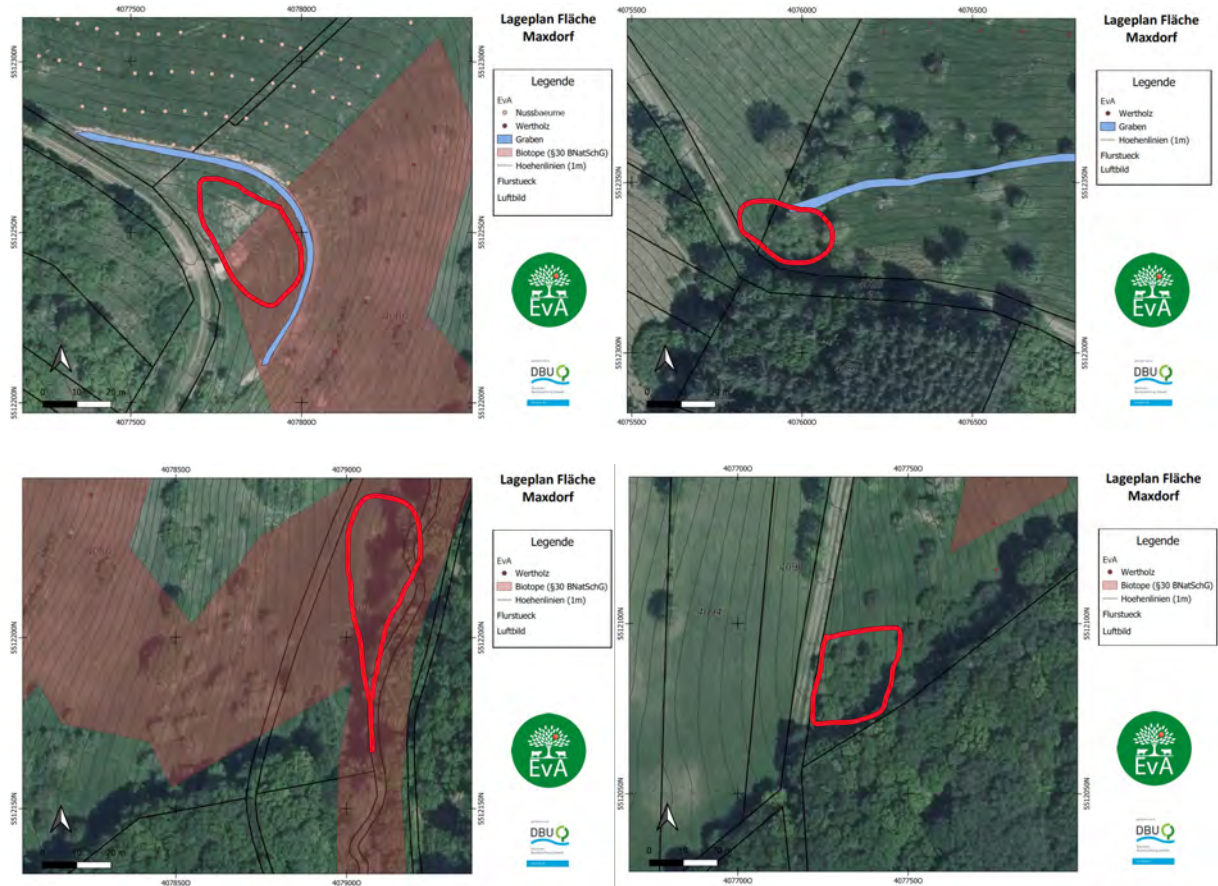


Abbildung 41: diskutierte potenzielle Standorte für Teiche (Quellen: Digitales Orthofoto (40cm): ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de, Liegenschaftskataster: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de).

Konzept 1.1

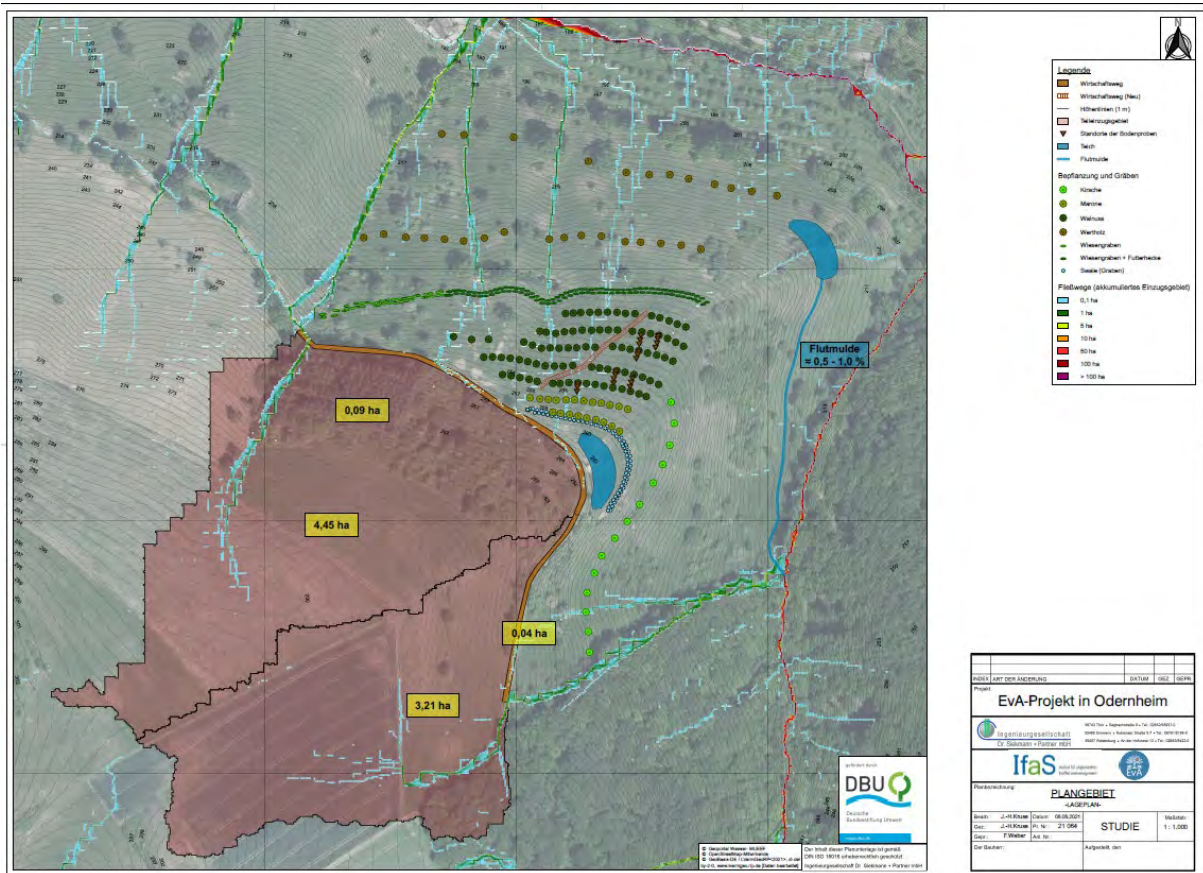


Abbildung 42: Konzept mit Wiesengraben zum Ableiten des Wassers im Westen, einem Retentionsteich unterhalb des Wirtschaftswegs und einem weiteren Retentionsteich weiter unterhalb, der über eine Flutmulde den Münchheddartgraben entlastet.

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

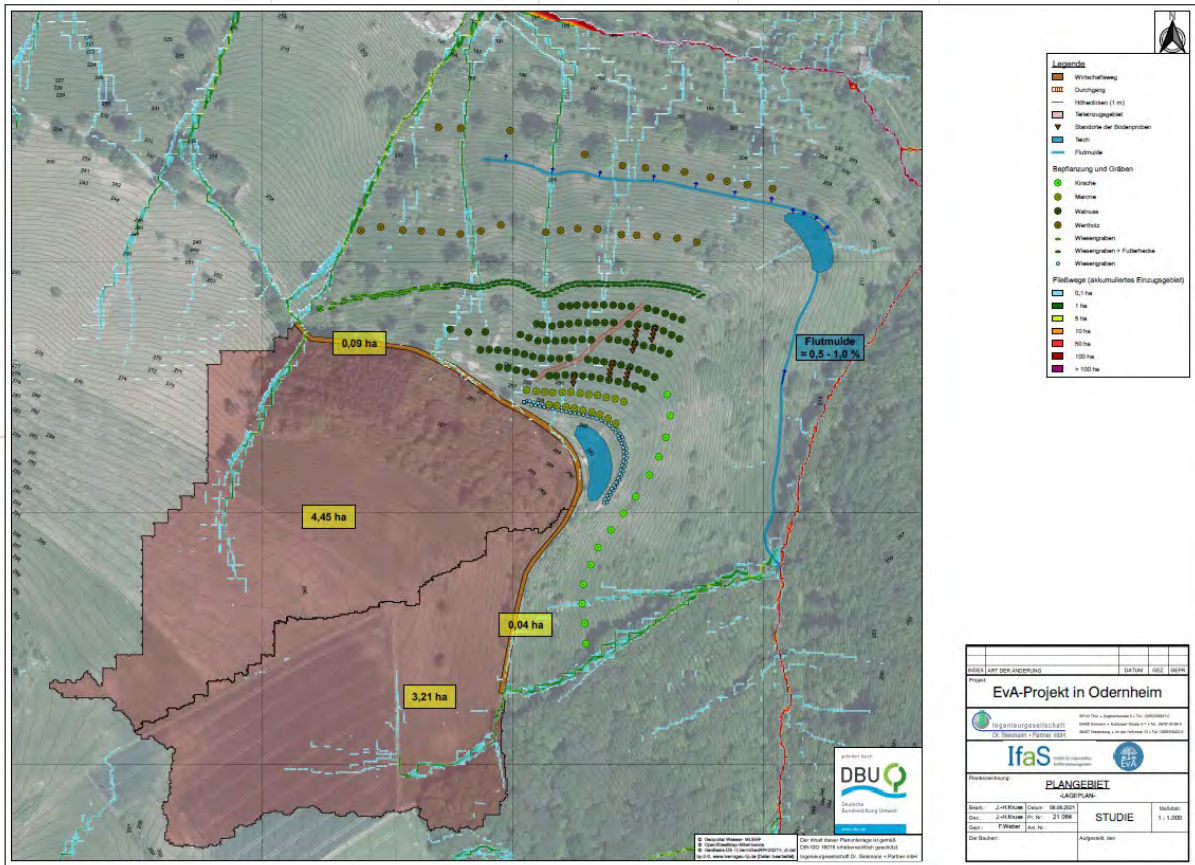


Abbildung 43: Konzept mit einem Retentionsteich unterhalb des Wirtschaftswegs, einem Wiesengraben zum Ableiten des Wassers im Westen und einem weiteren Retentionsteich weiter unterhalb, der zusätzlich über eine Flutmüde den Münchheddardgraben entlastet, sowie eines weiteren Grabens unterhalb des zweiten 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

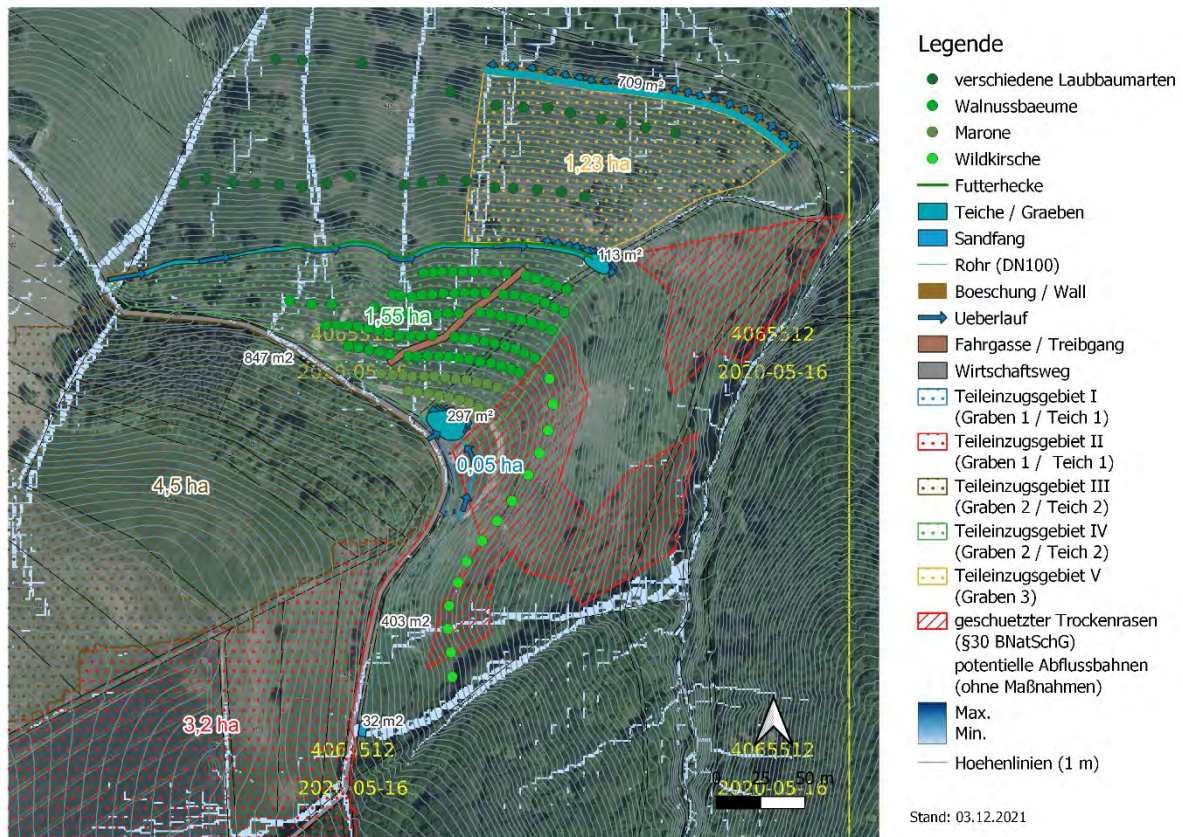


Abbildung 44: Konzept mit einem Sandfang im Süden der vom Wirtschaftsweg abfließendes Wasser über ein Rohr und einen Einlaufgraben den Retentionsteich unterhalb des Wirtschaftswegs speist. Der Teich liegt nun außerhalb der nach §30 BNatSchG geschützten Flächen. Außerdem besteht das Konzept aus einem 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.

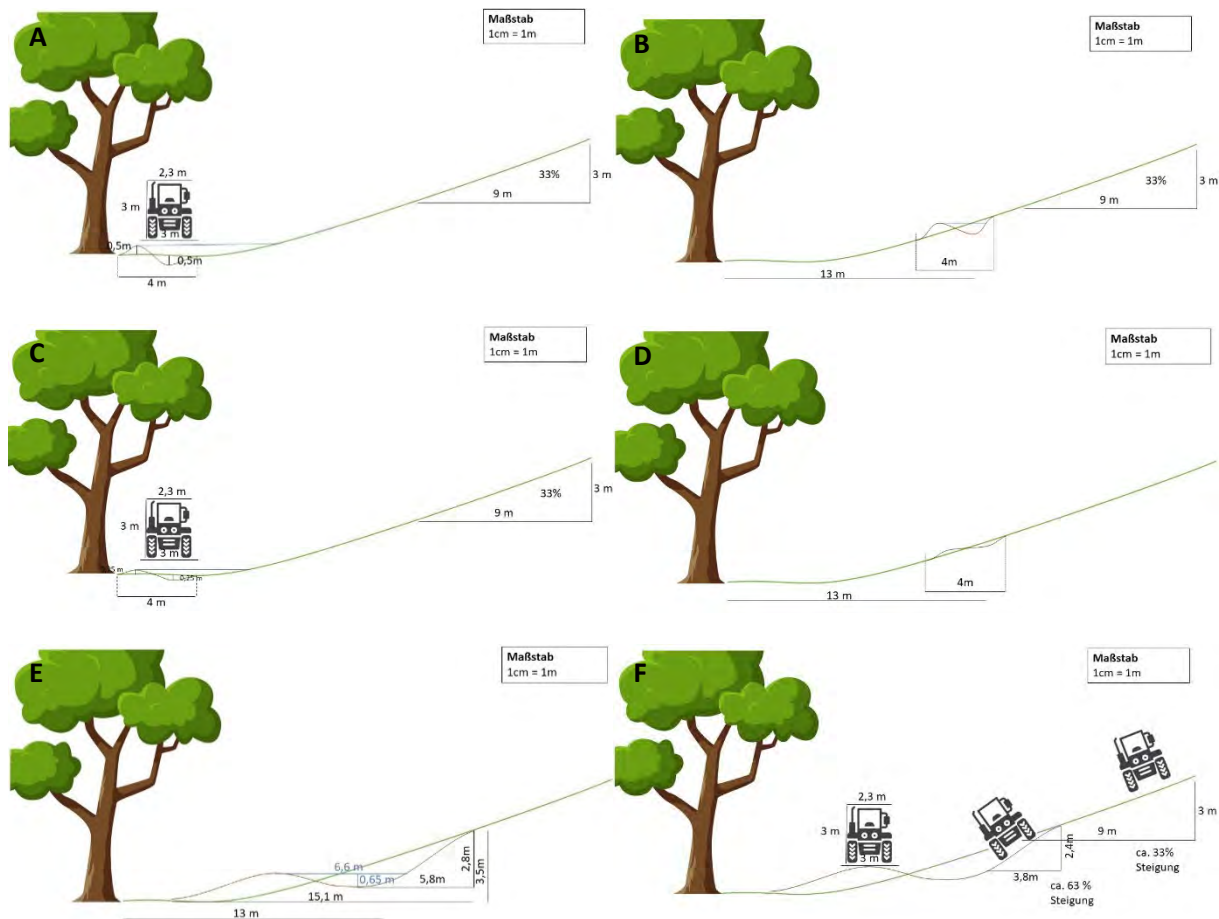


Abbildung 45: A) Querschnitt und Lage des östlichen Endes des Grabens B) Querschnitt und Lage des westlichen Endes des Grabens C) Querschnitt des östlichen Endes des Grabens bei geringerer Grabentiefe D) Querschnitt des westlichen Endes des Grabens bei geringerer Grabentiefe E) Querschnitt des östlichen 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 Böschung Gefälles durch breiteren Graben nicht ausreichend.

Konzept 1.3

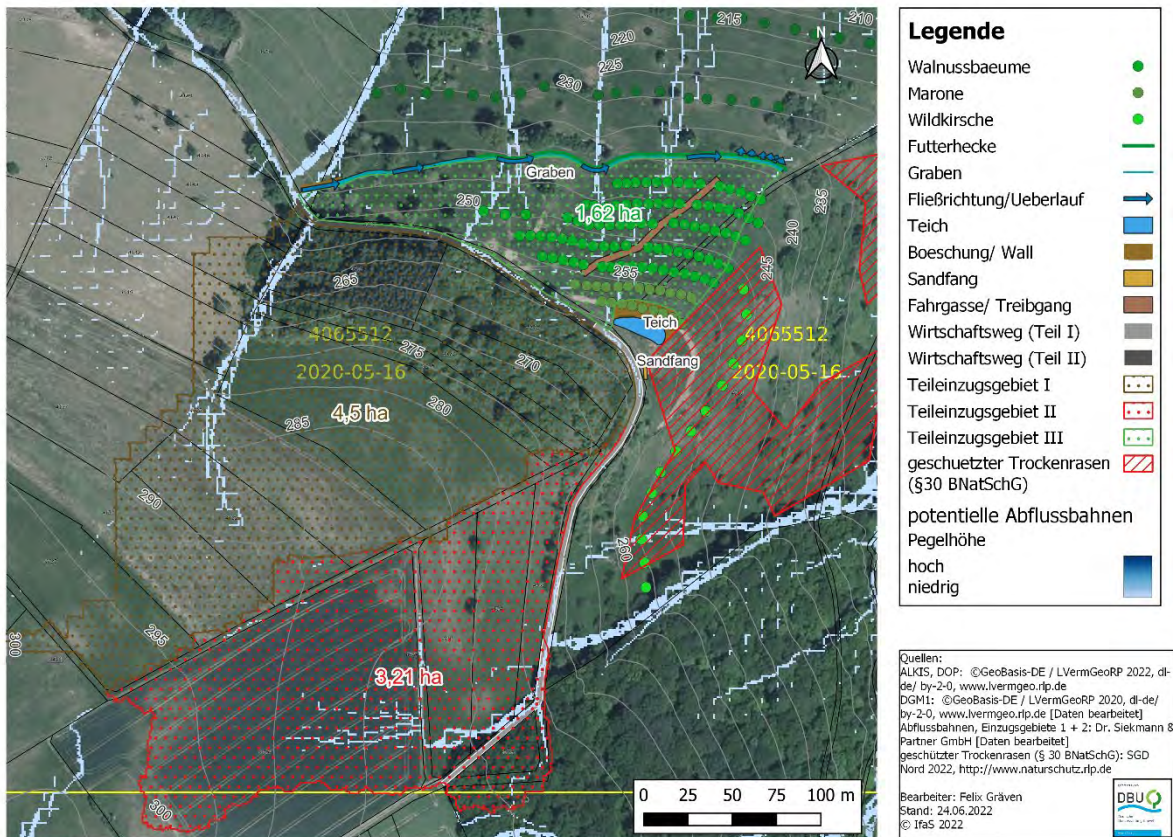


Abbildung 46: Reduziertes Konzept mit einem Teich und einem Graben



Anhang 4: Geologisches Gutachten

Baugrunduntersuchung
(Geotechnischer Bericht)
zur Teichanlage „Hinter dem Schafacker“
im Rahmen des Projekts EvA
in Odernheim am Glan

Auftraggeber: Hochschule Trier
Umwelt-Campus Birkenfeld
Postfach 13 80
55761 Birkenfeld

Datum: 26.01.2023

Projekt.: 22183-1

pdf. Ausfertigung

Der vorliegende Bericht umfasst 13 Seiten und 6 Anlagen. Er ist nur für den Auftraggeber bestimmt und nur in seiner Gänze gültig. Er darf nicht auszugsweise vervielfältigt und nur für den angegebenen Zweck verwendet werden. Eine Haftung gegenüber Dritten wird ausdrücklich ausgeschlossen.

INHALT

1	Darstellung der Untersuchungsergebnisse	3
1.1	Allgemeines.....	3
1.2	Regionale Geologie und Hydrogeologie.....	4
1.3	Örtlicher Bodenaufbau.....	4
1.4	Bodenmechanische Laboruntersuchungen.....	5
1.5	Organoleptische Wahrnehmungen	6
2	Grund- und Schichtwasser	6
3	Bodenklassen und -kennwerte	6
4	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	7
5	Standsicherheit Böschungen Teichanlage	8
5.1	Geometrie des Beckens	8
5.2	Baugrundmodell	9
5.3	Geländebruchsicherheit.....	9
6	Empfehlungen zur Baudurchführung	10
6.1	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300	10
6.2	Weitere Empfehlungen	11
7	Schlussbemerkungen	13

ANLAGEN

1. Übersichtskarte, M. 1 : 25.000
2. Lageplan, M. 1 : 250 mit Luftbild, M 1 : 5.000
3. Bodenprofile BS 1 – 4, M. 1 : 25
4. Bodenmechanische Laborversuche
5. Versickerungsversuche VS 1 und VS 2
6. Berechnungen zur Geländebruchsicherheit

1 Darstellung der Untersuchungsergebnisse

1.1 Allgemeines

Im Rahmen des Projektes EvA – Entwicklung von Agrofortsystemen plant das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement des Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier eine Teichanlage südöstlich der Ortsgemeinde Odernheim am Glan anzulegen (vgl. Anlage 1). Die Teichanlage liegt zum Teil auf den Flurstücken 4080 und 4160/2 der Flur 0 in der Gemarkung Odernheim und soll als Regenrückhaltebecken (RRB) sowie als Wasserreservoir für die Landwirtschaft dienen.

Zur Klärung der Baugrundverhältnisse wurde die GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH auf Grundlage unseres Angebots vom 06.12.2022 von der Hochschule Trier Umwelt-Campus Birkenfeld am 15.12.2022 beauftragt, geotechnische Untersuchungen durchzuführen. Für die Bearbeitung wurden uns vom Auftraggeber zwei Lagepläne der Bodenschätzung und des Gefälles, ein Luftbild mit eingetragenen Teichstandort sowie 4 Konzeptschnitte zur Verfügung gestellt. Zusätzlich erhielten wir ein digitales Geländemodell in 1 m Rasterauflösung (DGM1) der Projektfläche.

Nach vorangegangenem Ortstermin erfolgte die Baugrunderkundung am 09.01.2023 durch 4 Kleinbohrungen (BS 1 – 4) nach DIN EN ISO 22475-1 bis maximal 3 m Tiefe (vgl. Anlage 2). Während der Aufschlussarbeiten fand eine bodenmechanische Ansprache der anstehenden Böden statt. Deren Ergebnisse wurden entsprechend der Anleitung der DIN 4022 zur Benennung und Beschreibung von Böden aufgezeichnet. In Anlage 3 sind die Bodenprofile nach den Vorgaben der DIN 4023 dargestellt. Die Fotos 1 – 2 geben einen ersten Überblick.

Insgesamt konnten 15 Bodenproben entnommen werden. An ausgewählten Proben wurden in unserem bodenmechanischen Labor die Wassergehalte und die Kornverteilung bestimmt (vgl. Anlage 4). Die übrigen Proben werden über maximal 6 Monate bei der GUG eingelagert und stehen für evtl. weitere bodenmechanische oder umweltchemische Untersuchungen zur Verfügung.

Zusätzlich wurden zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes die BS 1 und BS 2 zu einer In-Situ-Versickerungsstelle (VS 1 und VS 2) ausgebaut. Die Auswerteprotokolle sind der Anlage 5 zu entnehmen.



Fotos 1 - 2 09.01.2023: BS 2 Blickrichtung Norden (links) und Osten (rechts).

Für die Böschungen der Teichanlage erfolgte für den Bereich des Profils A-A eine Standsicherheitsberechnung für die Situationen Ist-Zustand (BS-P), max. Einstau (BS-T) und ablaufende Welle (BS-A). In Anlage 6 sind die Berechnungen beigefügt.

Alle Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden auf ihre Lage und ihre relative Höhe zueinander eingemessen. Die absoluten Höhen wurden aus dem uns zur Verfügung gestellten DGM1 entnommen.

1.2 Regionale Geologie und Hydrogeologie

Das Baugelände liegt gemäß den Angaben der Topografischen Karte Blatt 6212 Meisenheim im Maßstab 1 : 25.000 auf einer mittleren Meeresspiegelhöhe von ca. 250 – 270 mNN.

Das Areal befindet sich im Saar-Nahe-Bergland. Nach der Geologischen Karte des Saar-Nahe-Berglandes und seiner Randgebiete im Maßstab 1 : 100.000 stehen im Untersuchungsgebiet Sand-, Silt- und Tonsteine der Lebach-Gruppe des Rotliegend aus dem Perm an. Diese Gesteine sind oftmals oberflächennah verwittert und weisen eine unterschiedlich mächtige Deckschicht aus Hanglehm und Hangschutt auf.

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind direkt von den geologischen abzuleiten. Oberflächennah ist abhängig von der Bodenzusammensetzung mit zumindest zeitweisem Vorkommen von Stau- und Schichtwasser innerhalb der Lockerbodendecke und an deren Basis zu rechnen (oberer Grundwasserleiter). Darunter kommt Grundwasser in den tiefer liegenden Festgesteinen überwiegend in Klüften vor (tieferer Grundwasserleiter).

1.3 Örtlicher Bodenaufbau

Auf dem zurzeit als Weidefläche genutzten Baugelände steht zunächst ein rd. 0,4 m starker, brauner **Oberboden (Schicht 1)** an.

Darauf folgt einheitlich ein überwiegend hellgrauer und grauer **Hangschutt**. Oberflächennah kann die **Schicht 2** als toniger, stark schluffiger, teils sandiger Kies bzw. stark kiesiger, toniger Schluff beschrieben werden. Mit der Tiefe nimmt der Feinkornanteil ab und es stehen tonige, schluffige und sandige Kiese an. Die Kiesfraktion setzt sich aus Ton- und Sandsteinen zusammen. Die Bohrungen BS 1 und BS 3 mussten im Hangschutt in Tiefen von 1,5 – 2 m aufgrund fehlenden Bohrfortschritts abgebrochen werden. Am höchst gelegenen Bohrpunkt BS 4 steht der Hangschutt bis mindestens zur planmäßigen Tiefe von 3 m an.

Rotbrauner **Felszersatz (Schicht 3)** aus Sandstein konnte in der BS 2 ab 2,05 m Tiefe erbohrt werden. Die Bohrung musste im Felszersatz in 2,1 m Tiefe aufgrund fehlenden Bohrfortschritts abgebrochen werden.

Aus regionalgeologischen Kenntnissen und Erfahrungen geht der Felszersatz aus Sandstein mit zunehmender Tiefe in mineralisch verfestigten Fels über.

1.4 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den Einzelproben wurden zwei Mischproben erstellt und im bodenmechanischen Labor untersucht. Die Mischproben setzten sich wie folgt zusammen:

- MP 1 – oberer Hangschutt
aus: BS 1-2, 2-2, 3-2 und 4-2 Tiefe: 0,4 – 1,4 m
- MP 2 – untere Hangschutt
aus: BS 1-3, 2-3 – 2-4, 3-3 und 4-3 – 4-4 Tiefe: 0,6 – 3,0 m

An den Mischproben wurde der natürliche Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 bestimmt (vgl. Anlage 4.1). Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab. 1 Zusammenfassung der Wassergehaltsbestimmungen.

Schicht	Probe	Tiefe [m]	Wassergehalt [%]
2: Hangschutt	MP 1	0,4 – 1,4	15,5
	MP 2	0,6 – 3,0	10,4

Die gemessenen natürlichen Wassergehalte liegen bei rund 10,4 % und 15,5 % und damit innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs des Bodens.

Des Weiteren wurden zur näheren Bestimmung der Kornzusammensetzung und zur Klassifizierung der Böden an der MP 1 eine kombinierte Sieb- / Schlämmanalyse und an der MP 2 eine Siebanalyse nach Nassabtrennung des Feinkorn nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt (vgl. Anlagen 4.2 – 4.3 und Tabelle 2).

Tab. 2 Zusammenstellung der Ergebnisse zur Kornverteilung.

Schicht	Probe	Tiefe [m]	T + U / S / G [%]	Bodengruppe DIN 18196
2: Hangschutt	MP 1	0,4 – 1,4	19 / 15 / 66	GT*
	MP 2	0,6 – 3,0	8 / 11 / 81	GU

Oberflächennah (MP 1) ist der Hangschutt als schwach toniger, schwach schluffiger, sandiger Kies der Bodengruppe GT* nach DIN 18196 zuzuordnen. Die MP 2, die den tieferen Hangschuttbereich umfasst, ist als schwach schluffiger, schwach sandiger Kies einzustufen, entsprechend der Bodengruppe GU nach DIN 18196. Die Ergebnisse korrelieren mit der Feldansprache.

1.5 Organoleptische Wahrnehmungen

Aus der örtlichen Bodenansprache können erste Hinweise über mögliche Schadstoffe anhand organoleptischer Auffälligkeiten wie Aussehen, Geruch oder Konsistenzänderungen abgeleitet werden. In den durchgeführten Bohrungen waren keine Auffälligkeiten wahrzunehmen.

2 Grund- und Schichtwasser

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten wurde in den max. 3 m tiefen Aufschlüssen weder Schicht- noch Grundwasser festgestellt. Die in den Bohrungen aufgeschlossenen Böden waren zum größten Teil erdfeucht, gelegentlich mit zunehmender Tiefe auch erdfeucht bis trocken. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich nur um eine kurzfristige Beobachtung handelt und dass die Untersuchungen bei wechselhafter Witterung im Januar stattfanden.

Der Grundwasserspiegel ist meteorologischen und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Eine definitive Aussage zur Lage der Grundwasseroberfläche erfordert die Einrichtung mehrerer Grundwassermessstellen und deren langjährige Beobachtung.

Gemäß der im Internet veröffentlichten Karten des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz (MKUEM) befindet sich das Baugelände in keinem Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiet.

3 Bodenklassen und -kennwerte

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse können den örtlichen Bodenarten die folgenden bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassen zugeordnet werden.

Für alle Schichten gilt, dass die Zuordnung der angetroffenen Böden zu den aufgeführten Bodengruppen und -klassen nach überschlägigen Bestimmungen zur Zusammensetzung und Eigenschaft der Böden so vorgenommen wurde, wie sie die DIN 4022 Teil 1 im Gelände vorsieht. Bei den angegebenen Kennwerten handelt es sich um charakteristische Werte gemäß der DIN 1054: 2021-04. Sie entsprechen den Empfehlungen der DIN 1055-2: 2010-11 sowie eigenen Erfahrungen. Sie können ggf. durch weitere Laborversuche verifiziert werden. Der Oberboden bleibt bei der Auflistung unberücksichtigt. In den Bohrungen wurde bis zur Endteufe von maximal 3 m kein freies Bodenwasser angetroffen.

Zusätzlich zur aktuellen DIN 18300 werden noch die alten Bodenklassen dargestellt. Die Einteilung in Homogenbereiche ist in Kapitel 6.1 enthalten.

Hangschutt (Schicht 2)

Der Hangschutt folgt flächig unterhalb des Oberbodens und konnte in den Bohrungen bis in 3 m Tiefe erkundet werden. Die Lagerungsdichte wird anhand des Bohrfortschritts mit zunächst locker und zunehmender Tiefe mitteldicht abgeschätzt.

Bodengruppe nach DIN 18196		GU, GU*, GT, GT*
Bodenklasse nach DIN 18300-alt		3 – 5
Frostempfindlichkeit nach ZTV E		F2, F3
Wichte erdfeucht	γ	20 – 21 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel	φ'	22,5 – 30°
Kohäsion	c'	0 – 5 kN/m ²
Steifemodul (abgeschätzt)	E_s	20 – 60 MN/m ²

Felsersatz (Schicht 3)

Der Felsersatz aus Sandstein wurde nur mit der BS 2 ab einer Tiefe von 2,05 m erkundet. Die Lagerungsdichte wird als dicht abgeschätzt. Der Felsersatz geht stetig in den unverwitterten Fels des Grundgebirges über.

Bodengruppe nach DIN 18196 (nur Gesteinsersatz)		SE
Bodenklasse nach DIN 18300-alt		4 – 6, (7)
Frostempfindlichkeit nach ZTV E		F1, F2
Wichte erdfeucht	γ	20 – 21 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel	φ'	30 – 35°
Kohäsion	c'	0 kN/m ²
Steifemodul (abgeschätzt)	E_s	50 – 100 MN/m ² mit der Tiefe zunehmend

4 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Zur Prüfung der Versickerungsfähigkeit der Böden wurden In-Situ-Versuche nach DWA-A 138, Anhang B in unterschiedlichen Tiefen durchgeführt. Es erfolgten Open-End-Tests nach EARTH MANUAL (vgl. Heft 15 der BDG-Schriftenreihe, 1998). Die Auswerteprotokolle sind der Anlage 5 und eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Tabelle 3 zu entnehmen.

Die Teichanlage soll das anfallende Regenwasser zurückhalten und nach Möglichkeit einstauen, um dieses in einer Trockenperiode zur Bewässerung nutzen zu können. Die Durchlässigkeit ist abhängig von der Korngröße, Kornverteilung und Lagerungsdichte der Böden und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) ausgedrückt. Gemäß ATV-DWA-Arbeitsblatt A 138 (2005) liegt der relevante Versickerungsbereich von Böden etwa bei 10^{-3} m/s bis 10^{-6} m/s. Entsprechend ist bei einem gewünschten und dauerhaften Wassereinstau ein k_f -Wert von $\leq 10^{-7}$ m/s zu erzielen.

In den zu temporären Versickerungsmessstellen (VS) ausgebauten Bohrungen wurden Versickerungsversuche in Form von Open-End-Tests (Standrohr) in 2 m (VS 1) bzw. 1 m Tiefe (VS 2) im Hangschutt (Schicht 2) durchgeführt (vgl. Anlage 5).

Während der Versuchsdurchführung zeigte sich, dass die Versickerungsleistung so hoch war, dass keine konstante Druckhöhe erreicht wurde. Es versickerten 40 l (VS 1) bzw. 30 l (VS 2) innerhalb von ca. 45 Sekunden. Daher sind die errechneten k_f -Wert von $1 - 1,5 \times 10^{-2}$ m/s (vgl. Anlage 5) nur als Richtwerte zu interpretieren.

Ergänzend wurde der k_f -Wert aus den Siebanalysen nach BEYER bestimmt, der sich für die flachere MP 1 mit etwa 10^{-8} m/s und der tieferen MP 2 mit ca. 5×10^{-4} m/s ergibt. Weiter erfolgte die Ableitung der Wasserdurchlässigkeit über die Bodenart anhand von Literaturangaben. Demnach kann dem gemischtkörnigen Hangschutt (GU, GU*, GT, GT*) nach TÜRKE (1990) ein k_f -Wert im Bereich von 10^{-6} m/s bis 10^{-8} m/s zugeordnet werden. Im Felsersatz gehen wir zunächst oberflächennah von den gleichen Wasserdurchlässigkeiten wie im Hangschutt aus. Im kompakten Fels darunter nehmen die Durchlässigkeiten erfahrungsgemäß stark ab.

Entsprechend ist der Boden je nach Feinkornanteil gemäß DIN 18130 als stark bis gering durchlässig zu bewerten und befindet sich innerhalb des vom Arbeitsblatt A 138 (2005) empfohlenen versickerungsrelevanten Bereichs und ist damit zur Abdichtung der Teichanlage ungeeignet.

Für die weitere Betrachtung empfehlen wir unter Berücksichtigung der v.g. Wertespannen die Wasserdurchlässigkeiten des Hangschutts und des Felsersatz wie folgt anzunehmen:

- oberer Hangschutt bis rd. 1,4 m $k_f = 1 \times 10^{-6} - 10^{-8}$ m/s
- tieferer Hangschutt bis ca. 3 m $k_f = 1 \times 10^{-4} - 10^{-6}$ m/s
- Felsersatz (oberflächennah) $k_f = 1 \times 10^{-4} - 10^{-6}$ m/s

5 Standsicherheit Böschungen Teichanlage

Gemäß DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01 befindet sich das Baugelände in der Erdbebenzone 0 und Untergrundklasse R.

5.1 Geometrie des Beckens

Die finale Abmessung der Teichanlage lag zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor. Nach Rücksprache und den uns übermittelten Systemschnitten und Lageplänen soll die Teichanlage einen tropfenförmigen Grundriss aufweisen und mit ihrer Längsachse etwa höhenlinienparallel ausgerichtet werden. Die maximale Breite der Beckensohle beträgt ca. 3 m. Die max. Tiefe, mit welcher das Becken hangseitig (Südwesten) einschneidet, wurde nach bereits erfolgten Feldarbeiten von rd. 2 m auf ca. 3 m erhöht. In dieser Tiefe ist mit Hangschutt (BS 4) und auch mit Felsersatz aus Sandstein (BS 2) zu rechnen. Die max. Einstauhöhe soll etwa 0,5 m unter Dammkrone (Freibord) und somit auf etwa 261,0 mNN liegen. Ein Notablauf soll mittels einer hangseitig, in einen Graben, entwässernden Überlaufschwelle realisiert werden.

Die wasserseitigen Böschungen sind mit 1 : 1,5 geplant. Zur Erhöhung des Stauvolumens ist talseitig ein Damm zu schütten, der luftseitig ebenfalls eine Neigung von 1 : 1,5 erhalten soll. Der Damm ist in den Schnitten mit einer maximalen Breite an der

Krone von 2 m dargestellt. Ein Betriebsweg auf der Krone ist nicht vorgesehen. Hergestellt werden soll der Damm aus dem anfallenden Bodenaushub des Beckens aus dem Hangschutt und Felszersatz.

5.2 Baugrundmodell

Der dem Nachweis zugrundeliegende Schichtenaufbau beruht auf den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunduntersuchung. Da keine Planung vorliegt, wurde zwischen den Kleinbohrungen BS 2 – 4 der Systemschnitt A-A' konstruiert (vgl. Anlage 2) und ein Baugrundmodell entwickelt. Der Systemschnitt bildet die Grundlage der Standsicherheitsberechnungen (vgl. Anlage 6).

Wir gehen davon aus, dass der anstehende Oberboden im Beckenbereich abgeschoben wird. Nach Rücksprache ist zur Abdichtung der Einbau einer ca. 20 cm dicken Abdichtungsschicht aus feinkörnigem Boden vorgesehen. Dann liegt die Beckensohle auf rd. 258,7 mNN.

Grundwasser: Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten war kein freies Bodenwasser anzutreffen. Auch die Ergebnisse der Versickerungsversuche lassen erwarten, dass sich in den Tiefen bis rd. 3 m kein wesentlicher Wasserkörper ausbilden kann. Obwohl im gesamten Baugelände kein Wasser angetroffen wurde, ist ein auf der sicheren Seite liegender Wasserspiegel auf der Sohle des Beckens angesetzt worden.

Bodenkennwerte: Die Berechnung erfolgte mit einer näherungsweisen Mittelwertbildung der unter Kapitel 3 angegebenen Bodenkennwerte. Für die Abdichtungsschicht wurden Literatur- und Erfahrungswerte für lehmige Böden der Bodengruppen UM, TM nach DIN 18196 herangezogen und wie folgt festgelegt:

Bodengruppe nach DIN 18196		UM, TM
Wichte erdfeucht	γ	19 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel	φ'	20°
Kohäsion	c'	10 kN/m ²

5.3 Geländebruchsicherheit

Sowohl für die wasser- als auch für die luftseitigen Böschungen des Beckens erfolgten rechnerische Nachweise zur Geländebruchsicherheit nach DIN 4084 über das Gleitkreisverfahren nach BISHOP mit dem EDV-Programm GGU Stability in der Version 13.33 nach dem Teilsicherheitskonzept der DIN EN 1997-1 (vgl. Anlage 6).

Für die Böschungen haben wir folgende Lastfälle als maßgeblich identifiziert und in Tabelle 3 zusammengefasst:

- Lastfall 1 BS-P Volleinstau bis 261,0 mNN
- Lastfall 2 BS-T Bauzustand mit Wasser auf Sohle = 258,7 mNN

Im Versagensfall der Abdichtungsschicht (Undichtigkeit) und dem weiterhin notwendigen, aber unwahrscheinlichen Fall eines daraus resultierenden und ausreichenden

Wassereinstaus und einer Aufweichung der Böschungsböden, kann es zu einem Geländebruch kommen.

Tab. 3 Zusammenfassung der Geländebruchsicherheit GEO 3 für Gleitkreise nach BISHOP.

Bemessungssituation	Böschungen	Ausnutzungsgrad μ	Anlage
BS-P (Volleinstau)	Einschnitt Becken Süden	0,84	6.1
	Damm wasserseitig	0,72	6.2
	Damm luftseitig	0,83	6.3
BS-T (kein Wasser)	Einschnitt Becken Süden	0,83	6.4
	Damm wasserseitig	0,77	6.5
	Damm luftseitig	0,76	6.6

Die Sicherheit ergibt sich als Ausnutzungsgrad μ , der als Bruchteil des Kräftegleichgewichts angegeben wird. Wie aus Tabelle 3 zu entnehmen ist, werden die Sicherheit $\mu \leq 1$ für die betrachteten Bemessungssituationen aller Böschungen eingehalten.

6 Empfehlungen zur Baudurchführung

Im Hinblick auf die Ausführung und den Ablauf der Bauarbeiten sind folgende Empfehlungen bzw. Anmerkungen zu machen. Entsprechend den vorliegenden Plänen und den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung ist das Bauvorhaben gemäß DIN EN 1997-1 Eurocode 7 der Geotechnischen Kategorie GK 1 zuzuordnen.

6.1 Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse können die örtlichen Böden in die folgenden Homogenbereiche nach DIN 18300 eingeteilt werden. Bei der Festsetzung wurde ein Mobil- bzw. Hydraulikbagger 8 – 40 t als einsetzbares Standarderdbaugerät angenommen.

Die Angaben umfassen den für die GK 1 erforderlichen Umfang und basieren auf den in Kapitel 3 angegebenen Bodenschichten sowie den zugehörigen Bodenkennwerten und deren Bandbreite. Sofern eine exakte Bestimmung erforderlich ist, sind weitere bodenmechanische Laborversuche durchzuführen. Hinsichtlich der Angabe zu den Steinen und Blöcken nach DIN EN ISO 14688-1 ist anzumerken, dass hierzu sehr große Proben erforderlich wären. Es ist nicht möglich repräsentative Proben aus Bohrungen zu gewinnen, um diese Klassifizierung anzuwenden. Ersatzweise erfolgte eine qualitativ statistische Bewertung. Die Lagerungsdichte wurde anhand des Bohrwiderstandes abgeschätzt. Auch hier wurde nur eine verbale Bewertung vorgenommen. Die Angaben zur Lagerungsdichte gelten für die gemischt- und grobkörnigen Böden. Wasser wurde in den Bohrungen nicht angetroffen.

Die Unterteilung der Homogenbereiche kann in Abstimmung mit der Planung noch

variiert werden.

Homogenbereich 0: Oberboden

Der Homogenbereich HB 0 steht flächig in einer Mächtigkeit von 0,4 m auf dem Baugelände an und beschreibt den Oberboden (Schicht 1).

Bodengruppe nach DIN 18196	OH, OU
Bodengruppe nach DIN 18915	4, 5
Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Anteil an Steinen möglich, an Blöcken unwahrscheinlich

Homogenbereich I: Hangschutt

Der Hangschutt (Schicht 2) wird mit dem HB I beschrieben und folgt unterhalb des HB 0. Er steht ebenfalls flächig auf dem Gelände an.

Bodengruppe nach DIN 18196	GU, GU*, GT, GT*
Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Anteil an Steinen möglich, an Blöcken unwahrscheinlich
Lagerungsdichte	locker bis mitteldicht D 0,15 – 0,5
Umweltrelevante Einstufung	nicht untersucht, geogen natürlicher Boden

Homogenbereich II: Felszersatz

HB II beschreibt den Felszersatz (Schicht 3) aus Sandstein. Er unterlagert den HB I und konnte nur mit der BS 2 in rd. 2 m Tiefe erkundet werden.

Bodengruppe nach DIN 18196	SE
Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Anteil an Steinen und Blöcken möglich
Lagerungsdichte	dicht D 0,5 – 0,8
Umweltrelevante Einstufung	nicht untersucht, geogen natürlicher Boden

6.2 Weitere Empfehlungen

Im Hinblick auf die Ausführung und den Ablauf der Bauarbeiten sind folgende Empfehlungen bzw. Anmerkungen zu machen.

Wasserhaltung

Trotz der hohen Durchlässigkeit der vorkommenden Böden, ist bei anhaltender niederschlagsreicher Witterung der Einstau von Oberflächen- und Schichtwasser in der Baugrube während des Bauzustands nicht gänzlich auszuschließen. Daher sollte die Möglichkeit bestehen eine offene Wasserhaltung mit Dränung auf Bedarf einrichten zu können, um das anfallende Wasser abzuleiten.

Die Lockerböden sind als mittel bis sehr frostempfindlich (F2, F3) einzustufen. Es wird empfohlen die Erdarbeiten der Witterung anzupassen und bei ungünstiger d.h. feuchter Witterung ggf. auch auszusetzen.

Errichtung Damm

Der im Baubereich vorhandene, überwiegend gemischtkörnige Boden der Schicht 2 ist aufgrund des festgestellten Feinkornanteils ($< 0,063$ mm) von rd. 8 – 19 % (vgl. Anlagen 4.2 – 4.3) nur bei optimalem, d.h. niedrigem Wassergehalt zum verdichteten Wiedereinbau geeignet. Es wird empfohlen, seine Eignung vorab durch weitere bodenmechanische Laborversuche (Proctorversuche) zu erfassen.

Ist eine Bereitstellung des Bodens vor Ort vorgesehen, so sind die Aushubböden fachgerecht auf Mieten aufzusetzen. Deren Oberflächen sind eben anzulegen und mit der Baggerschaufel anzudrücken, so dass ein Aufweichen durch Oberflächenwasserteinstau möglichst vermieden wird. Evtl. vorkommende organische Böden sind vom Wiedereinbau auszuschließen.

Das **Erdplanum** des Dammauflagers ist bei günstigen, d.h. trockenen Bodenverhältnissen nachzuverdichten. Es wird empfohlen Verdichtungsgeräte mit statischer Bodenbelastung und knetender Wirkung (z.B. Stampf- / Schafffußbandage) einzusetzen. Bei einer aufgeweichten Abtragsole ist zunächst eine Sohlstabilisierung durch das Einwalzen einer Basisschüttung aus Grobschotter z.B. der Körnung 50/150 vorzusehen. Es ist darauf zu achten, dass die Steine hohlraumfrei in den Untergrund einbinden bzw. von der überlagernden Dammschüttung umhüllt werden. Die Aufstandsfläche für den Dammkörper sollte getreptt angelegt werden.

Für den Dammbau kann grundsätzlich der anstehende Hangschutt eingesetzt werden. Der verdichtete **Einbau** hat lagenweise und auf mind. 98 % Proctordichte zu erfolgen. Sofern Felsersatz aus Ton- und Sandstein anfällt, ist dieser vorzugsweise im Dammkern zu verbauen. Die Dicke der Einbaulagen hat sich nach dem verwendeten Verdichtungsgerät zu richten. Auch hier ist eine statische Verdichtung mit knetender Wirkung je nach Bodenzusammensetzung zu empfehlen.

Der Bodenauftrag sollte am besten in unterschiedlichen Lagen im Zuge des Einbaus auf seine ausreichende Lagerungsdichte z.B. durch Plattendruckversuche geprüft werden. Nach Abschluss des Dammbaus sind Rammsondierungen zur Kontrolle der erreichten Lagerungsdichte durchzuführen.

Aufgrund des tieferen Einschnitts von rd. 3 m in den Baugrund stehen in der künftigen Beckensohle Hangschutt (Schicht 2) bzw. überwiegend Felsersatz (Schicht 3) an. Diese weisen relativ hohe Wasserdurchlässigkeiten aus, sodass eine **Abdichtung der Beckensohle** notwendig wird. Dazu soll eine Schicht eines feinkörnigen Bodens auf-

gebaut werden. Wir empfehlen für einen dauerhaften Einstau eine Wasserdurchlässigkeit im verdichteten Einbau von $\leq 1 \times 10^{-7}$ m/s. Hierfür kann i.d.R. ein z.B. aus örtlichen Bauvorhaben stammender und verdichtet eingebauter, steinfreier Lehm Boden verwendet werden. Seine Eignung ist bodenmechanisch nachzuweisen.

Auf das mögliche Vorkommen von Steinen und ggf. Blöcken im Lockerboden, die den Bodenabtrag behindern können, wird hingewiesen. Die Dammkrone ist abgesehen von einer ggf. notwendigen Mahd keiner Verkehrslast auszusetzen.

Weitere Hinweise

Sofern Bodenaushub abgefahren werden muss, empfehlen wir Deklarationsanalysen nach LAGA TR Boden (2004) für eine orientierende Bewertung durchzuführen. Hierzu kann bedingt auf die Rückstellproben zurückgegriffen werden.

7 Schlussbemerkungen

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung beruhen auf punktuellen Aufschlüssen. Wechselhaftigkeiten im Bodenzustand und der Bodenzusammensetzung zwischen den Aufschlusspunkten sind möglich. Eine endgültige Zuordnung für die Bodenklassen kann nur der großräumige Aufschluss der Baugrube bieten.

Die Recherche und Untersuchung von archäologischen Funden, Radonausgasungen, Bergschadensrisiken aus evtl. Altbergbau sowie die Anfrage beim Kampfmittelräumdienst nach Hinweisen auf kampfmittelrelevante Objektlagen war nicht Gegenstand der Baugrunduntersuchung. Der Auftraggeber wird gebeten, sich hierüber selbst kundig zu machen.

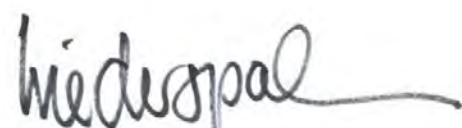
Falls im Zuge der Erdarbeiten ein von den Ausführungen des Berichts abweichender Bodenaufbau angetroffen wird, ist der Gutachter zu verständigen. Sollten sich bei den weiteren Planungen oder der Bauausführung Fragen in bodenmechanischer oder geotechnischer Art ergeben, bitten wir um Benachrichtigung.

Den ausgesprochenen Empfehlungen liegen die im Kapitel 1.1 genannten Unterlagen zugrunde. Planungsänderungen sind mit dem Gutachter abzustimmen.

Bearbeiter: M.Sc. Christian Freundt

Simmern / Hunsrück, den 26.01.2023

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH


Dipl.-Geol. Max Wiederspahn

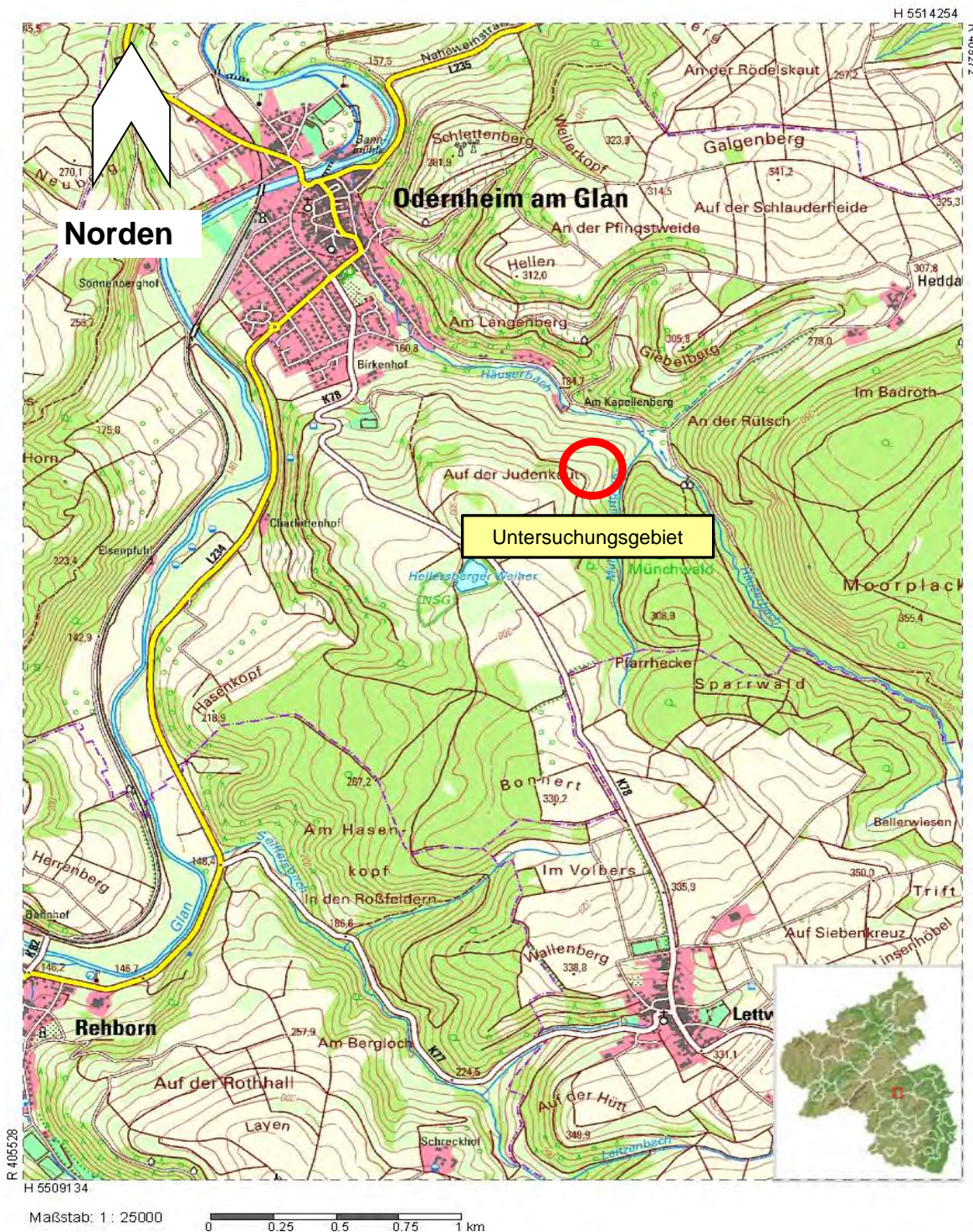

i.A.
M.Sc. Christian Freundt

Projekt: EvA - Projektfläche in Odernheim am Glan

Zeichnung: Übersichtskarte, Maßstab 1 : 25.000

Projekt: 22183-1

Plangrundlage: Landschaftsinformationssystem der Naturschutzverwaltung Rheinland-Pfalz



Odernheim

Teich

Sandfang

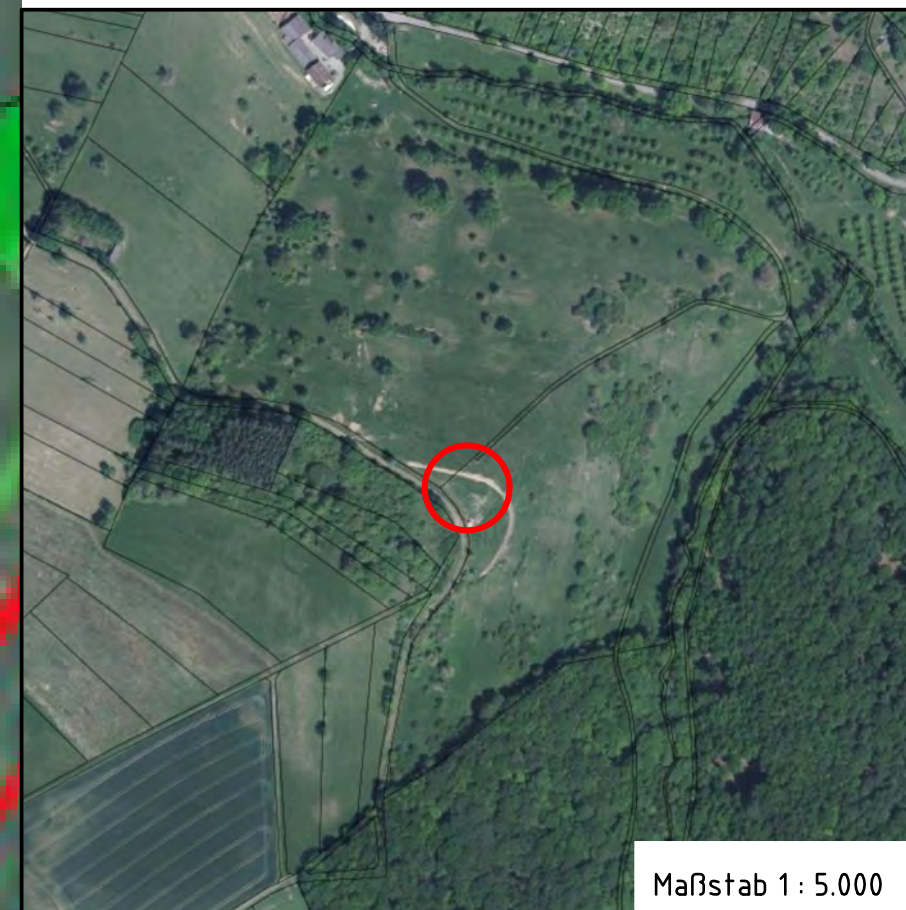
BS 1 / VS 1

BS 3

BS 2

VS 2

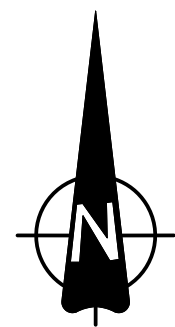
BS 4



Maßstab 1 : 5.000

Legende :

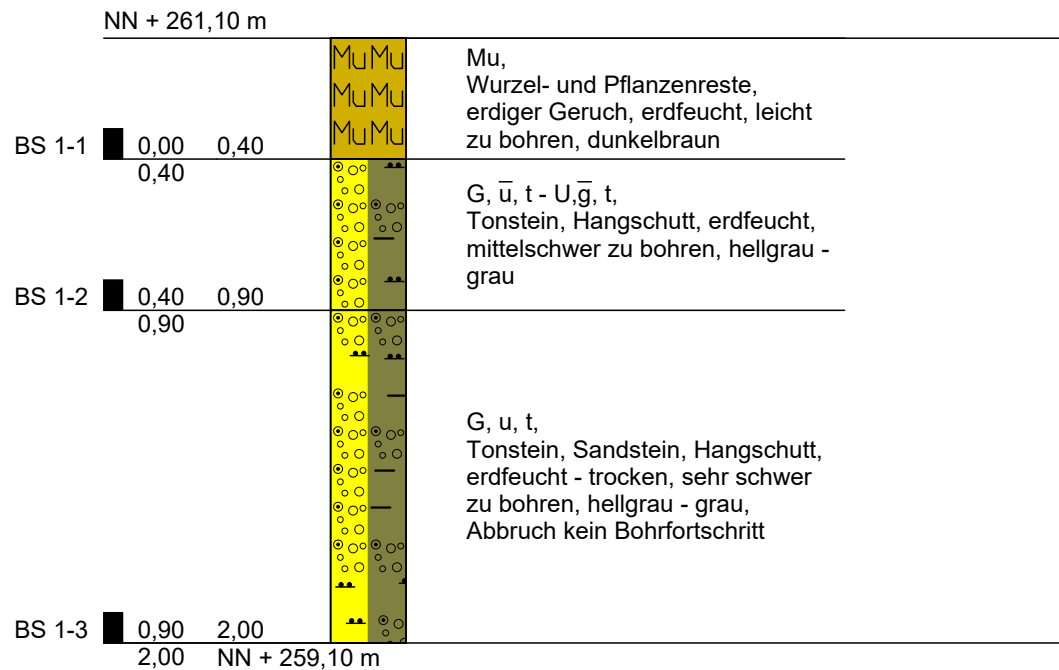
- Kleinrammbohrung
- Bohrlochversickerung
Open-End-Test
- Schnittlinie



Plangrundlage: Hochschule Trier Umwelt-Campus Birkenfeld
per E-Mail erhalten am 19.12.2022

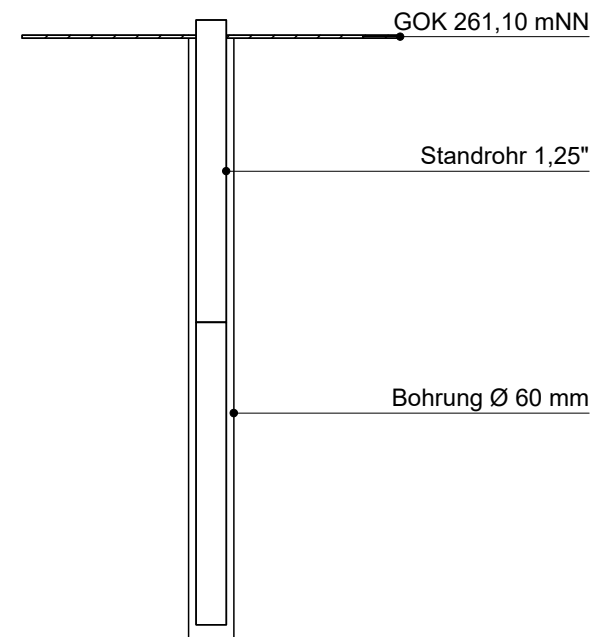
INDEX	ART DER ÄNDERUNG	DATUM	NAME
Projekt: Projekt EvA Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld in Odernheim an der Glan			
GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH 55469 Simmern # Karl-Wagner-Straße 9 # Tel. 06761 / 91 52-0			
Hochschule Trier Umwelt-Campus Birkenfeld Postfach 13 80 55761 Birkenfeld		Baugrunduntersuchung	Maßstab: 1 : 250
Planbezeichnung: Lageplan		Bearb. : Fr.	Datum : 18.01.2023
		Gez. : Ru.	Pr. Nr. : 22183-1
		Gepr. : Wie.	Anl. Nr. : 2
Der Bauherr:		Aufgestellt: Simmern, den 18.01.2023	

BS 1



Höhenmaßstab 1:25

VS 1





Karl-Wagner-Straße 9
55469 Simmern
Tel.: 06761 / 9152-0
Fax: 06761 / 9152-20
info@umwelt-geotechnik.de

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN EN ISO 22475-1

Anlage 3.2

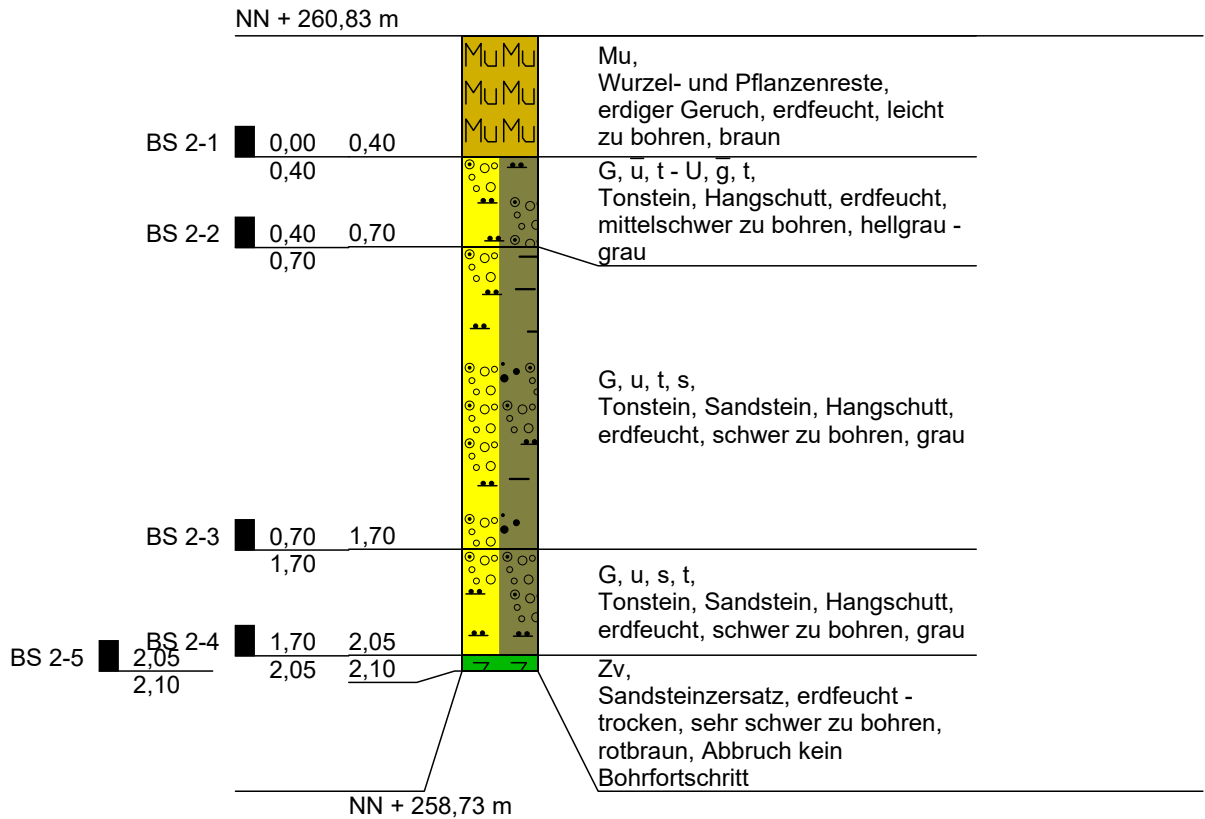
Projekt: EvA - Projektfläche in Odernheim am Glan

Auftraggeber: HS Trier - Umweltc. Bir.

Bearb.: Fr.

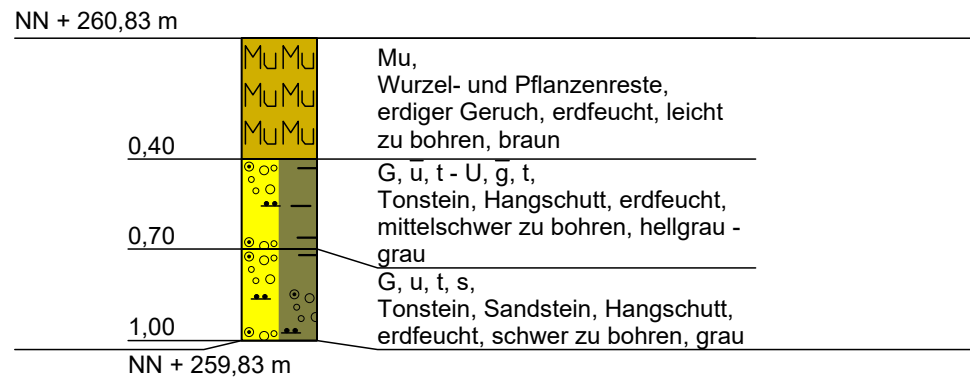
Datum: 09.01.23

BS 2



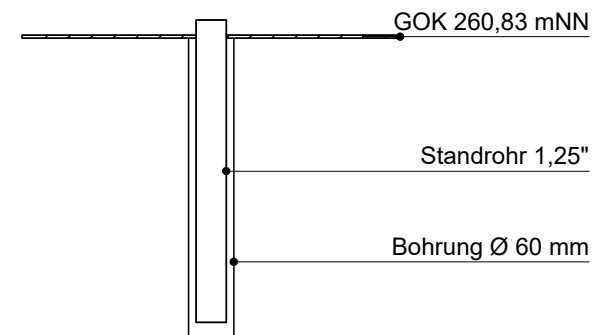
Höhenmaßstab 1:25

VS 2



Höhenmaßstab 1:25

VS 2





Karl-Wagner-Straße 9
55469 Simmern
Tel.: 06761 / 9152-0
Fax: 06761 / 9152-20
info@umwelt-geotechnik.de

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN EN ISO
22475-1

Anlage 3.4

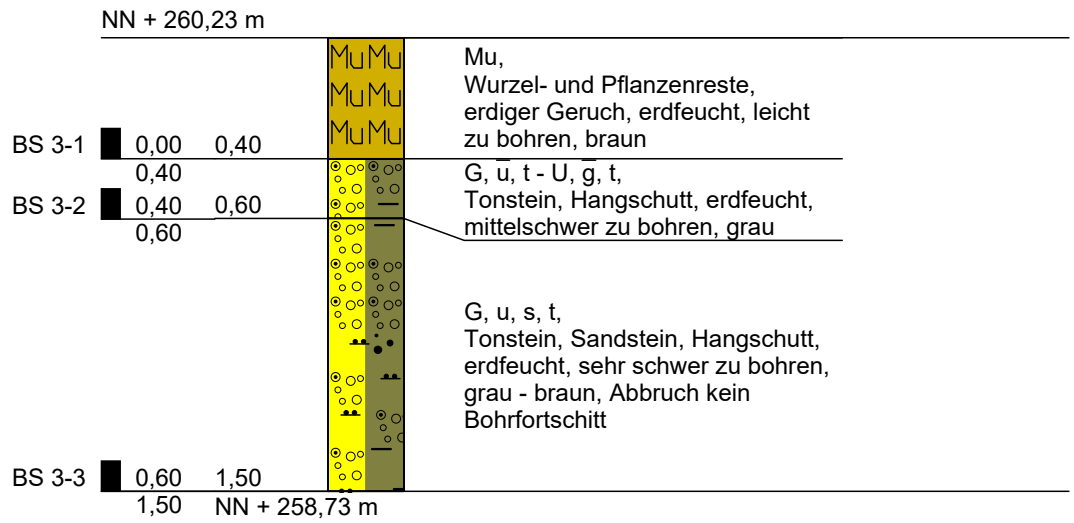
Projekt: EvA - Projektfläche in
Odernheim am Glan

Auftraggeber: HS Trier - Umweltc. Bir.

Bearb.: Fr.

Datum: 09.01.23

BS 3



Höhenmaßstab 1:25



Karl-Wagner-Straße 9
55469 Simmern
Tel.: 06761 / 9152-0
Fax: 06761 / 9152-20
info@umwelt-geotechnik.de

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN EN ISO 22475-1

Anlage 3.5

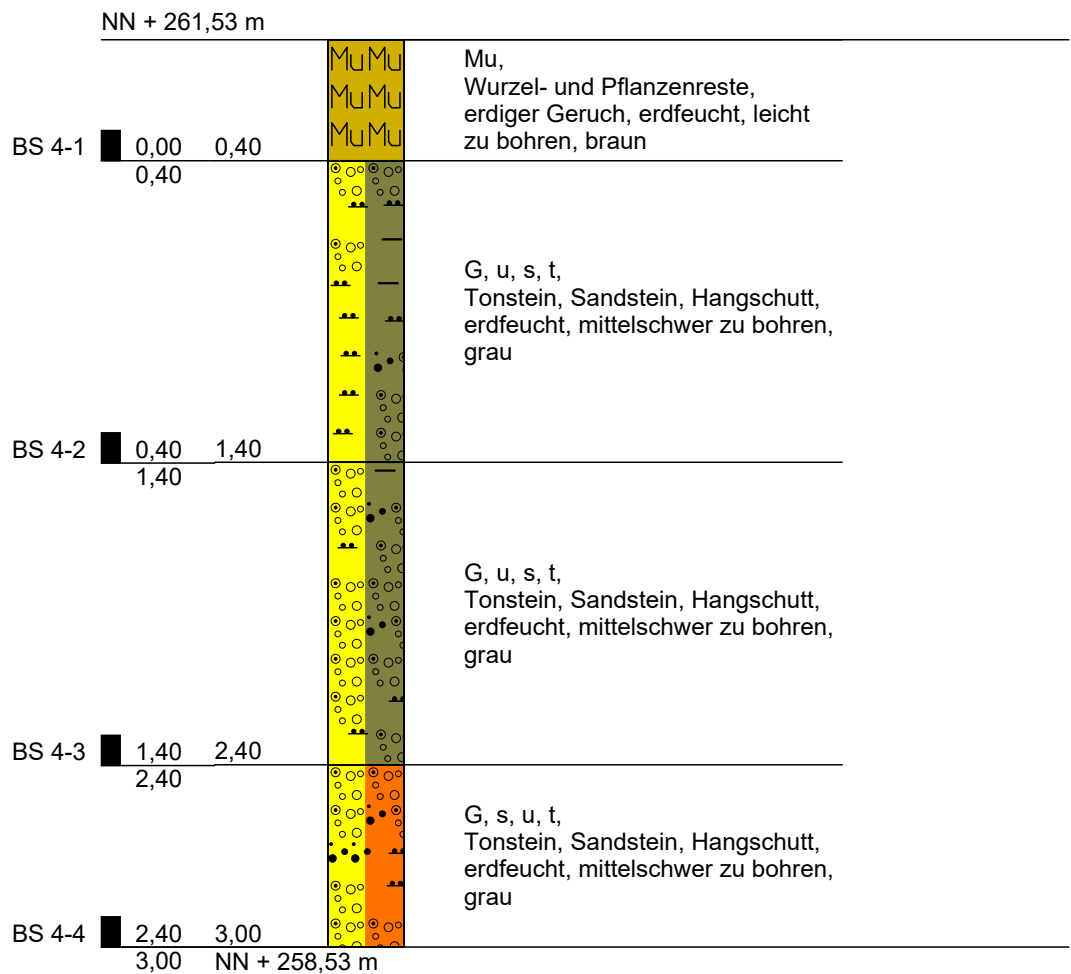
Projekt: EvA - Projektfläche in Odernheim am Glan

Auftraggeber: HS Trier - Umweltc. Bir.

Bearb.: Fr.

Datum: 09.01.23

BS 4



Höhenmaßstab 1:25



Karl-Wagner-Straße 9
55469 Simmern
Tel.: 06761 / 9152-0
Fax: 06761 / 9152-20
info@umwelt-geotechnik.de

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Anlage 3.6

Projekt: EvA - Projektfläche in
Odernheim am Glan

Auftraggeber: HS Trier - Umweltc. Bir.

Bearb.: Fr.

Datum: 09.01.23

Boden- und Felsarten



Kies, G, kiesig, g



Sand, S, sandig, s



Mutterboden, Mu



Schluff, U, schluffig, u



Ton, T, tonig, t

Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH

Karl-Wagner-Straße 9 • 55469 Simmern
Tel:(06761) 9152-0 • Fax: 9152-20

Anlage 4.1

Wassergehalte

durch **Ofentrocknung** nach DIN EN ISO 17892-1

Bauvorhaben: **EvA - Projektflächen**

Odernheim am Glan

Ausgef. durch: We.

Datum: 16.01.2023

Projekt-Nr.: 22183-1

Entnahmestelle: s.u.

Tiefe: s.u.

Art der Entnahme: gestört

Ent.am: 09.01.23 durch: Fr. / WS.

Probenbez.:	MP 1	MP 2			
Tiefe : [m]	0,4 - 1,4	0,6 - 3,0			
Behälter - Nr.:	405	6			
Behälter: [g]	34,6	33,6			
Probe+Behälter, feucht: [g]	1557,2	1876,5			
Probe+Behälter, trocken: [g]	1352,7	1703,6			
m _w : [g]	204,50	172,90			
m _d : [g]	1.318,10	1.670,00			
Wassergehalt: [%]	15,51	10,35			

Probenbez.:					
Tiefe : [m]					
Behälter - Nr.:					
Behälter: [g]					
Probe+Behälter, feucht: [g]					
Probe+Behälter, trocken: [g]					
m _w : [g]					
m _d : [g]					
Wassergehalt: [%]					

Bemerkungen:

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Bearbeiter: Wedel

Datum: 17.01.2023

Körnungslinie

EvA - Projektflächen

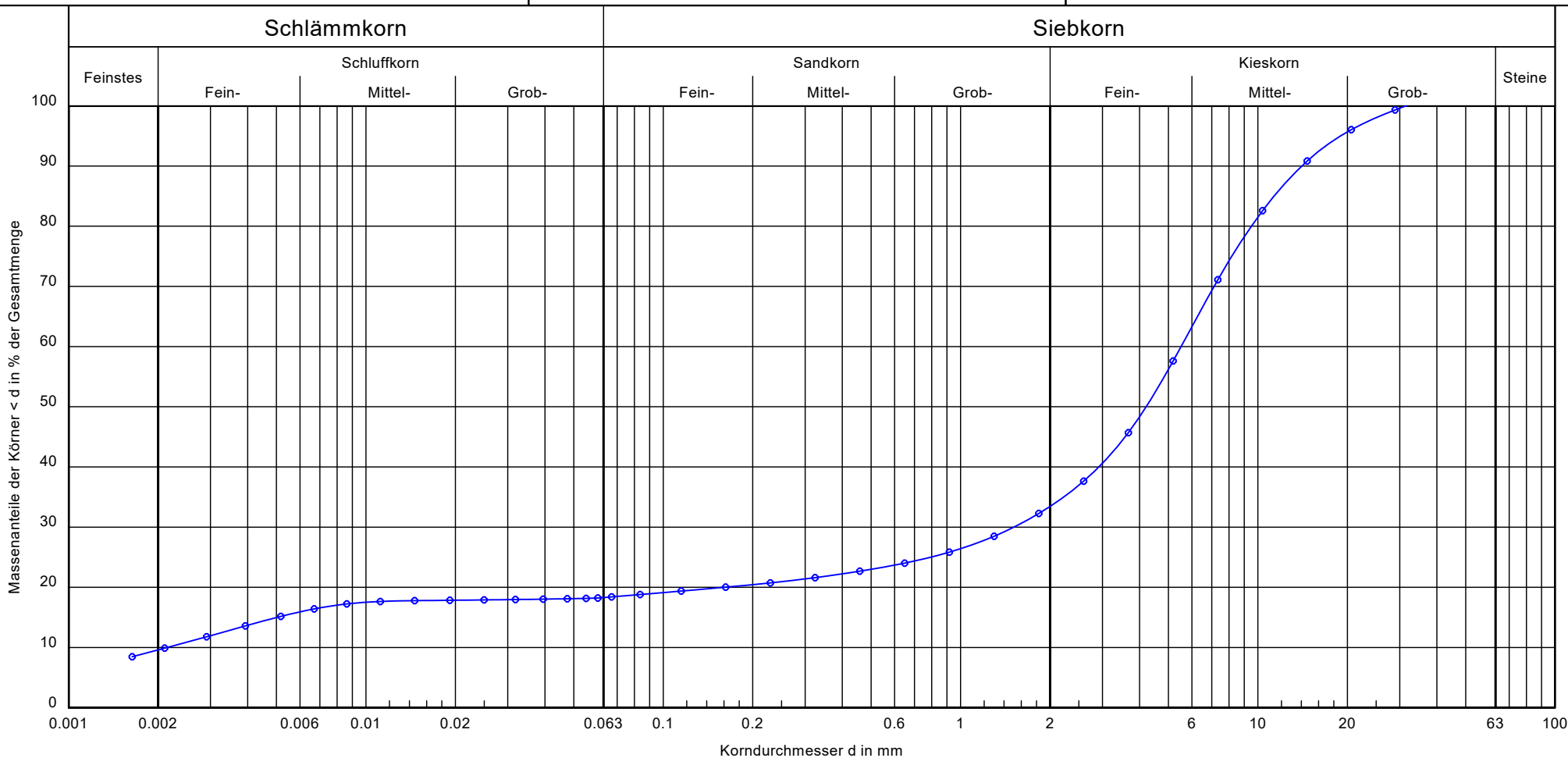
Odernheim am Glan

Projekt-Nr.: 22183-1

Probe entnommen am: 09.01.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:

MP 1

Bodenart:

G, s, t', u'

Bodengruppe

GT*

Tiefe

0,4 - 1,4 m

Entnahmestelle

BS 1-2, 2-2, 3-2 + 4-2

d10/d60 mm

0.0021 / 5.5172

U/Cc

2579.9/193.6

T/U/S/G [%]:

9.6/8.7/15.1/66.6

kf-Wert [m/s]:

$2.7 \cdot 10^{-8}$

Bemerkungen:

kombinierte Sieb- Schlämmanalyse

Siebeinwaage 1,3 kg

Wassergehalt: 15,5 %

Anlage 4.2

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Bearbeiter: Wedel

Datum: 17.01.2023

Körnungslinie

EvA - Projektflächen

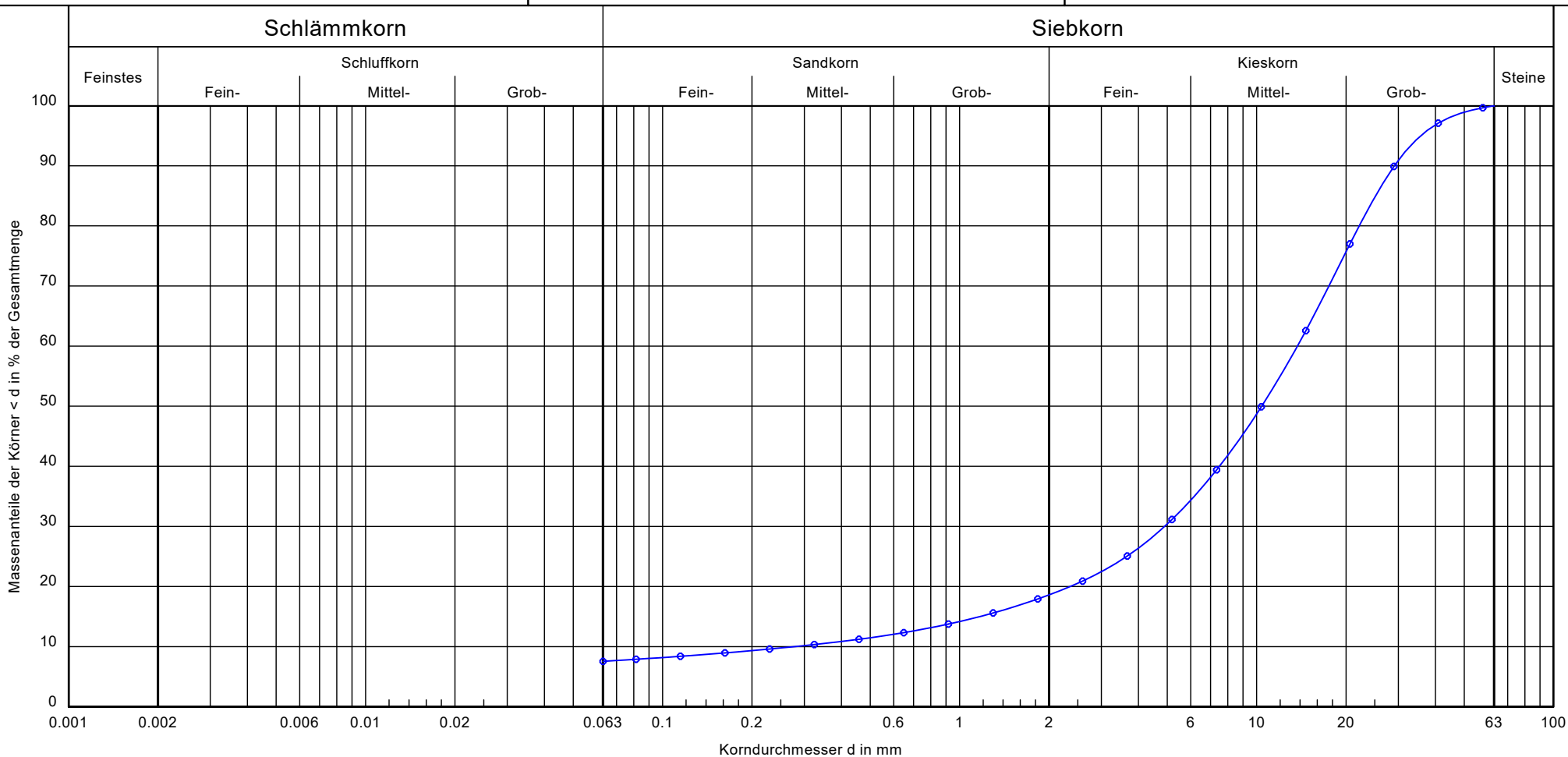
Odernheim am Glan

Projekt-Nr.: 22183-1

Probe entnommen am: 09.01.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:

MP 2

Bodenart:

G, s', u'

Bodengruppe

GU

Tiefe

0,6 - 3,0 m

Entnahmestelle

BS 1-3, 2-3 - 2-4, 3-3 + 4-3 - 4-4

d10/d60 mm

0.2770 / 13.7138

U/Cc

49.5/6.3

T/U/S/G [%]:

- /7.6/11.1/81.4

kf-Wert [m/s]:

$4.6 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Siebanalyse nach Nassabtrennung
des Feinkorns

Siebeinwaage 1,3 kg

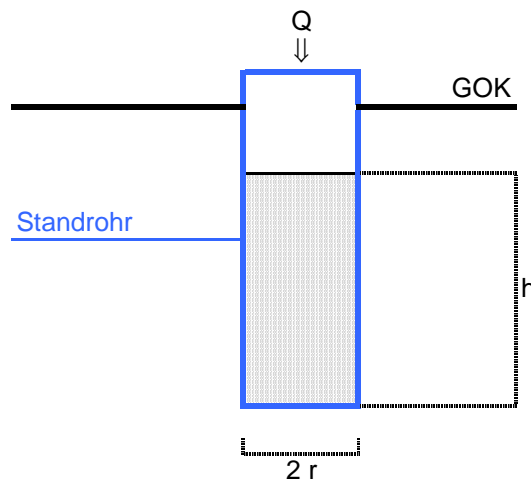
Wassergehalt: 15,5 %

Anlage 4.3

Bohrlochversickerung Versuchsprotokoll und Auswertung

Projekt: Erschließung NBG "Auf dem hohen Rech" in Virneburg**Projekt-Nr.:** 22183-1**Versuch:** VS 1**Tiefe:** 2 m**Datum:** 01.09.2023

Versuchs- und Auswerteprotokoll zur Berechnung der Versickerungsleistung im Bohrloch in Annäherung an das Verfahren nach Earth Manual (in BDG Heft 15) gemäß DWA-ATV Arbeitsblatt A138, Anhang B (2005).

Randbedingungen: Standrohr mit konstanter Druckhöhe**Feldparameter:**Rohrlänge = 2,00 [m]
 $2 r = 0,032$ [m]Einstauhöhe $h = 2,00$ [m]versickerte Wassermenge $q = 4,0E+01$ [l]
verstrichene Zeit $t = 45$ [s]
 $Q = q / t = 8,9E-04$ [m³/s]**Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:**

$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 \times r \times h}$$

$$k_{f,u} = 5,1E-03 \quad [\text{m/s}]$$

Kurzbewertung :

Bodenart nach DIN 4022 :

G, u, t - gemischtkörniger Hangschutt

Bemessungs- k_f -Wert nach A138 (2005) :

1,0E-02 [m/s]

Bewertung nach DIN 18130 :

stark durchlässig

**Bohrlochversickerung
Versuchsprotokoll und Auswertung**

Projekt: Erschließung NBG "Auf dem hohen Rech" in Virneburg

Projekt-Nr.: 22183-1

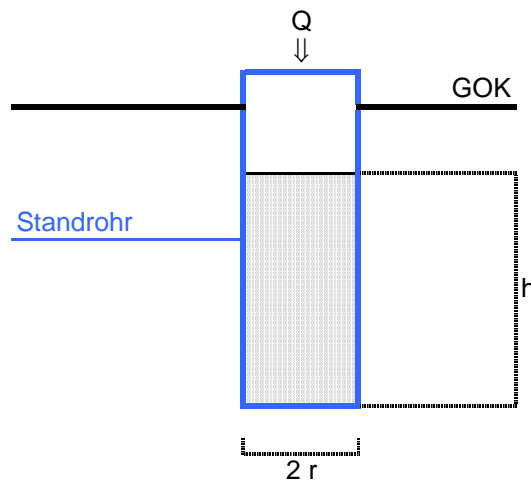
Versuch: VS 2

Tiefe: 1 m

Datum: 01.09.2023

Versuchs- und Auswerteprotokoll zur Berechnung der Versickerungsleistung im Bohrloch in Annäherung an das Verfahren nach Earth Manual (in BDG Heft 15) gemäß DWA-ATV Arbeitsblatt A138, Anhang B (2005).

Randbedingungen: Standrohr mit konstanter Druckhöhe



Feldparameter:

Rohrlänge = 1,00 [m]
2 r = 0,032 [m]

Einstauhöhe h = 1,00 [m]

versickerte Wassermenge q = 3,0E+01 [l]
verstrichene Zeit t = 45 [s]
Q = q / t = 6,7E-04 [m³/s]

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:

$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 \times r \times h} \quad k_{f,u} = 7,6E-03 \quad [m/s]$$

Kurzbewertung :

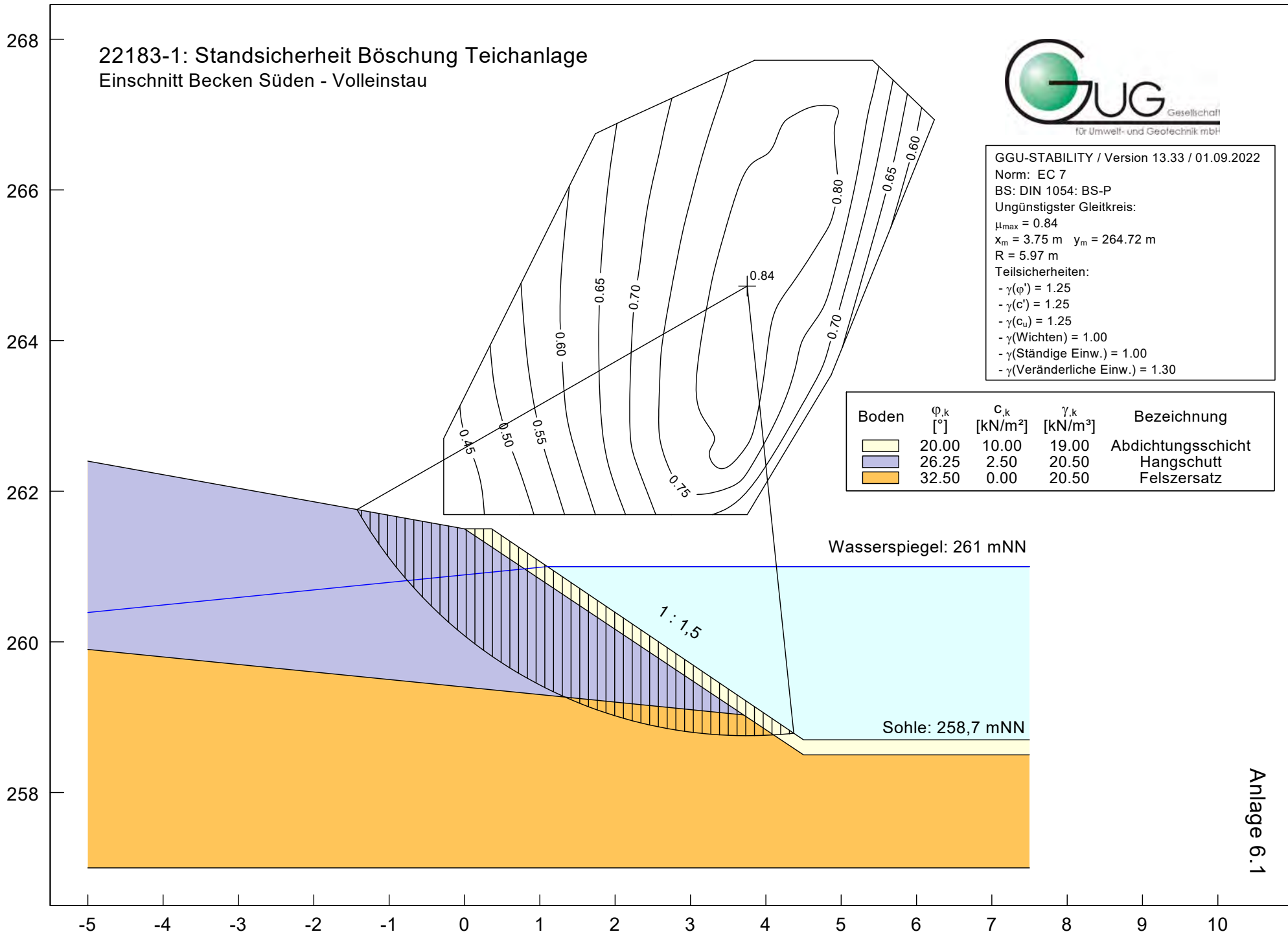
Bodenart nach DIN 4022 :	G, u, t, s - gemischtkörniger Hangschutt
Bemessungs- k_f -Wert nach A138 (2005) :	1,5E-02 [m/s]
Bewertung nach DIN 18130 :	stark durchlässig

22183-1: Standsicherheit Böschung Teichanlage
Einschnitt Becken Süden - Volleinstau



GGU-STABILITY / Version 13.33 / 01.09.2022
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.84$
 $x_m = 3.75 \text{ m}$ $y_m = 264.72 \text{ m}$
 $R = 5.97 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	20.00	10.00	19.00	Abdichtungsschicht
	26.25	2.50	20.50	Hangschutt
	32.50	0.00	20.50	Felsersatz

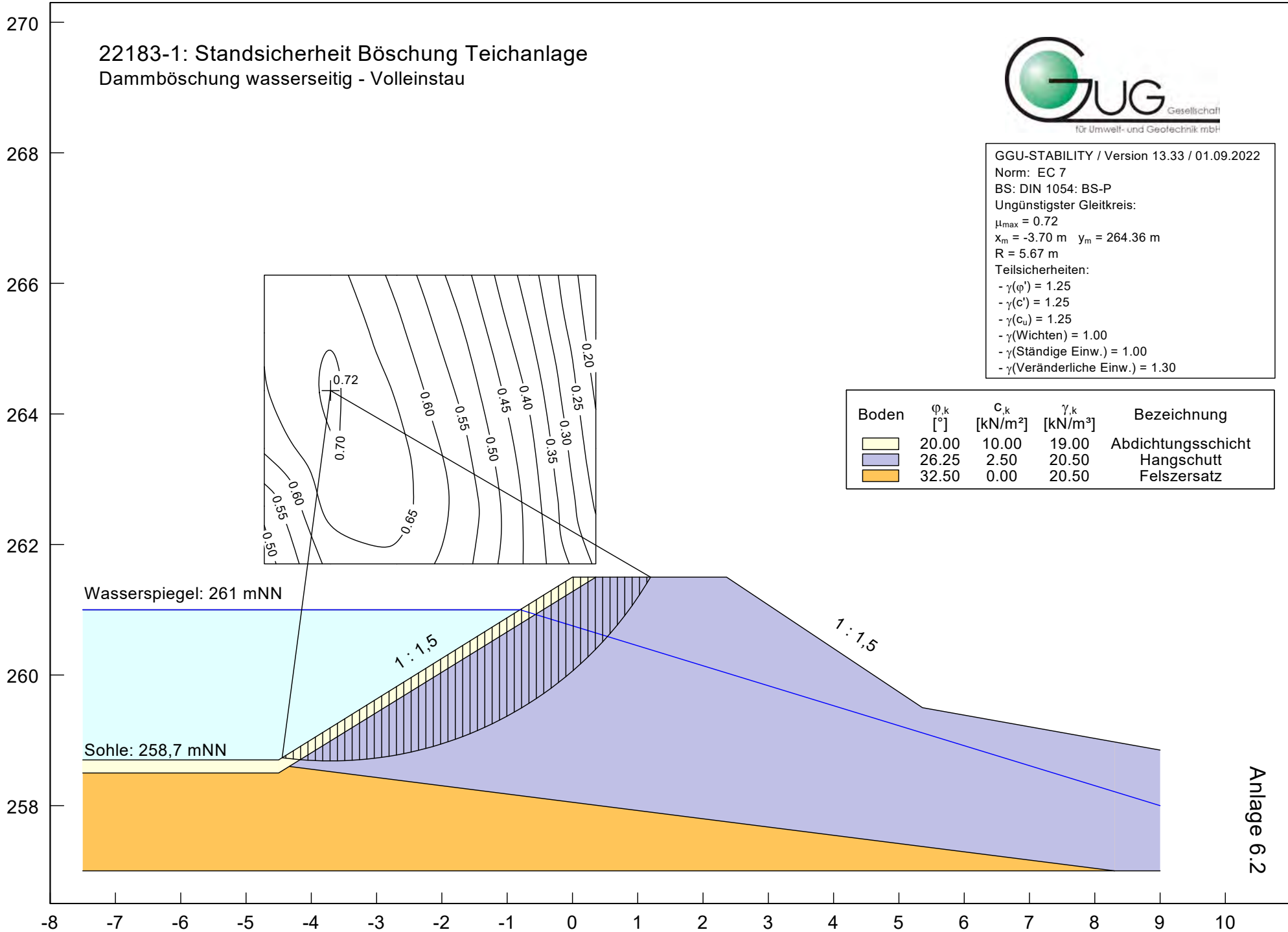


22183-1: Standsicherheit Böschung Teichanlage
 Dammböschung wasserseitig - Volleinstau



GGU-STABILITY / Version 13.33 / 01.09.2022
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.72$
 $x_m = -3.70 \text{ m}$ $y_m = 264.36 \text{ m}$
 $R = 5.67 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	20.00	10.00	19.00	Abdichtungsschicht
	26.25	2.50	20.50	Hangschutt
	32.50	0.00	20.50	Felsersatz



Anlage 6.2

22183-1: Standsicherheit Böschung Teichanlage

Dammböschung luftseitig - Volleinstau



GGU-STABILITY / Version 13.33 / 01.09.2022

Norm: EC 7

BS: DIN 1054: BS-P

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.83$

$x_m = 5.46 \text{ m}$ $y_m = 263.73 \text{ m}$

$R = 4.27 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$

- $\gamma(c') = 1.25$

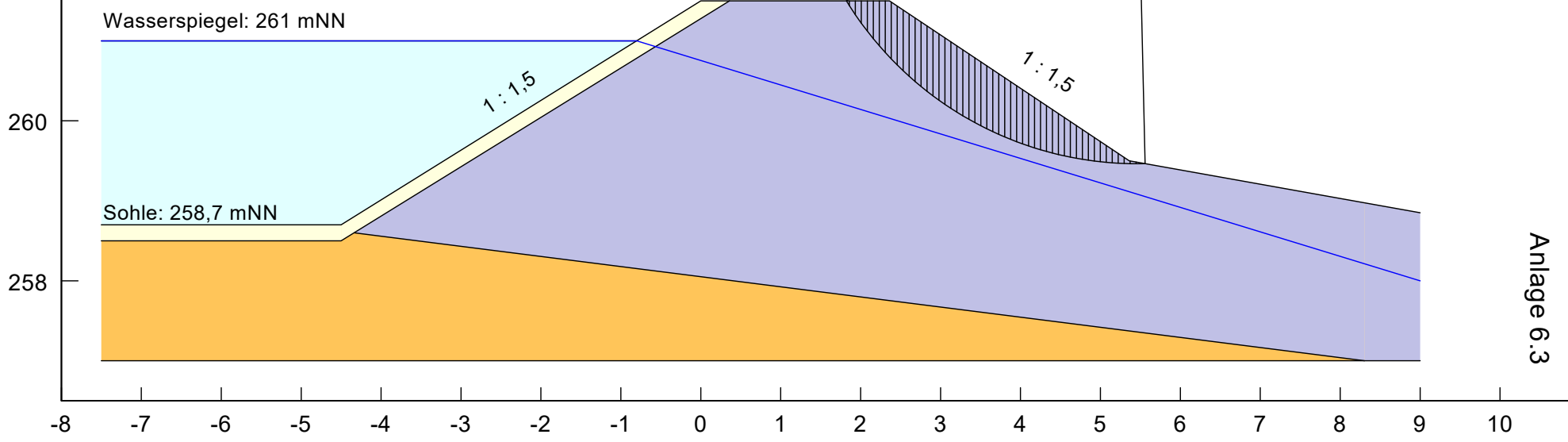
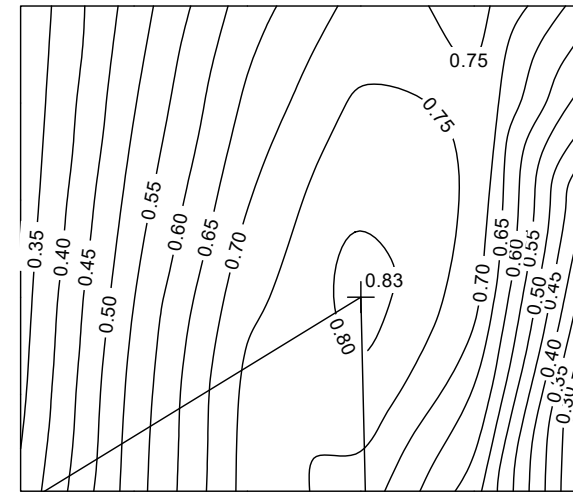
- $\gamma(c_u) = 1.25$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	20.00	10.00	19.00	Abdichtungsschicht
	26.25	2.50	20.50	Hangschutt
	32.50	0.00	20.50	Felsersatz

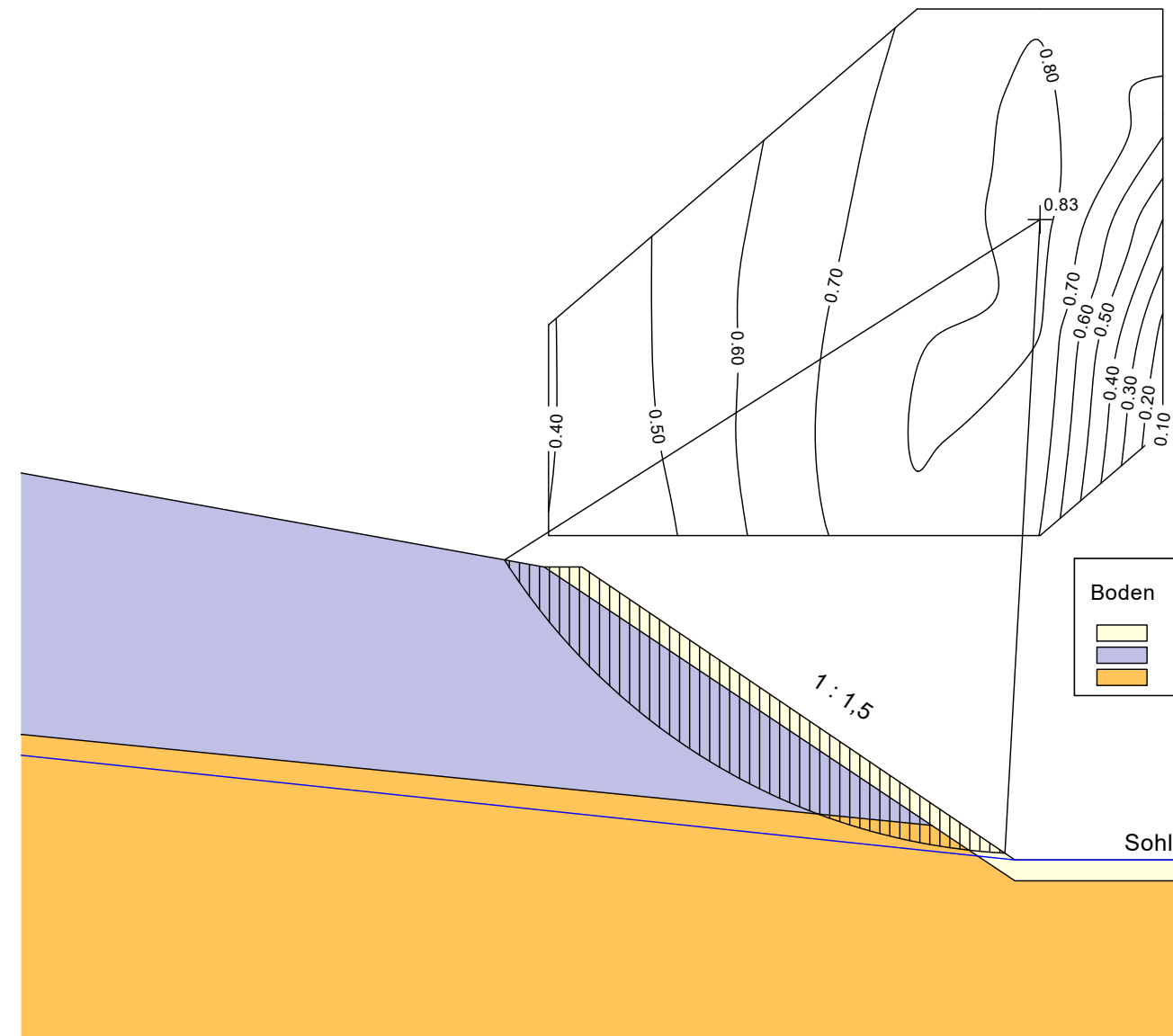


Anlage 6.3

22183-1: Standsicherheit Böschung Teichanlage
Einschnitt Becken Süden - Wasser auf Sohle



268
266
264
262
260
258



GGU-STABILITY / Version 13.33 / 01.09.2022
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-T
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.83$
 $x_m = 4.74 \text{ m}$ $y_m = 264.82 \text{ m}$
 $R = 6.07 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	20.00	10.00	19.00	Abdichtungsschicht
	26.25	2.50	20.50	Hangschutt
	32.50	0.00	20.50	Felsersatz

Sohle: 258,7 mNN

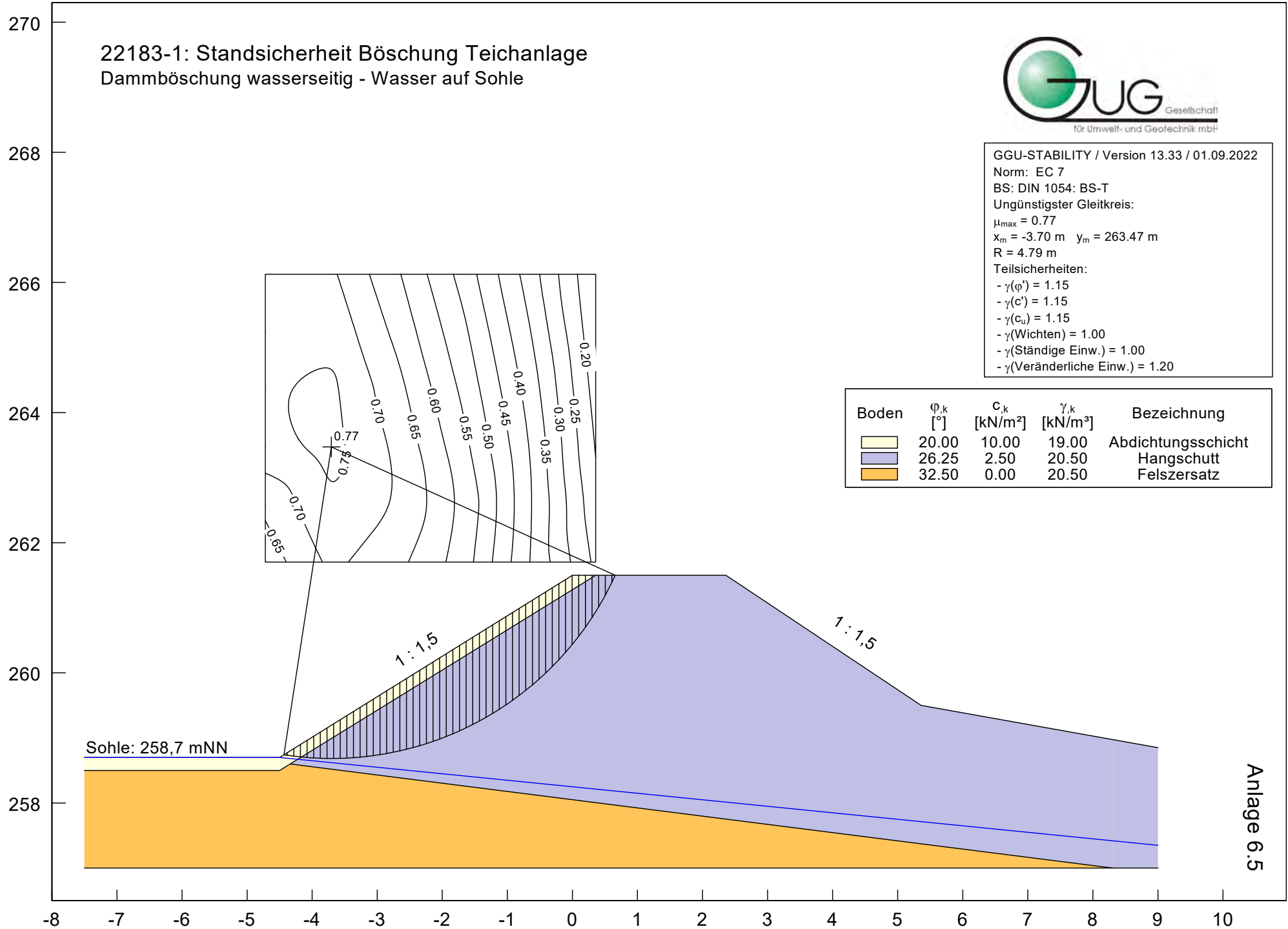
-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

22183-1: Standsicherheit Böschung Teichanlage
 Dammböschung wasserseitig - Wasser auf Sohle



GGU-STABILITY / Version 13.33 / 01.09.2022
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-T
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.77$
 $x_m = -3.70 \text{ m}$ $y_m = 263.47 \text{ m}$
 $R = 4.79 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	20.00	10.00	19.00	Abdichtungsschicht
	26.25	2.50	20.50	Hangschutt
	32.50	0.00	20.50	Felsersatz



22183-1: Standsicherheit Böschung Teichanlage

Dammböschung luftseitig - Wasser auf Sohle



GGU-STABILITY / Version 13.33 / 01.09.2022

Norm: EC 7

BS: DIN 1054: BS-T

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.76$

$x_m = 5.02 \text{ m}$ $y_m = 263.13 \text{ m}$

$R = 3.67 \text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.15$

- $\gamma(c') = 1.15$

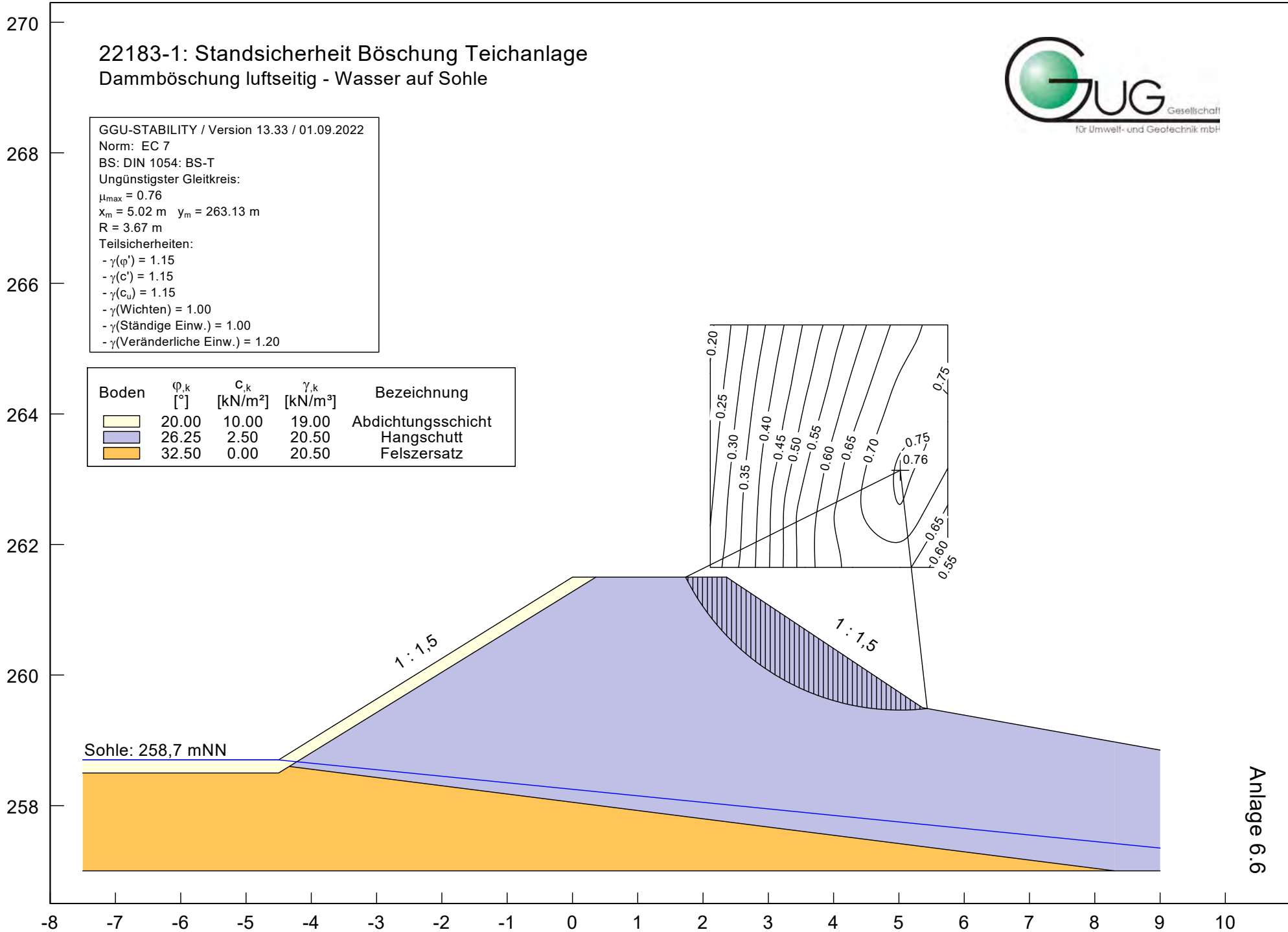
- $\gamma(c_u) = 1.15$

- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$

- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	20.00	10.00	19.00	Abdichtungsschicht
	26.25	2.50	20.50	Hangschutt
	32.50	0.00	20.50	Felsersatz



Anlage 6.6



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		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 €
Summen							1.044,43 €															416,00 €

