



MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Vernetzung und Funktionalität von Grüner Infrastruktur in der
Kulturlandschaft im Umland des Nationalparks Thayatal

verfasst von | submitted by

Viktoria Winkler BSc

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 066 879

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Naturschutz und
Biodiversitätsmanagement

Betreut von | Supervisor:

Ass.-Prof. i. R. Dr. Thomas Wrbka

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die mich mit ihrer fachlichen Expertise und emotionalen Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit begleitet haben.

Mein besonderer Dank gilt Ass.-Prof. Dr. Thomas Wrбка, Stefan A. Fuchs, MSc, Florian Danzinger, MSc sowie Elias Kapitany, MSc für ihre engagierte Betreuung und fachliche Unterstützung.

Meinem Studienkollegen Lukas Drechsler, BSc danke ich herzlich für das gemeinsame Kartieren und die wertvolle organisatorische Hilfe.

Ebenso möchte ich mich bei Tobias Fellingner, MSc, Samuel Aspalter, MSc und Eva Mühlberger für ihre tatkräftige Unterstützung bei allfälligen statistischen und mathematischen Fragestellungen bedanken.

Ein großes Dankeschön geht an meine Schreibbuddies Sebi, Elis, Valerie und Hannah Lea, ohne deren kollegiale Motivationsarbeit dieser Abschluss kaum möglich gewesen wäre.

Zu guter Letzt danke ich meiner Familie, meinem Partner Manuel und meinen Freund_innen, sowie meinen Mitbewohnerinnen Nora, Linda und Valerie, die mich durch ihre Teilhabe am Prozess und ihre beständige Motivation begleitet haben.

Abstract

A well-connected, diverse, and high-quality green infrastructure in the ecosystem services is crucial for preserving biodiversity and providing ecosystem services. This study examines the connectivity and functionality of green infrastructure in the surrounding cultural landscape of the Thayatal National Park. To this end, quality, structural diversity, and connectivity were surveyed and quantitatively evaluated on seven sample sites. The aim was to analyse correlations between Shannon's Diversity Index, the Biotope Value, and the total functional value of the ecosystem services provided. In addition, a Morphological Spatial Pattern Analysis and the calculation of edge density were carried out.

The results demonstrate a significant correlation between high structural diversity, a high Biotope Value, and a wide range of ecosystem services. Particularly large core areas of green infrastructure promote the informational, functional and regulatory ecosystem services, while a high proportion of background areas has a predominantly negative effect. Linear semi-natural habitats proved to be particularly relevant for the connectivity of green infrastructure. They serve both as essential connecting elements and as refuges for rare species in intensively managed agricultural landscapes.

Due to their small size, the Thayatal National Park and the adjacent Czech Podyjí National Park are particularly dependent on semi-natural buffer zones to minimize edge effects and enable ecological corridors to other protected areas. For the surrounding area of the Thayatal National Park, it is therefore recommended to implement agricultural measures that promote biodiversity and to specifically strengthened linear semi-natural habitats, with the long-term goal of enlarging the protected area.

Zusammenfassung

Eine gut vernetzte, diverse und qualitativ hochwertige Grüne Infrastruktur in der Kulturlandschaft ist entscheidend für den Erhalt der Biodiversität und die Bereitstellung von Landschaftsdienstleistungen. Diese Arbeit untersucht die Konnektivität und Funktionalität von Grüner Infrastruktur in der umliegenden Kulturlandschaft des Nationalparks Thayatal. Dazu wurden auf sieben Probeflächen Qualität, strukturelle Diversität und Vernetzung erhoben und quantitativ ausgewertet. Ziel war es, Zusammenhänge zwischen dem Shannon Diversity Index, dem Biotope Value und dem Gesamtfunktionalitätswert der vorhandenen Landschaftsdienstleistungen zu analysieren. Ergänzend wurde eine Morphological Spatial Pattern Analysis sowie die Berechnung der Edge Density durchgeführt.

Die Ergebnisse belegen einen signifikanten Zusammenhang zwischen hoher struktureller Vielfalt, hohem Biotope Value und einer Vielzahl an Landschaftsdienstleistungen. Besonders große Kernflächen Grüner Infrastruktur begünstigen Informations-, Funktions- und Regulierungsfunktionen der Landschaftsdienstleistungen, während ein hoher Anteil an Hintergrundflächen überwiegend negative Effekte zeigen. Als besonders relevant für die Konnektivität von Grüner Infrastruktur erwiesen sich naturnahe lineare Kleinstrukturen. Sie fungieren sowohl als essenzielle Verbindungselemente als auch als Refugialräume für seltene Tier- und Pflanzenarten in der intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft.

Aufgrund ihrer geringen Größe sind der Nationalpark Thayatal und der angrenzende tschechische Nationalpark Podyjí in besonderem Maße auf naturnahe Pufferzonen angewiesen, um Randeffekte zu minimieren und ökologische Korridore zur Vernetzung mit anderen Schutzgebieten zu ermöglichen. Für das Umfeld des Nationalpark Thayatal empfiehlt sich daher die Umsetzung von biodiversitätsfördernde Agrarmaßnahmen und die gezielte Stärkung von linearen naturnahen Strukturen, mit dem langfristigen Ziel einer Vergrößerung des Schutzgebiets.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	2
Abstract	3
Zusammenfassung.....	4
Inhaltsverzeichnis.....	6
1. Einleitung.....	9
2. Theoretische Grundlagen	11
2.1 Grüne und Graue Infrastruktur	11
2.2 Hemerobie	12
2.3 Naturschutzfachlicher Wert.....	13
2.4 Ökosystemdienstleistungen / Landschaftsdienstleistungen	14
2.5 Vernetzung / Konnektivität von Landschaft	15
2.6 Vernetzung von Schutzgebieten in Bezug auf den Nationalpark Thayatal und NATURA 2000	16
3. Fragestellung und Hypothesen.....	18
3.1 Fragestellung.....	18
3.2 Hypothese	18
4. Methodik	19
4.1 Untersuchungsgebiet.....	19
4.1.1 Geologie und Geografie des Untersuchungsgebietes	20
4.1.2 Klima des Untersuchungsgebietes.....	21
4.1.3 Sekundäre Landschaftsstruktur des Untersuchungsgebietes	22
4.1.4 Sampling Design.....	23
4.2 Datenerfassung / Dateneingabe	24
4.2.1 Grüne Infrastruktur / Keine Grüne Infrastruktur.....	25
4.2.2 Landnutzungstypen	25
4.2.3 Biotoptypen	25
4.2.4 Hemerobie	26
4.2.4 Weitere erfasste Parameter der Landschaftskartierung	26
4.3 Datenanalyse.....	27
4.3.1 Deskriptive Statistik der Landschaftsstruktur und Biotopkartierung	27
4.3.2 Biodiversitätsrelevante Landschaftsindizes.....	27
4.3.2.1 Biotope Value (BV)	27
4.3.2.2 Shannon's Diversity Index (SHDI)	27
4.3.2.3 Edge Density (ED ₁)	28

4.3.3	Funktionalitätsanalyse	28
4.3.3.1	Landschaftsdienstleistungen - Gesamtfunktionalitätswert	28
4.3.4	Konnektivitätsanalyse	29
4.3.4.1	Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA)	29
4.3.4.2	Euklidische Distanz (ED ₂)	30
4.3.5.	Zusammenhang der Funktionalität und Konnektivität	31
4.3.5.1	Vergleich: Landschaftsdienstleistungen und MSPA	31
4.3.5.2	Korrelationsanalyse: GFW / SHDI / BV	31
5.	Ergebnisse	32
5.1	Deskriptive Ergebnisse der Landschaftsstruktur und Biotopkartierung	32
5.1.1	Grüne Infrastruktur	32
5.1.2	Landnutzungstypen-Analyse	32
5.1.3	Biotoptypen-Analyse	36
5.1.4	Hemerobie	40
5.2	Biodiversitätsrelevante Landschaftsindizes	41
5.2.1	Biotope Value (BV)	41
5.2.2	Biotope Diversity: Shannon's Diversity Index (SHDI)	42
5.2.3	Edge Density (ED ₁)	42
5.3	Funktionalitätsanalyse	43
5.3.1	Landschaftsdienstleistungen (LDL)	43
5.4	Konnektivitätsanalyse	46
5.4.1	Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA)	46
5.4.2	Euklidische Distanz (ED ₂)	47
5.5	Zusammenhänge von Konnektivität (MSPA) und Funktionalität (LDL)	48
5.6	Korrelationsanalyse der Parameter SHDI, BV und GFW	50
6.	Diskussion	52
6.1	Landschaftsstruktur	52
6.1.1	Verteilung der Grünen Infrastruktur	52
6.1.2	Landnutzungsstrukturen: Dominanz der Landwirtschaft	52
6.1.3	Biotoptypen und Landschaftsvielfalt	53
6.1.4	Kleinstrukturen und Gewässer als wichtige Elemente	53
6.1.5	Probeflächen und Besonderheiten	54
6.2	Biodiversitätsrelevante Landschaftsindizes (BV / SHDI / ED ₁)	55
6.3	Funktionalitätsanalyse der Landschaftsdienstleistungen	56
6.4	Konnektivitätsanalyse (MSPA / ED ₂)	57
6.5	Zusammenhänge von Konnektivität (MSPA) und Funktionalität (GFW)	59

6.6	Korrelationsanalyse.....	60
6.7	Methodenkritik	61
6.8	Einfluss der intensiven Agrarlandschaft.....	62
6.9	Biodiversitätsoptimierendes Management	63
7.	Conclusio	65
8.	Tabellenverzeichnis	67
9.	Abbildungsverzeichnis.....	69
10.	Literaturverzeichnis.....	72
11.	Anhang.....	79
12.1	Anhang 1 - Erhebungsbogen	79
12.2	Anhang 2 – Liste der selektiv zu kartierenden Biotope – Wachau	80
12.3	Anhang 3 - Landnutzungstypen	84
12.4	Anhang 4 - Hemerobie	86
12.5.	Anhang 5 – Wertbestimmende Merkmale, Störungseinflüsse	89
12.6	Anhang 6 - Landschaftsdienstleistungen - Gesamtfunktionalitätswert.....	91
12.7	Anhang 7 – Zuweisung der Biotoptypen und Landnutzungstypen zu Corine Landcover Klassen ...	92
12.8	Anhang 8 – Morphological Spatial Pattern Analysis	94

1. Einleitung

Österreich liegt im EU-Vergleich an 13. Stelle des Flächenversiegelungsindex, welcher die Geschwindigkeit der Bodenversiegelung beschreibt (Eurostat, 2024). Im Zeitraum 2019 -2021 wurden im Durchschnitt täglich 11,5 ha Boden neu in Anspruch genommen (Umweltbundesamt, 2022a). Die gesamte versiegelte Fläche beträgt nach ÖROK (2022) 2.964 km². Diese Entwicklung verdeutlicht die Dringlichkeit naturschutzfachlich wertvolle Flächen zu identifizieren, zu charakterisieren und, wo erforderlich, unter Schutz zu stellen.

Auch wenn im dünn besiedelten Wald- und Weinviertel die Flächeninanspruchnahme im österreichischen Vergleich gering ausfällt (ÖROK, 2022), kommt den dort noch bestehenden naturnahen Landschaften eine besondere Rolle zu. Ein Beispiel dafür ist der Nationalpark Thayatal, gelegen am geschichtsträchtigen Grünen Band Europas. Als IUCN Schutzgebiet Kategorie II ist er essenziell für den Erhalt der Biodiversität und für die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen. In der Biodiversitätsstrategie 2030 wird die Ausweitung der Schutzgebiete als erforderlicher Schritt zum Wohle der Umwelt, im Kampf gegen den Klimawandel und als wirtschaftliche Notwendigkeit festgelegt. Um dies zu erreichen, soll ein kohärentes und resilientes transeuropäisches Naturschutznetz durch Investitionen in Grüne und Blaue Infrastruktur sowie durch die grenzüberschreitende Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedsstaaten gefördert werden (Stejskal-Tiefenbach *et al.*, 2022).

Die vorliegende Arbeit leistet hierzu einen Beitrag, indem sie im Rahmen des österreichisch-tschechischen Interreg Projektes „Wo ist die Grenze? - Kde je hranice?“ (Fuchs *et al.*, 2023) ein Subsample an erhobenen Daten analysiert. Hierfür wurden sieben Probeflächen im Umland des Nationalparks Thayatal in den Gemeinden Hardegg und Weitersfeld mittels flächendeckender Landschaftskartierung erhoben und ausgewertet.

Ziel der Arbeit ist es, die untersuchten Flächen hinsichtlich ihrer Biotoptypen, Nutzungstypen, Hemerobie und ihres Arteninventars zu beschreiben sowie mögliche Zusammenhänge zwischen der Konnektivität von Grüner Infrastruktur und der Bereitstellung von Landschaftsdienstleistungen aufzuzeigen und zu analysieren.

Folglich wird die Hypothese überprüft, dass eine strukturelle diverse, naturschutzfachlich hochwertige und funktional gut vernetzte Grüne Infrastruktur höhere Landschaftsdienstleistungen erbringt.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Grüne und Graue Infrastruktur

Der Begriff „Grüne Infrastruktur“ ist in der österreichischen Gesetzgebung noch kaum vorzufinden, allerdings bezieht sich die „Biodiversitätsstrategie Österreich 2030“ und das „Naturschutz Konzept Niederösterreich“ direkt auf Grüne Infrastruktur (Rossi *et al.*, 2020; Stejskal-Tiefenbach *et al.*, 2022). Die Biodiversitätsstrategie forciert durch die Identifizierung und Verbesserung von Lebensraumvernetzungsachsen bzw. Grüner Infrastruktur neben dem Schutz von Arten und deren Lebensräumen auch die Absicherung von Ökosystemleistungen (Stejskal-Tiefenbach *et al.*, 2022).

Auf Ebene der Europäischen Union ist Grüne Infrastruktur bereits als Schlüsselstrategie etabliert und wird von der Europäischen Kommission folgendermaßen definiert: *„Grüne Infrastruktur ist ein strategisch geplantes Netz von natürlichen und naturnahen Gebieten mit anderen Umweltmerkmalen, die entwickelt und verwaltet werden, um ein breites Spektrum an Ökosystemleistungen wie Wasserreinigung, Luftqualität, Raum für Erholung und Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel zu erbringen. Dieses Netz grüner (Land) und blauer (Wasser-) Räume kann die Umweltbedingungen und damit die Gesundheit und Lebensqualität der Bürger verbessern. Sie unterstützt auch eine grüne Wirtschaft, schafft Beschäftigungsmöglichkeiten und fördert die biologische Vielfalt. Das Natura-2000-Netz bildet das Rückgrat der grünen Infrastruktur der EU“* (Europäische Kommission, 2019).

Nach Mazza *et al.* (2011) kann Grüne Infrastruktur grob in sechs Typen unterteilt werden (Tabelle 1):

Tabelle 1: Typen von Elementen Grüner Infrastruktur mit Beispielen nach Mazza *et al.* (2011) und Rossi *et al.* (2019)

Kerngebiete	großflächige Gebiete von hohem Biodiversitätswert, die oft unter Naturschutz stehen (Schutzgebiete, große Lebensräume wie Wälder, Grasland, Wasser)
Restaurationszonen	neue Lebensraumbereiche, die für bestimmte Arten und/oder wiederhergestellte Ökosysteme zur Erbringung von Dienstleistungen geschaffen wurden
Nachhaltige Nutzung / Ökosystemdienstleistungszonen	nachhaltig bewirtschaftete Flächen für wirtschaftliche Zwecke unter Beibehaltung und Aufrechterhaltung der Ökosystemleistungen, z.B. Mehrzweckwald und Ackerland mit hohem natürlichem Wert
Städtisches Grünland / Peri-urbane Gebiete	Parks, Gärten, kleine Wälder, Grasstrände, begrünte Wände und Dächer, nachhaltige urbane Drainagen-Systeme (SUDS), Schulsportplätze, Friedhöfe, Kleingärten, Straßenbäume, Teiche
Natürliche Verbindungselemente	ökologische Korridore wie Hecken, Flüsse, Wildtierstreifen und Steinmauern, Trittsteinlebensräume, um die Wanderung von Arten zu ermöglichen
Künstliche Verbindungselemente	von Menschen geschaffene Strukturen mit dem Ziel, die Migration von Arten durch eine Landschaft zu erleichtern (Grünbrücken, Tunnel, Fischpässe, ect.)

Das Konzept der Grünen Infrastruktur stellt eine weitgehende Veränderung der Nutzungsethik von unverbauten Flächen dar. Unverbaute Flächen sollen nicht mehr als Verbrauchsware, die konsumiert werden kann, angesehen werden, sondern haben einen quantifizierbaren Wert ausgedrückt durch Ökosystemleistungen bzw. Landschaftsdienstleistungen (Benedict and McMathon, 2002). Grüne Infrastruktur muss genauso strategisch geplant und finanziell gefördert werden wie die quantifizierbare „Graue“ Infrastruktur bestehend aus Industrie, Verkehrsinfrastruktur und Wohnbau. Auch wenn Grüne Infrastruktur weniger greifbare Vorteile bringt, sind diese Vorteile jedoch umso wichtiger für eine nachhaltige Entwicklung von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt (John *et al.*, 2019).

2.2 Hemerobie

Das Konzept der Hemerobie, das den Grad des menschlichen Einflusses auf Vegetation beschreibt, wurde das erste Mal von dem Botaniker Jalas (1955) eingeführt (Walz and Stein, 2014). Das Wort Hemerobie kommt aus dem griechischen und setzt sich zusammen aus *hémeros* = gezähmt, kultiviert und *bíos* = Leben (Sukopp, 1969). In Folge wurde dieses System auf ganze Ökosysteme ausgeweitet, wobei versucht wird, die Dimensionen Intensität, Dauer und Reichweite menschlicher Einflüsse in Form einer Skala zu quantifizieren (Sukopp, 1969; Walz and Stein, 2014). Sukopp (1972) sowie Blume und Sukopp (1976) entwickelten darauf aufbauend eine sechsstellige Einteilung der Hemerobie von *ahemerob* (natürlich) bis *metahemerob* (künstlich). Die Differenzierung erfolgt anhand von vier Kriterien: (1) Intensität des menschlichen Einflusses, (2) Veränderung der Vegetationszusammensetzung des Bodens und der Gewässer, (3) Anteil der Neophyten am Artenbestand von Gefäßpflanzen sowie (4) Verlust von einheimischen Arten (Sukopp, 1972 und Blume und Sukopp, 1976 zitiert nach Grabherr *et al.*, 1998).

Im historischen Ansatz der Hemerobiebewertung wird die ursprüngliche natürliche Vegetation (UNV) rekonstruiert und als Referenz zum Ist-Zustand herangezogen. Sie bezieht sich auf Vegetationsformen, die vor der Einflussnahme des Menschen existierten (Grabherr *et al.*). In Mitteleuropa ist das Standortpotential für natürliche Prozesse jedoch durch intensive Land- und Forstwirtschaft sowie durch Urbanisierung nachhaltig verändert (Kowarik, 2016). Die UNV wird daher heute in der Praxis nicht mehr als Referenz angewandt sondern durch das Konzept der potenziellen natürlichen Vegetation (PNV) nach Tüxen (1956) abgelöst. Unter PNV versteht man die höchstentwickelte natürliche Vegetation, die ein Standort ohne menschliche Einflussnahme unter rezenten Bedingungen tragen

könnte (Tüxen, 1956 zitiert nach Kowarik, 2016). Aus dem Konzept leitet sich der aktualistische Ansatz ab, der im Gegensatz zum historischen Ansatz den aktuellen Zustand der Vegetation sowie deren Veränderung durch menschliche Einflussnahme berücksichtigt (Grabherr *et al.*, 1998).

Eine detaillierte Darstellung des in dieser Arbeit angewandten Hemerobie-Konzepts findet sich im Kapitel Methodik (4.2.4 Hemerobie)

2.3 Naturschutzfachlicher Wert

Der Begriff *naturschutzfachlich wertvoll* bzw. *naturschutzfachlich wertvolle Flächen* wird in dieser Arbeit häufig verwendet und bedarf daher einer klaren Definition. Im österreichischen Kontext ist der Begriff nicht einheitlich gesetzlich definiert, lässt sich jedoch klar charakterisieren.

Zu den naturschutzfachlich wertvollen Flächen zählen insbesondere Biotoptypen, die selten, gefährdet oder durch einen hohen strukturellen und ökologischen Wert gekennzeichnet sind. Solche Flächen sind beispielsweise als FFH-Lebensräume ausgewiesen (RL 92/43/EWG des Rates, 1992), in der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs (Essl *et al.*, 2004) oder werden im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen im Sinne der Verordnung (EU) 2024/1991 (2024) über die Wiederherstellung der Natur berücksichtigt.

Auch schutzwürdige Arten tragen zur naturschutzfachlichen Wertigkeit bei. Diese sind unter anderem in den Roten Listen Österreichs (Schratt-Ehrendorfer *et al.*, 2022; Umweltbundesamt, 2025), im Anhang der FFH-Richtlinie (RL 92/43/EWG des Rates, 1992) oder in der Vogelschutzrichtlinie (RL 2009/147/EG, 2009) gelistet.

Ein flächendeckender Gebietsschutz wird über verschiedene Instrumente gewährleistet: Einerseits durch die Ausweisung von Schutzgebieten mit entsprechenden Managementplänen (Umweltbundesamt, 2022a), andererseits durch Maßnahmen in der agrarischen Landnutzung, etwa im Rahmen des österreichischen Programms für umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL), das spezifische Bewirtschaftungsauflagen vorsieht (BML, 2023).

Die Bewertung, ob eine Fläche als naturschutzfachlich wertvoll einzustufen ist und in welchem Ausmaß, erfordert eine detaillierte fachliche Analyse. In dieser Arbeit wird dafür der Biotope Value (BV) als Maß herangezogen. Die Berechnung des BV erfolgt mittels einer adaptierten Formel basierend auf Pöll *et al.* (2016). Eine detaillierte Aufschlüsselung der verwendeten Parameter findet sich im Methodenkapitel (4.3.2.1 Biotope Value (BV)).

2.4 Ökosystemdienstleistungen / Landschaftsdienstleistungen

Das Prinzip der Ökosystemdienstleistungen beschreibt jene Waren und Dienstleistungen, welche die Natur als Naturkapital direkt oder indirekt zur Verfügung stellt und auf die Menschen angewiesen sind (De Groot, 2006; John *et al.*, 2019). Der Begriff *Landschaftsdienstleistung* kann auf Ebene der Landschaftsökologie und -planung sowie in der Raum- und Stadtplanung als synonyme Begriff für *Ökosystemdienstleistung* verwendet werden (John *et al.*, 2019). Sein Vorteil liegt darin, dass die lokale Bevölkerung ihr Umfeld eher als Landschaft denn als Ökosystem wahrnimmt (Termorshuizen and Opdam, 2009).

Nach wie vor besteht die Herausforderung, den Wert natürlicher und naturnaher Landschaften in konventionellen marktwirtschaftlichen und sozioökonomischen Kategorien auszudrücken. Dadurch werden naturschutzfachliche Argumente in wichtigen Entscheidungsprozessen häufig vernachlässigt oder gar ignoriert. Da Natur jedoch die Lebensgrundlage des Menschen darstellt, wird die Kapitalisierung dieser Leistungen auch kritisch gesehen. Dennoch ist die Konzeptualisierung von Ökosystemleistungen ein notwendiger Schritt, um im Naturschutz eine tragfähige Argumentationsbasis gegenüber von Stakeholdern zu schaffen (Costanza *et al.*, 1997; De Groot, 2006).

Laut *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) werden Ökosystemdienstleistungen in drei Klassen gegliedert: (1) Bereitstellungsleistungen, (2) Regulations- und Unterstützungsleistungen sowie (3) kulturelle Leistungen (Haines-Young and Potschin, 2018). Bereitstellungsdienste umfassen biotisch und abiotisch Güter, wie Rohstoffe und Nahrungsmittel. Regulierungs- und Unterstützungsdienste beinhalten Prozesse des Ökosystems, die menschliche Gesundheit, Sicherheit und Wohlbefinden gewährleisten, etwa Bestäubungsleistung, Schadstoffabbau oder Erosionsschutz. Kulturelle Dienstleistungen bezeichnen immaterielle Vorteile des Ökosystems, die zur

physischen und psychischen Gesundheit des Menschen beitragen, darunter sind ästhetische Aspekte aber auch physische und intellektuelle Interaktionen mit der Natur zu verstehen (Haines-Young and Potschin, 2018; John *et al.*, 2019).

Diese Arbeit stützt sich auf die Einteilung von De Groot *et al.* (2006; 2002), die Ökosystemdienstleistungen in fünf Funktionsgruppen differenziert: Regulierungs-, Habitat-, Produktions-, Informations- und Trägerfunktionen.

2.5 Vernetzung / Konnektivität von Landschaft

Landschaftsvernetzung kann als der Grad des möglichen oder eingeschränkten Ressourcenflusses innerhalb eines Gebietes definiert werden (Taylor *et al.*, 1993 zitiert nach Saura *et al.*, 2011). Bezogen auf einzelne Spezies bedeutet Vernetzung die potenziell erreichbare Fläche des Gesamthabitats, ausgehend von einem bestimmten Punkt in der Landschaft. Dabei wird zwischen struktureller und funktioneller Konnektivität unterschieden. Strukturelle Konnektivität bezieht sich auf die räumliche Vernetzung innerhalb und zwischen einzelnen Habitaten, Korridoren oder Trittsteinbiotopen. Funktionelle Konnektivität berücksichtigt zusätzlich das Verhalten der Organismen in Bezug auf die Landschaftsstruktur. (Crooks and Sanjayan, 2006; Saura *et al.*, 2011). Da aus der Landschaftsmatrix nicht automatisch auf Bewegungsflüsse und die räumliche Verteilung von Organismen geschlossen werden kann, ist es wichtig, beide Modelle zu verknüpfen und miteinander zu vergleichen (Crooks and Sanjayan, 2006). In dieser Arbeit werden neben räumlichen Distanzanalysen auch die naturschutzfachliche Qualität von Biotopen sowie relative Artenvielfalt erhoben und analysiert.

Eine unzureichende Landschaftsvernetzung und die Isolation von Habitaten kann weitreichende negative Auswirkungen auf ökologische Prozesse wie Bestäubung, Samenverbreitung, Genfluss, Migration und Fortpflanzung von Wildtieren haben (Crooks and Sanjayan, 2006). Die Verbesserung der Landschaftskonnektivität stellt daher ein zentrales Ziel für den Schutz der Biodiversität dar, insbesondere in Anbetracht der fortschreitenden ökologischen Veränderungen durch den Klimawandel (Hannah *et al.*, 2002; Saura *et al.*, 2011). Zum einen verändert sich die Verbreitung von Arten und deren Habitaten, zum anderen müssen sich auch Land- und Forstwirtschaft den klimatischen Veränderungen anpassen, wodurch die Landschaftsmatrix zusätzlich beeinflusst wird. Landschaftsvernetzung ist somit als dynamisches Konzept zu verstehen, das beim Management von Grüner Infrastruktur und

bei der Planung von Schutzgebieten berücksichtigt werden sollte (Hannah *et al.*, 2002; Crooks and Sanjayan, 2006).

2.6 Vernetzung von Schutzgebieten in Bezug auf den Nationalpark Thayatal und NATURA 2000

Der Nationalpark Thayatal wurde am 21.05.2000 offiziell eröffnet. Die gesetzliche Grundlage dafür ist die Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG zwischen dem Bund und dem Land Niederösterreich zur Errichtung und Erhaltung eines Nationalparks Thayatal (LGBl 5507-0, 1998). Der Nationalpark hat derzeit eine ausgewiesene Fläche von 1360 ha und ist somit der kleinste der sechs Nationalparks in Österreich. Er liegt im Norden Österreichs an der Grenze zu Tschechien und nimmt zusammen mit dem tschechischen Nationalpark Podyjí eine Fläche von etwa 7700 ha ein (Übl *et al.*, 2022).

Die umliegenden Flächen des Nationalpark Thayatal werden agrar- und forstwirtschaftlich genutzt, was zu einer kaum vorhandenen Pufferzone um den Nationalpark führt und Randeffekte durch die getätigte Nutzung bedingt (Übl *et al.*, 2022). Es genügt nicht Schutzzonen auszuweisen, wenn diese unzureichend vernetzt sind und es keine Korridore im umliegenden Gebiet gibt. Ein integrales Schutzgebietsnetzwerk stellt eine Schlüsselfunktion zur Bewahrung von Biodiversität und ökologischen Prozessen dar (Benedict and McMathon, 2002). Viele Arten sind auf geeignete Migrationskorridore angewiesen, um Nahrungs-, Überwinterungs-, Rast- und Paarungsgebiete aufsuchen zu können. Oft sind diese Korridore jedoch nur spärlich vorhanden und durch landwirtschaftliche Flächen, Siedlungsgebiete und Infrastruktur zerschnitten. Eine effiziente Grüne Infrastruktur kann Abhilfe schaffen, um die Vernetzung von Schutzgebieten zu verbessern (John *et al.*, 2019).

In der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie von 1992 (Art.3, Abs. 1) wird festgehalten, dass ein kohärentes europäisches ökologisches Netz besonderer Schutzgebiete (NATURA 2000-Gebiete) errichtet werden soll (RL 92/43/EWG des Rates, 1992). Sowohl die EU- als auch die österreichische Biodiversitätsstrategie 2030 fordern den gesetzlichen Schutz von 30% der Landfläche und 30% der Meeresgebiete der EU bzw. Österreichs (Europäische Kommission, 2020; Stejskal-Tiefenbach *et al.*, 2022). Die Europäische Union geht noch einen Schritt weiter und verlangt, dass von diesen 30% ein Drittel streng geschützt wird (Europäische Kommission, 2020). In Österreich sind derzeit rund 3% der Landesfläche

streng geschützt (z.B. Nationalparks und Wildnisgebiete, IUCN Kategorie I und II), rund 14% sind geschützt (z.B. Naturschutzgebiete und NATURA 2000-Gebiete, IUCN Kategorie III und IV) und weitere rund 12% gering geschützt (z.B. Landschaftsschutzgebiete, IUCN Kategorie V) (Stejskal-Tiefenbach *et al.*, 2022; Umweltbundesamt, 2022b). Österreich hat somit die Verpflichtung bestehende strenge Schutzgebiete auszuweiten und weitere Flächen als strenge Schutzgebiete auszuweisen. Die Umsetzung von Nationalparkerweiterungen sind auch im Regierungsprogramm 2020 – 2024 festgelegt worden (Stejskal-Tiefenbach *et al.*, 2022).

Bereits in der Vereinbarung zur Errichtung und Erhaltung des Nationalparks Thayatal von 1989 wird in Artikel II, Absatz 1 festgehalten, dass der Nationalpark bis zu 1700 ha umfassen soll (LGBl 5507-0, 1998). Im Managementplan des Nationalparks Thayatal 2021-2030 werden als Ziele unter anderem die Flächenerweiterung und die Einrichtung von ökologischen Pufferflächen genannt. Dadurch sollen Störungseffekte durch Bewirtschaftungseinflüsse auf den Nationalpark und dessen Schutzgüter reduziert werden. Konkrete Flächen dafür müssen fachlich begründet werden (Übl *et al.*, 2022).

Für diese fachliche Begründung ist eine fundierte Kenntnis der an den Nationalpark angrenzenden Flächen erforderlich. Dazu tragen wissenschaftliche Projekte wie die „*MaGIC Landscapes*“ und „*Wo ist die Grenze? – Kde je hranice*“ bei, indem sie Landbedeckungsdaten analysieren und Aufschluss über den naturschutzfachlichen Wert des Gebiets geben (Interreg Central Europe, 2020; Fuchs *et al.*, 2023).

3. Fragestellung und Hypothesen

Ziel der Arbeit ist es, die vorhandene Grüne Infrastruktur (GI) in Probeflächen der Gemeinden Hardegg und Weitersfeld zu analysieren. Die Flächen werden hinsichtlich ihrer naturschutzfachlichen Qualität, strukturellen Diversität und funktionalen Vernetzung analysiert, zudem wird deren Beitrag zu Landschaftsdienstleistungen bewertet. Aus den gewonnenen Informationen sollen folgende Fragestellungen behandelt werden:

3.1 Fragestellung

Deskriptive Analyse

1. Welche Biotoptypen und Landnutzungsformen treten im Untersuchungsgebiet auf?
2. Wie ist die naturschutzfachliche Qualität der Grünen Infrastruktur im Gebiet?
 - a. Hemerobie
 - b. Biotop Value (BV)
 - c. Shannon's Diversity Index (SHDI)
 - d. Edge Density (ED_1)
3. Wie gut ist die funktionale Vernetzung der Grünen Infrastruktur in den Probeflächen, ermittelt auf Basis von Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA) und Euclidean Distance (ED_2)?
4. Welche Ökosystem- bzw. Landschaftsdienstleistungen (LDL) stellen die untersuchten Flächen bereit?

Zusammenhänge

5. Inwieweit steht die anhand von MSPA und ED_2 ermittelte funktionale Vernetzung der Grünen Infrastruktur im Zusammenhang mit den Funktionsgruppen der Landschaftsdienstleistungen?
6. In welchem Zusammenhang stehen strukturelle Diversität (SHDI) und naturschutzfachliche Qualität der Grünen Infrastruktur, gemessen am Biotop Value (BV), mit der Erbringung von Landschaftsdienstleistungen (GFW)?

3.2 Hypothese

Eine strukturell diverse, naturschutzfachlich hochwertige und funktional gut vernetzte Grüne Infrastruktur erbringt höhere Landschaftsdienstleistungen.

4. Methodik

4.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in den Gemeinden Hardegg und Weitersfeld im Norden Niederösterreichs. Weitersfeld gehört zum Bezirk Horn und ist Teil des Waldviertels. Hardegg gehört zum Bezirk Hollabrunn und liegt nach Vischer (1697) im Weinviertel. Die Einteilung ist mit den heutigen Verwaltungsgrenzen jedoch nicht exakt vergleichbar, da manche Gemeinden zwischen zwei Vierteln liegen und auf Basis der Bezirkszugehörigkeit zugeteilt wurden (Land Niederösterreich, 2021). Hardegg liegt zwischen Wald- und Weinviertel und ist nicht eindeutig zuordenbar (Übl *et al.*, 2022). Im Norden grenzt das Untersuchungsgebiet dieser Arbeit an den Nationalpark Thayatal, der in Tschechien in den Nationalpark Podyjí übergeht. Diese Arbeit bezieht sich auf ein Subsample von sieben Quadranten des Projektes "Wo ist die Grenze? – Kde je hranice?" (Abbildung 1).

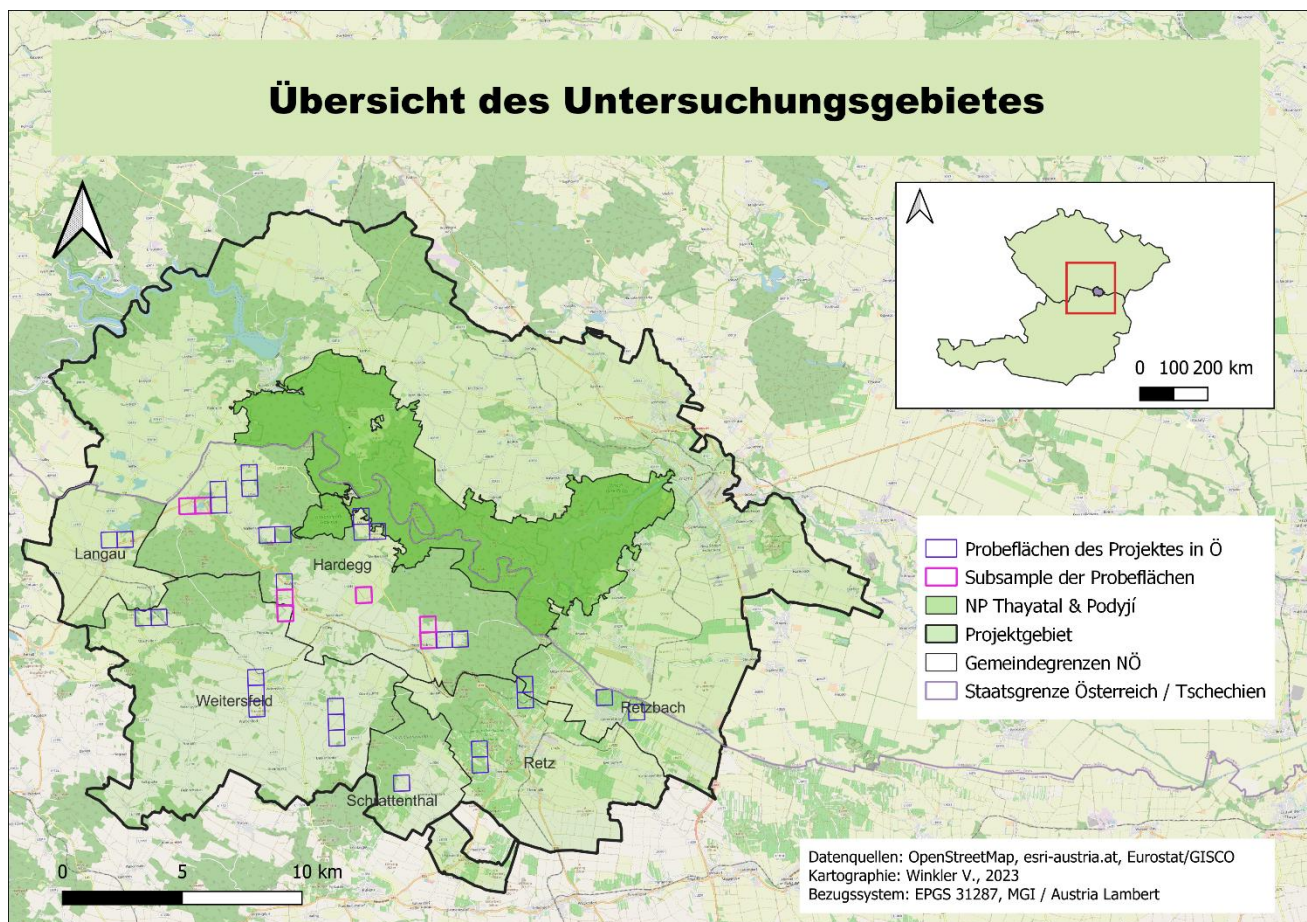


Abbildung 1: Übersicht des Untersuchungsgebietes. Die violetten Quadrate definieren, die Probeflächen des Projektes "Wo ist die Grenze? – Kde je hranice?" in Österreich. Die pinken Quadrate zeigen ein Subsample des Projektes, welches in dieser Arbeit behandelt wird.

4.1.1 Geologie und Geografie des Untersuchungsgebietes

Die sieben erhobenen Quadranten liegen zwischen den Großlandschaften der Böhmisches Masse und des Alpenvorlandes und sind Teil der Eurasischen Platte. Die Böhmisches Masse im Norden Österreichs gliedert sich in die tektonischen Einheiten Moravikum und die Moldanubikum, die während der alpinen Gebirgsbildung gehoben wurden. Das Massiv besteht hauptsächlich aus Graniten und Granodioriten sowie aus einer Vielzahl weiterer metamorpher Gesteine wie Orthogneise (Embleton-Hamann, 2022). Diese Gesteine bestimmen das Landschaftsbild wesentlich und formen oft felsige Kuppen und vernässte Senken, die mit feinem Verwitterungsmaterial gefüllt sind. Dadurch entstanden im Mühl- und Waldviertel feingliedrig-mosaikartige Kulturlandschaften, die ein wellig-kuppiges Hochland überziehen (Geologische Bundesanstalt, 2023b). Im Gegensatz dazu zeichnet sich der Südosten der Böhmisches Masse durch tief eingeschnittene Talmäander aus, deren markantestes Beispiel die Täler der Thaya darstellen. Diese sind durch tektonische Hebungen und Flusseinschnitte entstanden (Embleton-Hamann, 2022).

Das Alpenvorland ist in Ober- und Niederösterreich in seiner geographischen Ausdehnung deckungsgleich mit der Molassezone als geologische Einheit. Hier sind klastische Sedimente aus dem Neogen wie Kiese, Sande, Tone und Tegel die vorherrschende Gesteinsart. Harte Konglomerate und Kalksteine treten hingegen nur selten auf. Aufgrund dieser geologischen Gegebenheiten zeigt das Gelände sanfte, hügelige Formen, die in weiterer Folge zu einer Konzentration von Landwirtschaft, Siedlungsgebieten, Industrie und Verkehr führen (Embleton-Hamann, 2022; Geologische Bundesanstalt, 2023a).

Die geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes (Abbildung 2) zeigt die Gesteinsprofile der einzelnen Probeflächen (Weber, 2013). Diese liegen vorwiegend im Übergangsbereich zwischen Molassezone und Orthogneis. Die Probeflächen 697 und 698 weisen Marmor und Kalksilikatgestein auf.

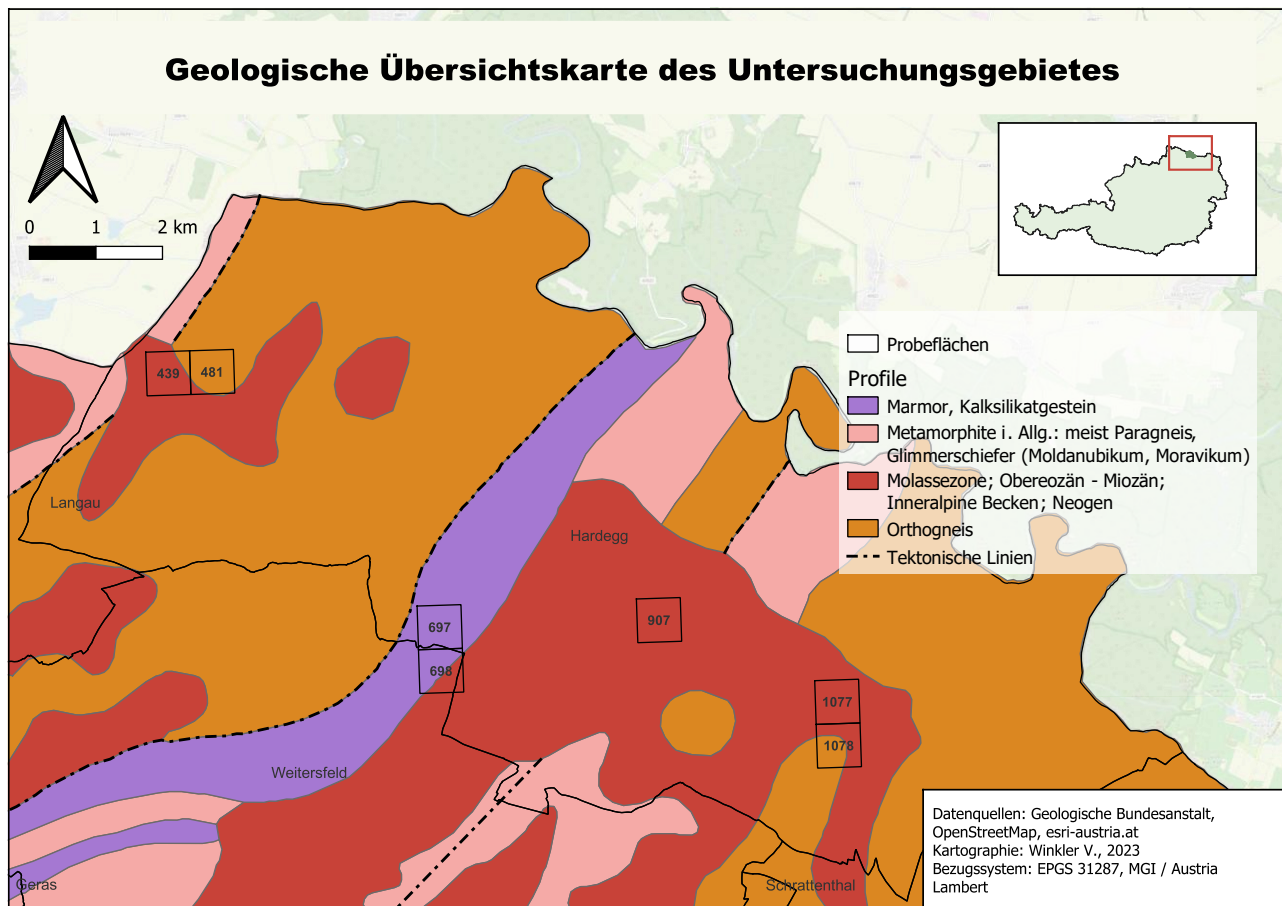


Abbildung 2: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes auf Basis von Daten des Datensatzes der geologischen Bundesanstalt (Weber, 2013)

4.1.2 Klima des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt zwischen dem pannonisch geprägtem Weinviertel im Osten und kontinentalem Klima des Waldviertels im Westen, demnach gibt es einen deutlichen Temperatur- und Niederschlagsverlauf (Übl *et al.*, 2022).

Das Waldviertler Hochland im nordwestlichen Niederösterreich an der Grenze zu Tschechien, weist eine jährliche Durchschnittstemperatur von ca. 7°C und eine Niederschlagsmenge von 500 bis 700mm auf (Embleton-Hamann, 2022). Die Daten des (ZAMG, no date b) zeigen im Vergleich mit dem österreichischen Klimamittelwert von 1981 – 2010, dass in den Bezirken Hollabrunn und Retz die Niederschlagsmenge relativ gering ausfällt (Tabelle 2). Das westliche Weinviertel in Richtung Wiener Becken ist mit einem einer jährlichen Niederschlagsmenge von 450 bis 500 mm eines der trockensten Gebiete Österreichs (Embleton-Hamann, 2022). Insgesamt weisen die Daten der ZAMG und auch die Literatur darauf hin, dass im Untersuchungsgebiet ein Niederschlagsgradient von Westen nach Osten vorzufinden ist.

Tabelle 2: Übersicht der Klimamittelwerte von 1981 - 2010 für die Wetterstationen Hollabrunn und Retz, sowie Wetterdaten der Station Retz Windmühle aus 2022. Die jeweiligen Parameter geben das Jahresmittel an. Die Daten stammen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG, n.d. b, n.d. a). Die Mittelwerte für Österreich wurden anhand der vorhandenen Daten berechnet.

Wetterstation	Hollabrunn 1981-2010	Retz 1981-2010	Österreich 1981-2010	Retz Windmühle 2022
Lufttemperatur	9.2 °C	9.5 °C	7.28 °C	11,1 °C
Niederschlagssumme	519 mm	483 mm	1001 mm	477 mm
Summe der absoluten Sonnenscheindauer	keine Daten	1827 h	759 h	2002 h
Tage mit Schneehöhe von mind. 1 cm	43 d	keine Daten	85 d	keine Daten
Windgeschwindigkeit	3.3 m/s	3.3 m/s	2.2 m/s	3.7 m/s
relative Luftfeuchtigkeit um 14 Uhr	59.10%	59.50%	61.00%	57.00%

Die dem Untersuchungsgebiet nächst gelegene Wetterstation der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik liegt in Retz Windmühle (ZAMG, n. d. a). Im Jahr der Datenaufnahme 2022 wurde bei der Station Retz Windmühle ein Jahresmittel der Lufttemperatur von 11,1°C und eine Niederschlagsmenge von 477 mm (Tabelle 2) gemessen. Die Lufttemperatur war im Jahr 2022 in Retz höher als im 30-jährigen Mittel der Vorjahre.

Die Vegetationsperiode dauerte 2022 von 05. April bis 17. November. Als Vegetationsperiode wird laut ZAMG (2020), die Jahresperiode mit einem Tagesmittel der Lufttemperatur von größer oder gleich 5°C. Diese Periode kann durch zwei aufeinander folgende Tage mit einem Lufttemperaturmittel unter 5°C unterbrochen sein.

4.1.3 Sekundäre Landschaftsstruktur des Untersuchungsgebietes

Das Gebiet und vor allem die Probeflächen sind weitgehend agrarwirtschaftlich geprägt mit nicht bewässertem Ackerland (Abbildung 3). Auf den Probeflächen 481 und 439, sowie am Rand der Flächen 1077 und 1078 tritt auch komplexe Parzellenstruktur auf. Im Ortskern der Gemeinde Riegersburg (Probefläche 481 und 439) befinden sich zwei periodische Fischteiche. Im Süden der Probeflächen 1077 und 1078 gibt es landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Vegetation. Die Probefläche 1078 hat einen großen Anteil an nicht durchgängiger städtischer Prägung durch die Gemeinde Niederfladnitz. Flächen mit Waldbedeckung sind ausschließlich in zwei Probeflächen vorzufinden (697, 698), hier handelt es sich um Mischwald. Die herangezogenen Daten der Corine Land Cover zeigen allerdings nur einen sehr groben Überblick mit einer Minimum Mapping Unit von 5 ha und einer Kategorisierung von 44 Landbedeckungsklassen (European Environment Agency, 2019).

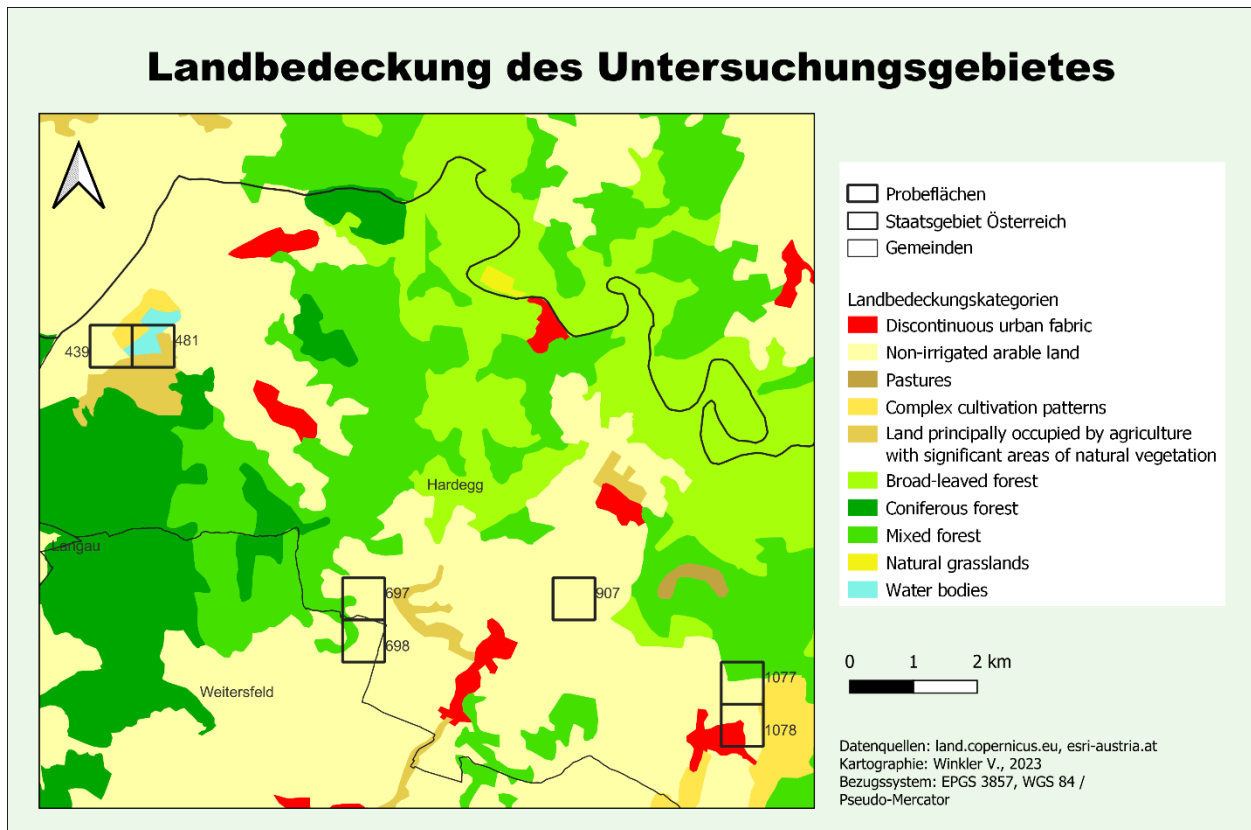


Abbildung 3: Landbedeckungskarte des Untersuchungsgebietes nach Corine Land Cover Version 2020, mit Gemeinde- und Staatsgrenzen (European Environment Agency, 2019)

4.1.4 Sampling Design

Es wurden 7 Quadranten mit einer Fläche von je 650m x 650m flächendeckend kartiert (Abbildung 4). Das Untersuchungsgebiet dieser Arbeit ist ein Subsample des Interreg Projektes „Wo ist die Grenze? – Kde je hranice?“ (Fuchs *et al.*, 2023) (Abbildung 1). Das Projekt umfasst insgesamt 47 Quadranten in den umliegenden Gemeinden des Nationalparks Thayatal, darunter Lengau, Hardegg, Weitersfeld, Retzbach, Retz und Schrattenthal, die zum Teil selektiv oder flächendeckend kartiert wurden. Für die Auswahl der einzelnen Quadranten wurde ein Raster über das gesamte Gebiet gelegt und nach den Kriterien Landschaftstypen, Naturraum und Landnutzung stratifiziert. Bei der Auswahl wurden unter anderem bestimmte Kulturlandtypen wie Feuchtgebietskorridore, Weinbaulandschaft, groß- und kleinteilige Ackerbaulandschaften, Trockenrasen, Wälder und extensive bis intensive Wiesen berücksichtigt und gruppiert. Aus den geschichteten Zufallsstichproben ergibt sich auch die Nummerierung der Quadranten.

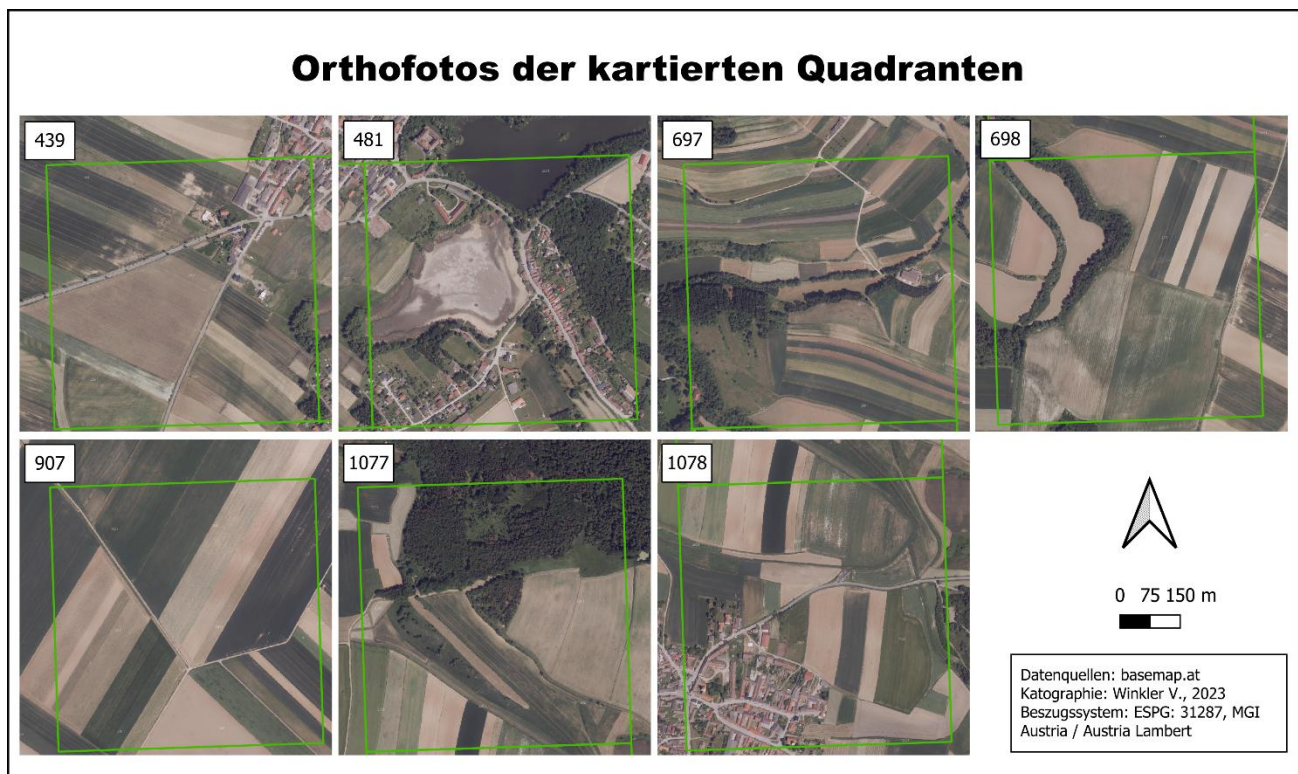


Abbildung 4 Orthofotos der kartierten Quadranten. Die Zahlen geben die Nummer der Probeflächen an.

4.2 Datenerfassung / Dateneingabe

Daten wurden an insgesamt 17 Tagen erfasst, in einem Zeitraum von 23. Mai bis 18. August 2022. Die sieben Probeflächen wurden flächendeckend kartiert. Für jedes erfasstes Biotop wurde eine Laufnummer (Biotop-Nr.) vergeben und ein Erhebungsbogen ausgefüllt (11.1Anhang 1). Lokalisiert wurden die Biotope analog mittels Satellitenbildern der Probeflächen im Maßstab von 1:200 m. Die Mindestkartierfläche (Minimum Mapping Unit) beträgt 5m². Es wurden aber auch kleinere Flächen wie Einzelbäume und Sträucher erfasst, wenn sie von Relevanz waren. Nicht begehbare Privatgärten wurden als eine Fläche kartiert.

Für die Bestimmung von Arten wurden die Exkursionsflora für Österreich, Lichtenstein und Südtirol (Fischer *et al.*, 2008) und die Exkursionsflora von Deutschland (Rothmaler and Jäger, 2011) verwendet. Die Kategorisierung von Biotoptypen erfolgte mittels diversen Biotoptypenkatalogen (siehe 4.2.3 Biotoptypen).

Die erfassten Daten wurden anschließend von den Erhebungsbögen und Orthofotos in das Programm MS Excel übertragen und mit der Software QGIS digitalisiert (QGIS Development Team, 2022; Microsoft Corporation, 2023).

4.2.1 Grüne Infrastruktur / Keine Grüne Infrastruktur

Um die zentrale Fragestellung dieser Arbeit zu beantworten, war in erster Linie wichtig, die kartierten Flächen als „Grüne Infrastruktur“ (GI) bzw. als „Keine Grüne Infrastruktur“ (KGI) zu kategorisieren. In dieser Arbeit wurden alle natürlichen und naturnahen Landschaftselemente als Grüne Infrastruktur erhoben. Weiters wurde noch zwischen linearen Elementen Grüner Infrastruktur (LGI), wie Flüssen, Bächen, Rainen und Hecken, und flächigen Elementen (FGI) unterschieden (Mazza *et al.*, 2011; John *et al.*, 2019).

4.2.2 Landnutzungstypen

Für jedes Biotop wurde ein Landnutzungstyp bestimmt. Dafür wurde die „Kartierungsanleitung – Landschaftsstruktur“ nach Wrabka *et al.* (2015) herangezogen und aus insgesamt 78 Landnutzungstypen der passendste ausgewählt. Die verwendete Liste kann in 11.3 Anhang 3 - Landnutzungstypen eingesehen werden.

4.2.3 Biotoptypen

Die erhobenen Flächen wurden anhand der „Liste der selektiv zu kartierenden Biotope – Wachau“ (Wrabka, 2015 verändert nach Essl *et al.*, 2002-2015) einem Biotoptyp zugeteilt. Ausgenommen von dieser Zuteilung waren Flächen die als „Non Green Infrastruktur“ kartiert wurden, diese waren vorwiegend intensive Agrarflächen, Verkehrswege und Siedlungsgebiete. Die vollständige Liste der Biotoptypen ist in 11.2 Anhang 2 angeführt. In Fällen, in denen keiner der gelisteten Biotoptypen zutraf bzw. eine genauere Beschreibung sinnvoll war, erfolgte eine zusätzliche Kategorisierung durch die Referenzliste der Biotoptypen Österreichs (Essl *et al.*, 2015). Konnten die Biotoptypen ebenfalls einem Flora-Fauna-Habitat-Lebensraumtyp zugeordnet werden, wurde auch dieser angegeben.

4.2.4 Hemerobie

Der Grad der Hemerobie oder auch der menschliche Einfluss auf die Natur wurde nach einer siebenstufigen Skala von metahemerob (verödet) bis ahemerob (natürlich) bestimmt (Tabelle 3). Die verwendete Kartieranleitung zur Einstufung von Landschaftselementen bzw. Biotopen, mit Beispielen der österreichischen Kulturlandschaft, ist in 11.4 Anhang 4 nachzulesen.

Tabelle 3: Skala der Hemerobie (Sukopp et al, 1972 und Grabherr et al. (1993) zitiert nach Wrбка et al., 2015)

C-CODE	WERT	HEMEROBIOTIC STATE	HEMEROBIE
MEH	1	Metahemerob - paved, built up, destroyed	Metahemerob
POH	2	Polyhemerob...- completely transformed	Polyhemerob
AEUH	3	a-euhemerob - partly transformed	a-euhemerob
BEUH	4	b-euhemerob - strongly influenced	b-euhemerob
MSH	5	Mesohemerob - moderately influenced	Mesohemerob
OLH	6	Oligohemerob...- seminatural	Oligohemerob
AH	7	Ahemerob...- natural	Ahemerob

4.2.4 Weitere erfasste Parameter der Landschaftskartierung

Neben den bereits erwähnten Parametern wurden zusätzlich folgende Daten erhoben: Artenreichtum, Anteil besonderer Arten, Anteil Störungszeiger und/oder invasive Neophyten, Strukturreichtum, wertbestimmende Merkmale, aktuelle Pflege bzw. Landnutzung, Störungseinflüsse und negative Randeffekte. Diese Merkmale wurden nach objektiver Einschätzung vor Ort mittels einer Rangskala bewertet. Die Rangskala reicht von 1 („nicht vorhanden“) bis 5 („sehr hoch“). Bei den negativen Parametern „Anteile Störungszeiger und/oder Neophyten“ und „Störungseinflüsse und negative Randeffekte“ wurde das Skalenniveau entgegengesetzt angewandt, sprich ein nicht vorhandener Störungseinfluss erhält das Skalenniveau 5 und umgekehrt. Eine Ausnahme stellt die Landnutzung dar, diese wurde nach den Kategorien „zu intensiv“, „optimal“, „zu extensiv“ und „nicht vorhanden“ bewertet.

Für die Bewertung des Strukturreichtums, der wertbestimmenden Merkmale und der Störungseinflüsse wurde eine Referenzliste herangezogen (11.5 Anhang 5 –

4.3 Datenanalyse

4.3.1 Deskriptive Statistik der Landschaftsstruktur und Biotopkartierung

Die Auswertung der Biotopkartierung erfolgte mit MS Excel (Microsoft Corporation, 2023) und QGIS (QGIS Development Team, 2022). Dabei wurden die flächenmäßigen Anteile aufsummiert und im Vergleich zum gesamten Untersuchungsgebiet prozentuell dargestellt.

4.3.2 Biodiversitätsrelevante Landschaftsindizes

4.3.2.1 Biotope Value (BV)

Der Biotope Value beinhaltet acht Parameter, die bei der Erhebung der einzelnen Biotopflächen aufgenommen wurden: Hemerobie, Artenreichtum, Anteil besonderer Arten, Anteil Störungszeiger / Neophyten, Struktureichtum, wertbestimmende Merkmale, Störungseinflüsse / erkennbare akute Gefährdung der Fläche und negative Randeffekte / Störungseinflüsse von Nachbarflächen. Da die einzelnen Parameter keine einheitliche Rangskala aufweisen, wurden diese vor der Berechnung auf den Faktor 10 skaliert.

Die Parameter wurden aufsummiert, wobei der Hemerobie eine höhere Gewichtung von 30% zukommt, die Summe der übrigen Parameter werden mit jeweils 10% gewichtet (Tabelle 4).

Eine ähnliche Formel wurde von Pöll, Willner and Wrbka (2016) angewandt, hierbei wurde allerdings anstelle der Hemerobie ein Experten basierter Biotoptyp-Wert herangezogen.

Tabelle 4 Biotope Value (BV)

Biotope Value (BV) Je höher der BV ist, desto naturschutzfachlich wertvoller ist das Biotop. <i>Range: 0 - 10</i>	$BV = 0.3 * v_{hem} + 0.1 * (v_{AR} + v_{AB} + v_{SZ} + v_{SR} + v_{WM} + v_{SE} + v_{NR})$ v_{hem} ...Hemerobie v_{AR} ...Artenreichtum v_{AB} ...Anteil Besonderer Arten v_{SZ} ...Anteil Störungszeiger und / oder Neophyten v_{SR} ...Struktureichtum v_{WM} ...wertbestimmende Merkmale v_{SE} ...Störungseinflüsse / erkennbare akute Gefährdung der Fläche v_{NR} ...negative Randeffekte / Störungseinflüsse von Nachbarflächen
--	---

4.3.2.2 Shannon's Diversity Index (SHDI)

Shannon's Diversity Index wird berechnet, um die Diversität von Probeflächen hinsichtlich ihrer Biotoptypen festzustellen. Der SHDI hat eine Range von 0 bis ∞ , wobei der Wert 0 der geringsten Diversität entspricht und bedeutet, dass nur ein Biotoptyp auf der Fläche vorkommt. Je höher der SHDI

ausfällt, desto mehr unterschiedliche Biotoptypen befinden sich auf einer Fläche und desto gleichmäßiger ist deren Größe verteilt (McGarigal and Marks, 1995).

Die Berechnung des SHDI wurde mit dem QGIS Plug in LecoS (Landscape Ecology Statistics) durchgeführt (Jung, 2013, 2022). Die verwendete Formel und deren Beschreibung kann in Tabelle 5 eingesehen werden.

Tabelle 5: Shannon's Diversity Index

Shannon's Diversity Index (SHDI) Je höher der SHDI, desto mehr Biotoptypen und desto gleichmäßiger ist die proportionale Verteilung der Biotoptypen auf die Fläche. <i>Range: $\geq 0 - \infty$</i>	$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i \times \ln P_i)$ <i>P_i ... Verhältnis von Fläche bedeckt von Biotoptypen i</i>
---	---

4.3.2.3 Edge Density (ED₁)

Die Edge Density wird aus der Gesamtlänge der Ränder einer Klasse pro Gesamtfläche berechnet (McGarigal and Marks, 1995). Als Klassen wurden, wie bei den Landschaftsdienstleistungen, die abgeleiteten Corine Landcover Klassen herangezogen. Die Edge Density ist ein Maß zur Bewertung der Landschaft und gibt wie Shannon's Diversity Index Aufschluss über die Strukturvielfalt und Fragmentierung einer Fläche.

Die Berechnung der Edge Density wurde mit dem QGIS Plug in LecoS (Landscape Ecology Statistics) durchgeführt (Jung, 2013, 2022). Die verwendete Formel und deren Beschreibung kann in Tabelle 6 eingesehen werden.

Tabelle 6: Edge Density

Edge Density (ED₁) Je höher der ED, desto mehr Flächenränder pro Biotoptyp bzw. Nutzungstyp im Vergleich zur Gesamtfläche sind vorhanden und desto strukturierter und fragmentierter ist die Fläche. <i>Range: $\geq 0 - \infty$</i>	$ED = \frac{E}{A} \times 10.000$ <i>E ... Gesamtlänge aller Ränder einer Klasse [m]</i> <i>A ... Gesamtfläche der Probefläche [m²]</i>
---	--

4.3.3 Funktionalitätsanalyse

4.3.3.1 Landschaftsdienstleistungen - Gesamtfunktionalitätswert

Die Landschaftsdienstleistungen (LDL) und der Gesamtfunktionalitätswert (GFW) der einzelnen kartierten Flächen wurde anhand einer Matrix aus dem Interreg Projekt „MaGIC Landscapes“ bestimmt. Der GFW setzt sich aus den LDL zusammen und stellt einen Indikator für die Multifunktionalität von

Grüner Infrastruktur dar. Die Landschaftsdienstleitungen bestehen aus den fünf Funktionsgruppen: Regulierungsfunktionen (RF), Habitatfunktionen (HF), Produktionsfunktionen (PF), Informationsfunktionen (IF) und Trägerfunktionen (TF) (Interreg Central Europe, 2020).

Dafür wurden den erhobenen Biototypen und Landnutzungstypen die am besten passende Corine Landbedeckungsklasse (CLC) zugewiesen und der daraus resultierende Werte abgeleitet (Anhang 611.7 Anhang 7). Die Werte der erhobenen Flächen wurden mit der Software QGIS für die jeweilige Probefläche aufsummiert (QGIS Development Team, 2022). Anschließend wurde das gewichtete Mittel der Summen mit MS-Excel berechnet (Microsoft Corporation, 2023).

4.3.4 Konnektivitätsanalyse

4.3.4.1 Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA)

Die Konnektivitätsanalyse erfolgt durch die Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA) und wird mit der Software GUIDOS Toolbox durchgeführt (Soille and Vogt, 2009; Vogt and Riitters, 2017; Vogt, 2023). Bei der MSPA werden Kerngebiete der Grünen Infrastruktur definiert und ihre Verbindungen, Korridore und deren Lage zueinander beschrieben (Danzinger *et al.*, 2020). So können Informationen über Form, Konnektivität und räumliche Anordnung der Bildkomponenten generiert werden (Vogt and Riitters, 2017). Eingabedaten sind die Kategorien „GI“ (Green Infrastructure) als Vordergrund mit dem Wert 2, „NGI“ (Non Green Infrastructure) als Hintergrund mit dem Wert 1 und Leerwerte mit dem Wert 0. Dafür mussten die originalen Vektorkarten der sieben Probeflächen in eine binäre 8-bit Rasterkarte transferiert werden, dieser Vorgang erfolgte mit der Software QGIS. Die MSPA unterteilt ein rasterbasiertes Binärbild in sieben Vordergrundkategorien: Kernfläche (Core), Insel (Islet), Schleife (Loop), Brücke (Bridge), Lücke (Perforation), Randfläche (Edge), und Abzweigung (Branch). Zudem gibt es drei Hintergrundkategorien Hintergrund (Background), Randöffnung (Border-Opening) und Kernöffnung (Core-Opening) (Abbildung 5).

Die Kernfläche wird durch jene Vordergrund Pixel definiert, deren Distanz zum Hintergrund größer als die angegebene Randbreite ist. Inseln sind zusammenhängende Vordergrundbereiche, die keine Kern-Pixel enthalten. Brücken und Schleifen sind Gruppen von Vordergrundpixeln, die Kernbereiche verbinden und deren Entfernung die Homotopie des Bildes verändern würde. Brücken verbinden verschiedene Kernbereiche, während Schleifen den gleichen Kernbereich verbinden. Rand-Pixel sind noch nicht klassifizierte Vordergrundpixel, deren Abstand zu Kern-Pixeln kleiner als die Randbreite ist. Sie werden in äußere (Randflächen) und innere (Lücken) Ränder unterteilt. Abzweigungen gehö-

ren zu keiner der vorher definierten Kategorien und entstehen entweder aus Rand- oder Verbindungs-Pixeln. Sie können an Kern-Pixel angrenzen und als Verbindungspunkte markiert werden (Soille and Vogt, 2009).

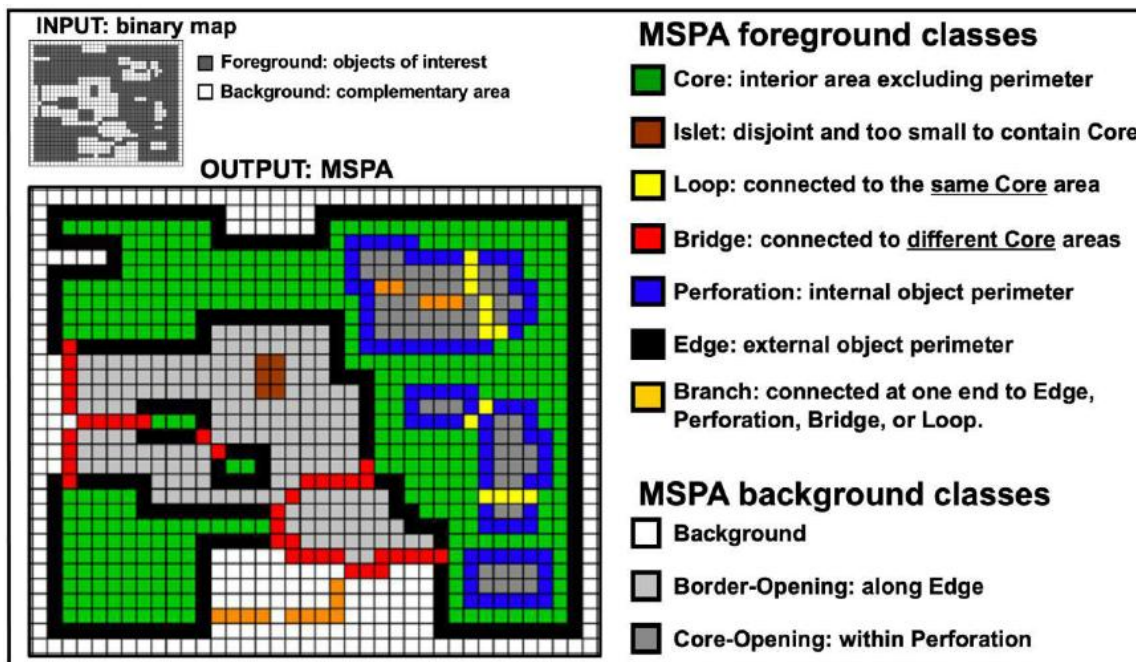


Abbildung 5: Kurzerklärung der MSPA Klassen nach Vogt (2022)

4.3.4.2 Euklidische Distanz (ED_2)

Die Euklidische Distanz ist eine weitere Methode der Konnektivitätsanalyse, welche die Distanz innerhalb und außerhalb von Objekten auf Karten darstellt. Dadurch werden die Einflusszonen jedes Objektes und die paarweise Nähe zwischen benachbarten Bildobjekten sichtbar (Vogt and Riitters, 2017). Dieses Analyseschema eignet sich, um Hotspots stark fragmentierter Gebiete und kosteneffiziente Verbindungswege für die Restaurationsplanung zu eruieren (Danzinger *et al.*, 2020).

Als Eingabedaten werden dieselben binären Rasterdaten mit einer Pixeltiefe von 1m verwendet wie bei der MSPA-Analyse. Durchgeführt wird die Analyse mit der Software GUIDOS Toolbox (Vogt and Riitters, 2017; Vogt, 2023).

4.3.5. Zusammenhang der Funktionalität und Konnektivität

4.3.5.1 Vergleich: Landschaftsdienstleistungen und MSPA

Zur Veranschaulichung möglicher Zusammenhänge zwischen den Landschaftsdienstleistungen und dem Output der MSPA-Analyse, wurden die Funktionsgruppen der LDL und die MSPA-Kategorien mittels Streudiagrammen gegenübergestellt. Die Erstellung der Plots erfolgte mit R und RStudio (R Core Team, 2023; RStudio Team, 2024).

4.3.5.2 Korrelationsanalyse: GFW / SHDI / BV

Die Auswertung und der Vergleich der berechneten naturschutzfachlichen Parameter: Gesamtfunktionalitätswert (GFW), Shannon's Diversity Index (SHDI) und Biotop Value (BV) erfolgte mit der Software R und R-Studio (R Core Team, 2023; RStudio Team, 2024). Zunächst wurden die Daten graphisch durch Streudiagramme und analytisch mittels dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung geprüft. Da diese gegeben ist, wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt.

5. Ergebnisse

5.1 Deskriptive Ergebnisse der Landschaftsstruktur und Biotopkartierung

5.1.1 Grüne Infrastruktur

Mehr als 70% der Fläche der gesamten Probeflächen weisen keine Grüne Infrastruktur auf, die restlichen 29% gliedern sich in die Kategorien „Lineare Grüne Infrastruktur“ (~5%) und „Flächige Grüne Infrastruktur“ (24%). Nur zwei Probeflächen (481 und 1077) haben einen höheren Anteil an Grüner Infrastruktur als an nicht vorhandener Grüner Infrastruktur. Die Flächen mit dem geringsten Anteil an Grüner Infrastruktur sind die Probeflächen 907 mit 2,1% und 439 mit 7,7%. Im Mittelfeld liegen die Probeflächen 1078, 698 und 697 mit einem Anteil von Grüner Infrastruktur von 18,3%, 20,8% und 41,4% (Abbildung 6).

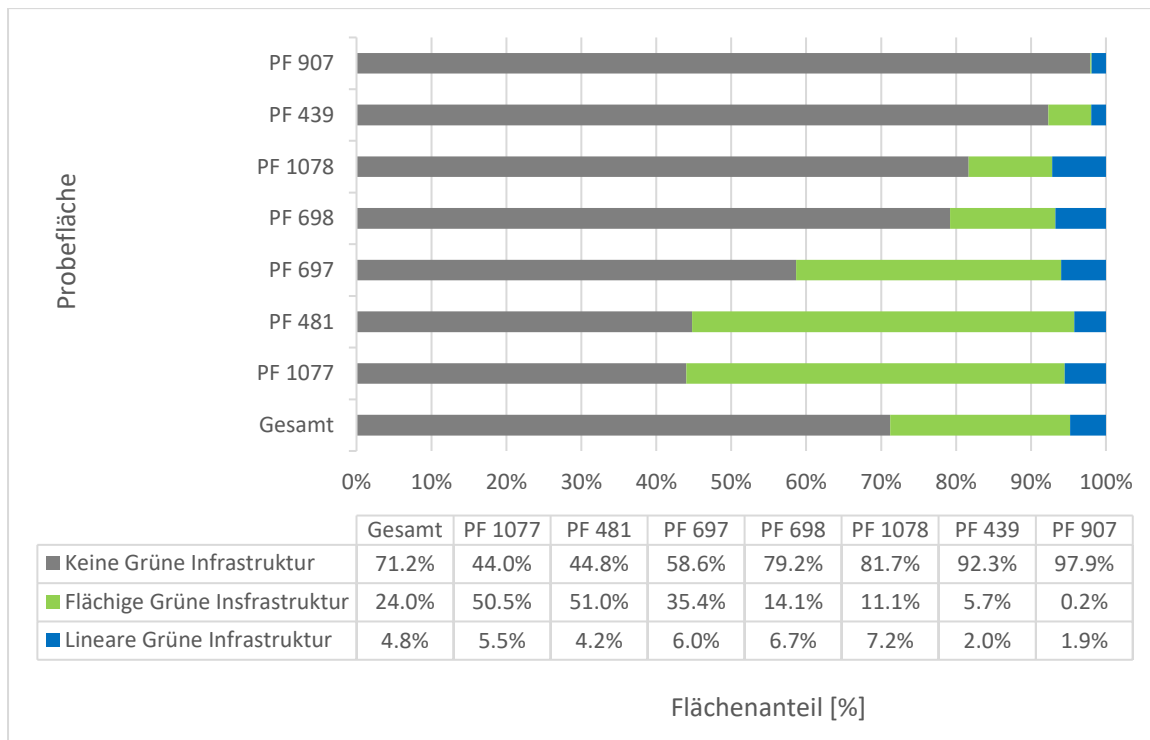


Abbildung 6: Flächenmäßige Aufteilung der Grünen Infrastruktur der einzelnen Probeflächen und des gesamten Untersuchungsgebietes. Die Probeflächen wurden nach den Kategorien "Lineare Grüne Infrastruktur", "Flächige Grüne Infrastruktur" und "Keine Grüne Infrastruktur" erhoben. Das Balkendiagramm zeigt die prozentuellen Flächenanteile der jeweiligen Kategorie.

5.1.2 Landnutzungstypen-Analyse

Insgesamt wurden 41 verschiedene Nutzungstypen erhoben. Für eine bessere Übersicht werden die Nutzungstypen in Abbildung 7 in neun Hauptkategorien zusammengefasst. Auf den ersten Blick ersichtlich ist, dass 58% der gesamten erhobenen Fläche Ackerland ist, gefolgt von Siedlungsgebieten

und Industrie mit 10%. Grünland sowie Wälder und Forste nehmen einen Anteil von 8 bzw. 6% ein. Die für die Vernetzung der Landschaft wichtigen Kleinstrukturen und Gewässer (Peterseil *et al.*, 2004; Schmutz and Sendzimir, 2018) sind jeweils mit 3% auf der erhobenen Fläche vertreten. 5% nehmen Sonderbiotope ein. Verkehrswege machen nur 2% der Gesamtfläche aus.

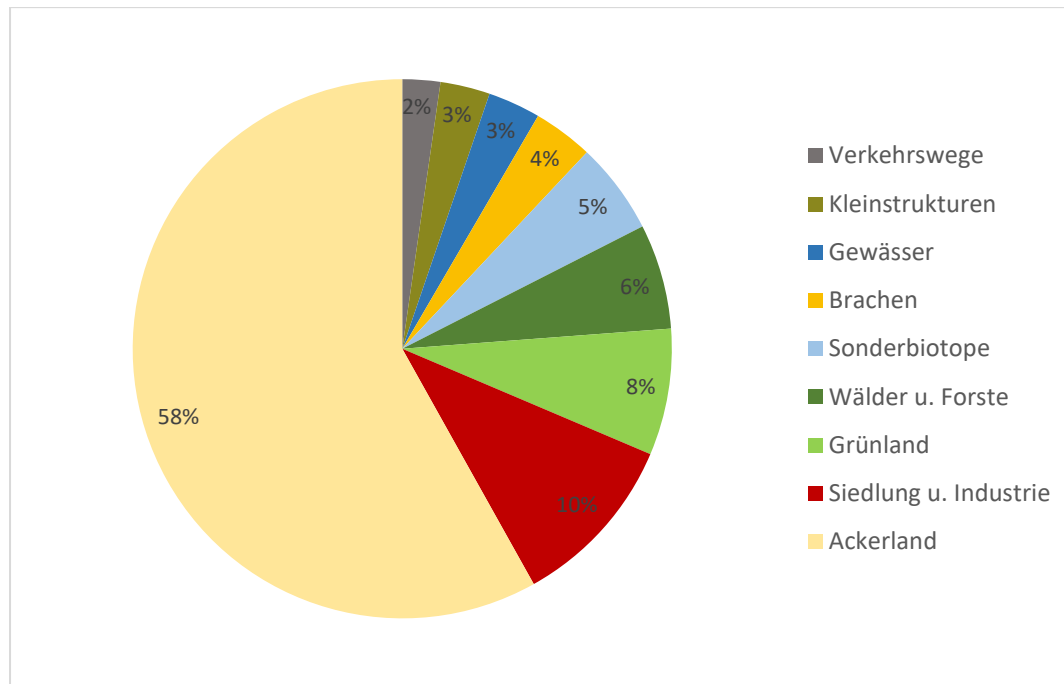


Abbildung 7: Prozentueller Anteil der Landnutzungsklassen auf die Gesamtfläche der erhobenen Probeflächen (n=678)

Die Kategorie Kleinstrukturen umfasst im Projektgebiet zehn verschiedenen Nutzungstypen (Abbildung 8). Den größten Anteil stellen Feldraine und Böschungen (FR) mit 65,49% der gesamten Kleinstrukturen dar, gefolgt von Baumhecken (HB) mit 15,21% und Strauchhecken (HS) mit 14,03%. Alleen mit jungen Bäumen (ALLJ) machen 2,27% aus. Die restlichen rund 3% entfallen auf Alleen mit alten Bäumen (ALLA), junge und alte Einzelbäume (EBJ und EBA), Feldgehölze sowie flächige und punktförmige Kleinarchitektur (FKA und PKA).

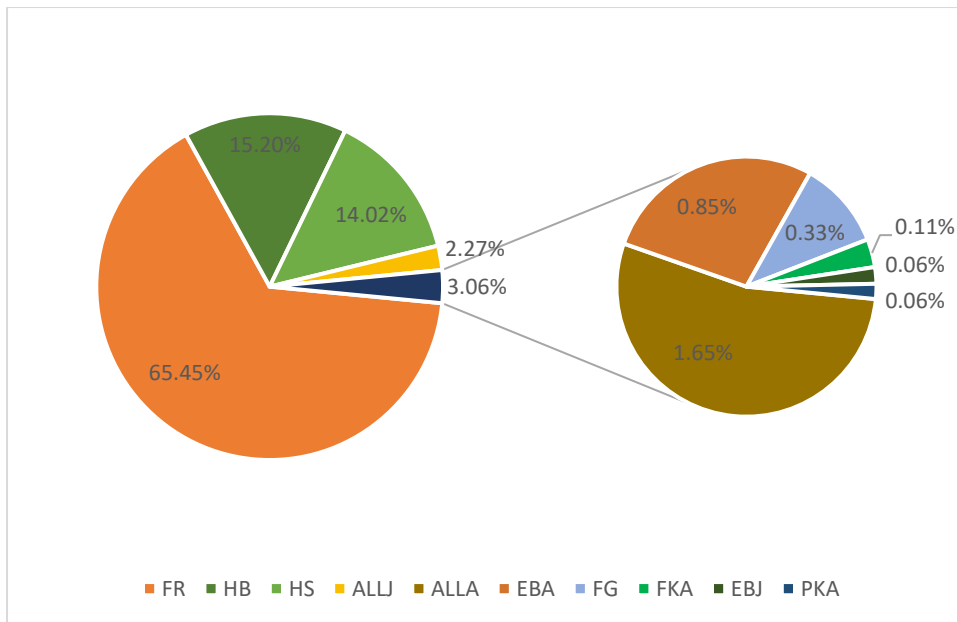


Abbildung 8: Übersicht über die Gesamtvorkommen von Kleinststrukturen auf den erhobenen Probeflächen. FR = Felddrain / Böschung, HB = Baumhecke, HS= Strauchhecke, ALLJ = Allee jung, ALLA = Allee alt, EBA = Einzelbaum alt, FG = Feldgehölz, FKA = flächige Kleinarchitektur, EBJ = Einzelbaum jung, PKA = punktförmige Kleinarchitektur

Die Nutzungsklasse Gewässer umfasst drei Nutzungstypen: „periodisches Stillgewässer künstlich“ mit 76%, „periodisches Fließgewässer künstlich“ mit 16% sowie „Fließgewässer mäßig naturnah“ mit 8%. In der Grafik nicht berücksichtigt sind die durch Drainagen entstandenen Röhrichte die dem Nutzungstyp „künstliche Sonderbiotope“ (SONK) zugeordnet werden.

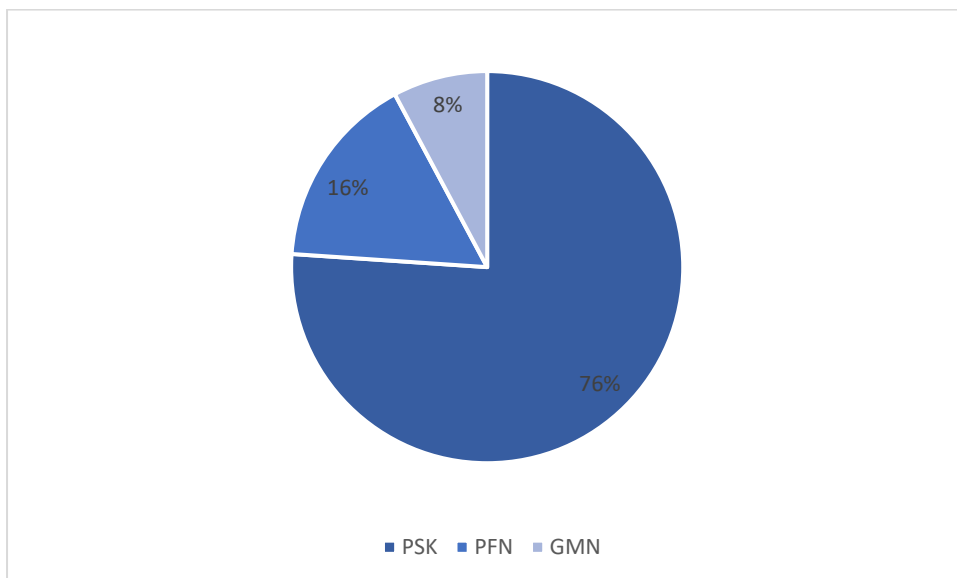


Abbildung 9: Übersicht über die Gesamtvorkommen von Gewässern auf den erhobenen Probeflächen. PSK = Periodisches Stillgewässer künstlich, PFN = Periodisches Fließgewässer natürlich, GMN = Fließgewässer mäßig naturnah

Die prozentuelle Verteilung der Landnutzungsklassen an der Gesamtfläche zeigt je Probefläche ein unterschiedliches Bild (Abbildung 10). In der folgenden Grafik wird die Abweichung der einzelnen Probeflächen vom Mittelwert der Gesamtfläche visualisiert. Die Grundlinie entspricht dabei dem Gesamtwert der Landnutzungsklassen im Untersuchungsgebiet.

Besonders deutlich treten die Abweichungen im Siedlungsgebiet und bei den periodischen Fischteichen in Probefläche 481 hervor. Verkehrswege finden sich vor allem in jenen Probeflächen, in denen auch Siedlungsgebiete vorhanden sind (481, 1078 und 698). Einen erhöhten Anteil an Grünland weisen die Probeflächen 481 und 697 auf. Die Probefläche 697 verfügt zudem über einen großen Anteil an Kleinstrukturen, gefolgt von der Probefläche 698 und 1077. Den flächenmäßig größten Anteil an Ackerflächen verzeichnet die Probefläche 907, gefolgt von 698 und 439. Wälder und Forste sind mit Abstand am stärksten auf der Probefläche 1077 vertreten, gefolgt von 697. Brachen kommen insbesondere in den Flächen 1077 und 1078 vor.

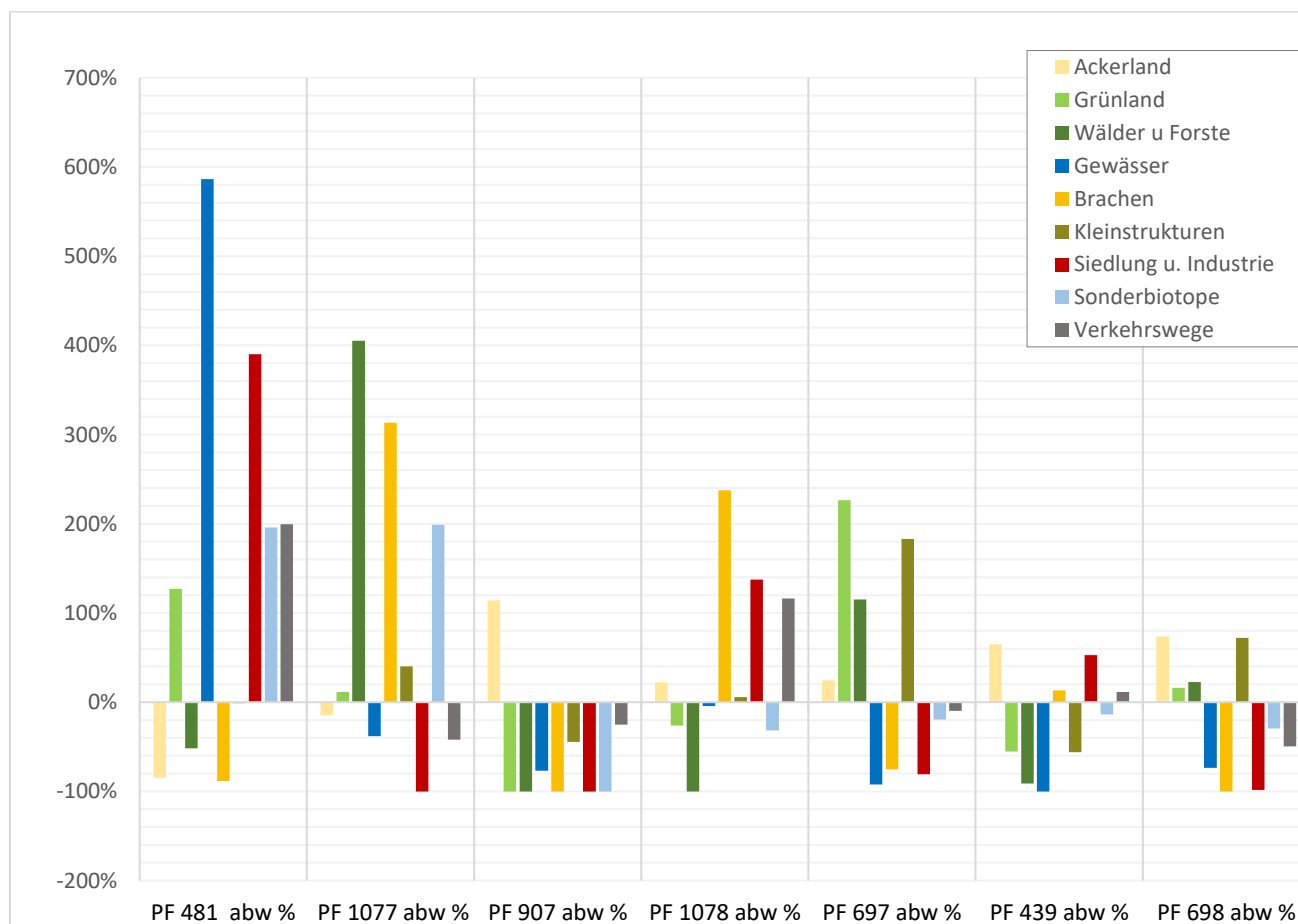


Abbildung 10: Abweichungen der Nutzungstypen der Probeflächen vom Mittelwert der Gesamtfläche

5.1.3 Biotoptypen-Analyse

Die sieben erhobenen Probeflächen weisen insgesamt 65 verschiedene Biotoptypen auf. Flächen, die keine Grüne Infrastruktur aufweisen, sind hierbei nicht erfasst. Die Biotoptypen werden für eine bessere Übersicht in acht Biotopklassen zusammengefasst (Abbildung 11). Den größten Anteil stellen Wälder und Forste mit 27,5%, gefolgt von Wiesen und Weiden (20,6%) sowie Binnengewässer, Gewässer- und Ufervegetation (19,1%). Die für die Diversität der Landschaft wichtigen Kleinbiotope der Agrar- und Siedlungslandschaft (Peterseil *et al.*, 2004) umfassen 17,1%. Segetal- und Ruderalfluren machen 12,2% der Gesamtfläche aus. Kulturbiotope (2,3%), geomorphologisch geprägte Biotoptypen (0,8%) sowie Halbtrocken- und Trockenrasen und Zwergstrauchheiden (0,3%) bilden mit 3,4% die kleinste Gruppe.

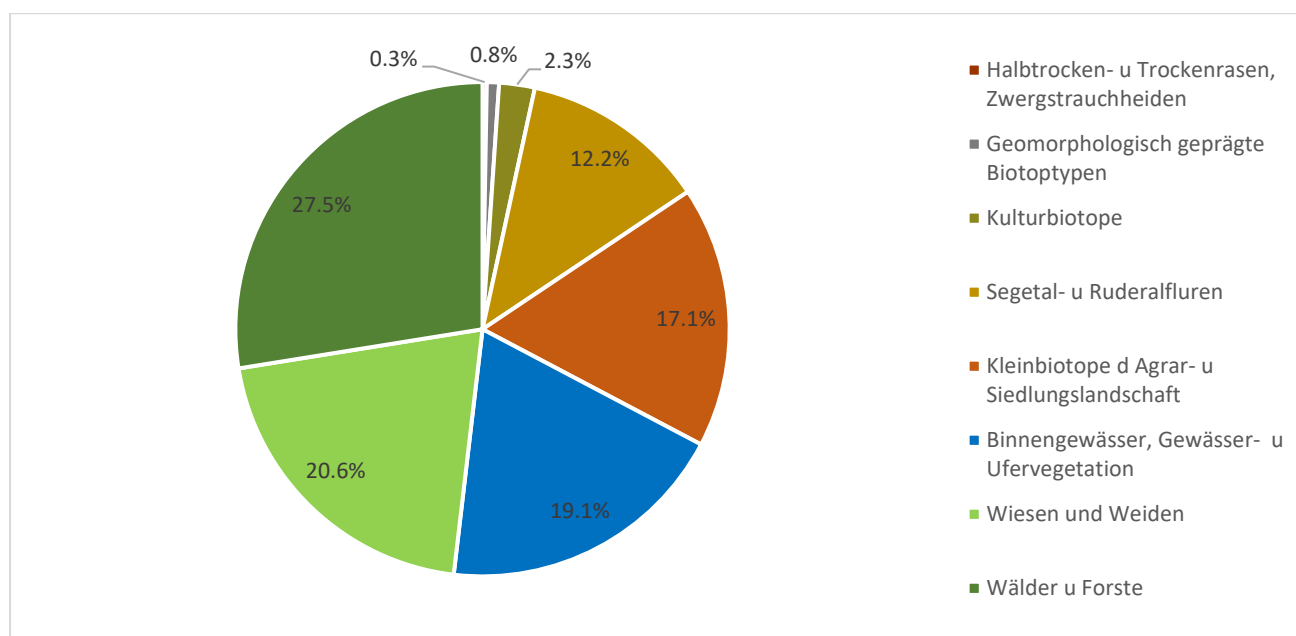


Abbildung 11: Prozentueller Anteil der Biotoptypenklassen auf die Gesamtfläche der erhobenen Probeflächen (n=678)

In der Biotopklasse Kulturbiotope der Agrar- und Siedlungslandschaft wurden 26 verschiedene Biotoptypen erhoben (Abbildung 12). Den größten Anteil machen artenarme geschlossene Feldraine mit 39.957 m² (33,5%) aus. Es folgen naturnahe Ufergehölzstreifen (35.387 m²; 22,5%); Altbaumbestände in Park und Garten (12.740 m²; 10,7%), wiesenartige Böschungsraine (11.162 m², 9,3%), Gruppen von Laubbäumen (10.569 m²; 8,8%), mesophile Strauchhecken und Waldmäntel (10.069 m²; 8,4%) sowie mesophile Baumhecken (8.799 m²; 7,4%).

Einen geringeren Flächenanteil von 1% - 3,1% nehmen folgende Biotoptypen ein: Subruderaler Böschungsrain (4.658 m²; 3,9%), Obstbaumzeilen und -alleen (3.650 m²; 3,1%), mesophile Strauchhecken und Waldmäntel, dornstrauchgeprägt (2.617 m²; 2,2%), naturferne Ufergehölzstreifen (2.291m²; 1,5%), Gruppe von Nadelbäumen (2.104 m²; 1,8%), Obstbaumwiesen (2.090 m²; 1,7%), sonstige Gehölzkulturen (1.942 m²; 1,6%), naturferne Baumhecken (1885 m²; 1,6%), Einzelbusch und Strauchgruppe (1.481 m²; 1,2%) sowie Naturferne Strauchhecken (1.200 m²; 1%).

Unter 1% liegen subruderale Hochraine (803m²; 0,7%), obstbaumreiche Baumhecken (773m²; 0,6%), magere Böschungsraine (688m²; 0,6%), ruderale Böschungsraine (489m²; 0,4%), Laubbäume (444m²; 0,4%), Obstbaumzeilen und Alleen (374m²; 0,3%), ruderale Hochraine (308m²; 0,3%), Gruppen von Obstbäumen (213m²; 0,2%), artenreiche Flachraine (208m²; 0,2%), trockenwarme Böschungsraine (151m²; 0,1%) sowie Obstbäume (64m²; 0,1%).

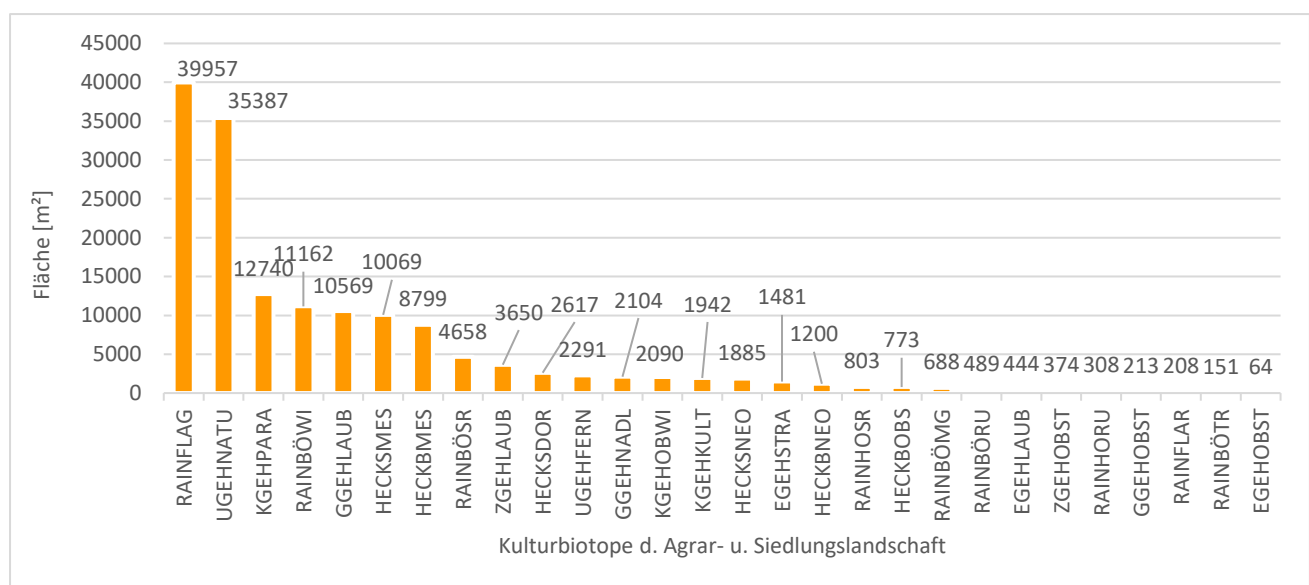


Abbildung 12: Übersicht über die Gesamtorkommen von Kulturbiotopen der Agrar- und Siedlungslandschaft auf den erhobenen Pro-beflächen. RAINFLAG = Artenarmer geschlossener Feldrain; UGEHNATU = Naturnahe Ufergehölzstreifen ; KGEHPARA = Altbaumbe-stand in Park und Garten; RAINBÖWI = Wiesenartiger Böschungsrain; GGEHLAUB = Gruppe von Laubbäumen; HECKSMES = Mesophile Strauchhecken und Waldmäntel; HECKBMES = Mesophile Baumhecken; RAINBÖSR = Subruderaler Böschungsrain; ZGEHLAUB = Obst-baumzeilen und -alleen; HECKSDOR = Mesophile Strauchhecken und Waldmäntel, Dornstrauch geprägt; UGEHFERN = Naturferne Ufergehölzstreifen; GGEHNADL = Gruppe von Nadelbäumen; KGEHOBWI = Obstbaumwiesen; KGEHKULT = Sonstige Gehölzkulturen; HECKSNEO =Naturferne Baumhecken; EGEHSTRA=Einzelbusch und Strauchgruppe; HECKBNEO = Naturferne Strauchhecken; RAINHOSR = Subruderaler Hochrain; HECKBOBS = Obstbaumreiche Baumhecken; RAINBÖMG = Magerer Böschungsrain; RAINBÖRU = Ruderaler Böschungsrain; EGEHLAUB = Laubbaum; ZGEHOBST = Obstbaumzeilen und Alleen; RAINHORU = Ruderaler Hochrain; GGEHOBST = Gruppe von Obstbäumen; RAINFLAR = artenreicher Flachrein; RAINBÖTR = Trockenwarmer Böschungsrain; EGEHOBST = Obstbaum

In der Biotopklasse der Binnengewässer, Gewässer und Ufervegetation wurden sieben verschiedene Biotoptypen erhoben (Abbildung 13). Den Großteil nehmen hierbei anthropogen geschaffene künstliche Stillgewässer ein, dies ist auf den periodischen Fischteich in der der Gemeinde Riegersburg zurückzuführen, der sich in Probefläche 481 befindet. Den zweitgrößten Anteil nehmen Großröhrichte ein, die ebenfalls am Ufer des Fischteiches und entlang von Bächen und Entwässerungsgräben auftreten. Temporäre Fließgewässer, in Form von Entwässerungsgräben, nehmen 10% der Gewässer ein, Bäche nehmen nur 3% ein. Weitere vorkommende Typen sind Kleinseggenrieder, Großseggenrieder und Uferpionierstandorte an Stillgewässern.

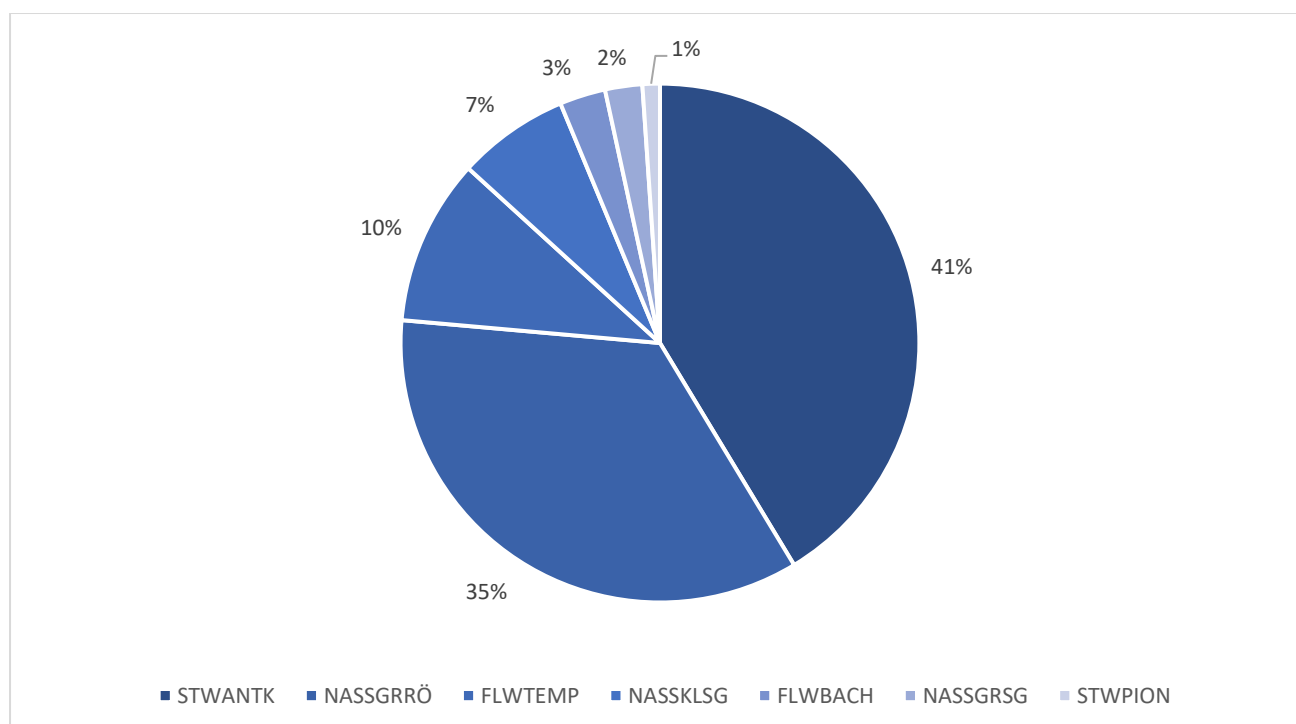


Abbildung 13: Prozentuelle Übersicht über das Gesamt-vorkommen von Binnengewässern, Gewässer- und Ufervegetation auf den erhobenen Probeflächen: STWANTK = Anthropogen geschaffene Stillgewässer – naturfern, künstlich; NASSGRÖ = Großröhrichte; FLEWTEMP = Temporäre Fließgewässer; NASSKLSG = Kleinseggenrieder; FLWBACH = Bäche; NASSGRSG = Großseggenrieder; STWPION = Uferpionierstandorte der Stillgewässer

In der folgenden Grafik wird die Abweichung der einzelnen Probeflächen vom Mittelwert der Gesamtfläche visualisiert. Die Grundlinie führt den Mittelwertwert der Biotoptypenklassen im Untersuchungsgebiet an (Abbildung 14). Eine kartographische Übersicht der Biotoptypenklassen ist in Abbildung 15 einsehbar.

Halbtrocken-, Trockenrasen und Zwergstrauchheiden sind ausschließlich auf der Probeflächen 697 vorzufinden. Geomorphologisch geprägte Biotoptypen treten vor allem in Form von Entwässerungsgräben im Kartierungsgebiet auf, am häufigsten kommen diese auf der Probefläche 439, entlang von

Straßen vor. Die größten Vorkommen an Wäldern finden sich auf der Probefläche 1077. Segetal- und Ruderalfluren treten überwiegend auf Probefläche 1077 und 1078 als Brachen auf.

Kleinbiotope der Agrar- und Siedlungslandschaft treten großflächig als Gärten in Siedlungsgebieten auf und als längliche Grüne Infrastruktur in Form von Rainen, Hecken und Waldmäntel zwischen Agrarflächen. Besonders häufig sind sie auf den Probeflächen 481, 697, 1077 und 698 vertreten. Das schmale Netz an Begleitstrukturen ist aufgrund der geringen Breite dieser Biotoptypen insgesamt nur unzureichend abgebildet.

Wiesen und Weiden treten am häufigsten auf der Probefläche 697 auf. Die Probefläche 481 weist den höchsten Anteil an Gewässern und Kulturbiotopen auf, was auf die periodischen Fischteiche und das Siedlungsgebiet auf der Fläche zurückzuführen ist. Flüsse und Bäche sind im Untersuchungsgebiet meist stark reguliert und nur an wenigen Stellen von Ufervegetation begleitet. Eine solche Uferbegleitvegetation fand sich auf der Probefläche 1077. Wiesen und Weiden waren, in der von Ackerbau geprägten Landschaft, nur selten vorzufinden, am stärksten jedoch auf der Probefläche 697. Den größten Anteil an bewaldetem Gebiet weist die Probefläche 1077 auf.

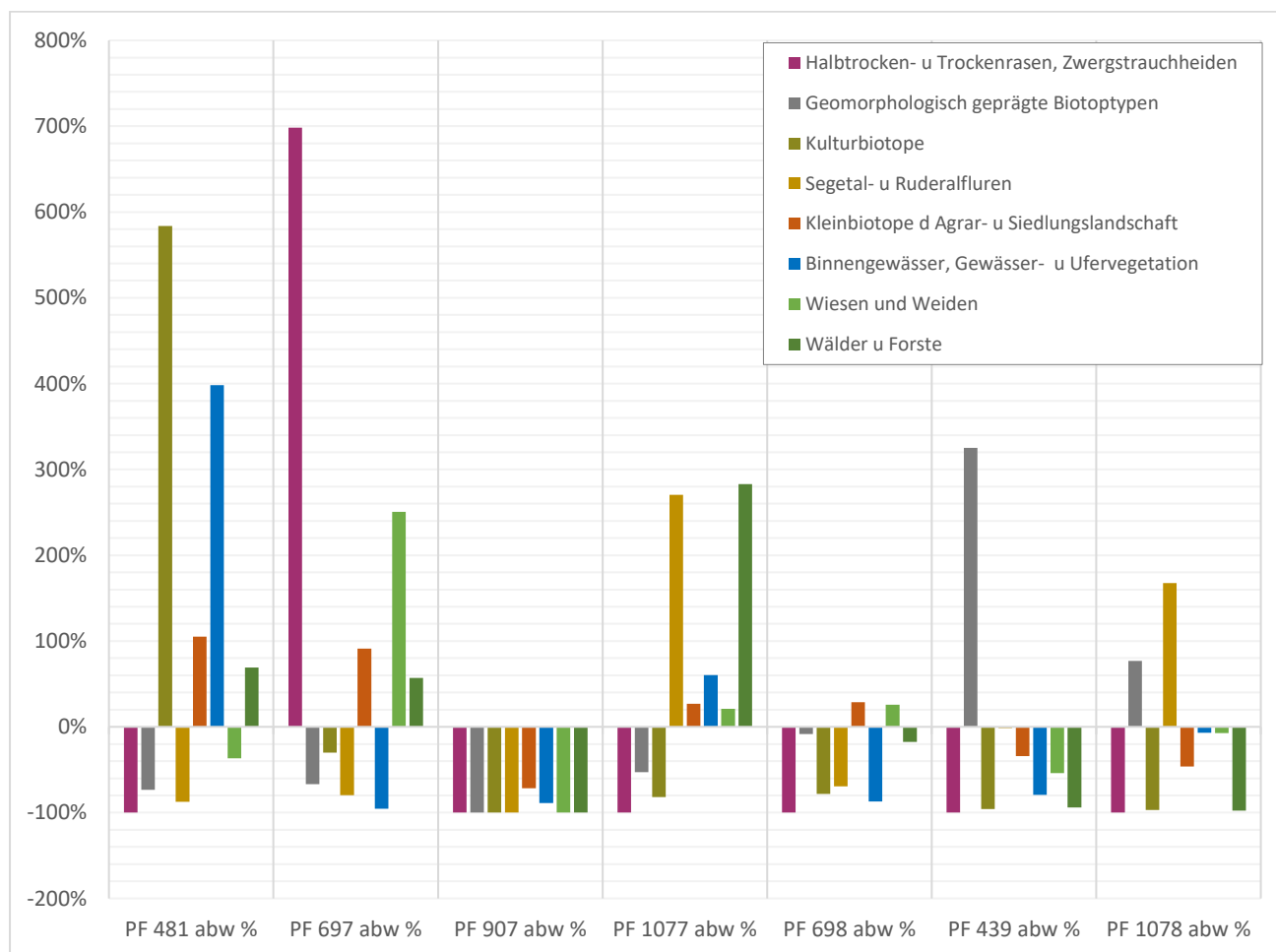


Abbildung 14: Abweichungen der Biotoptypen der Probeflächen vom Mittelwert der Gesamtfläche

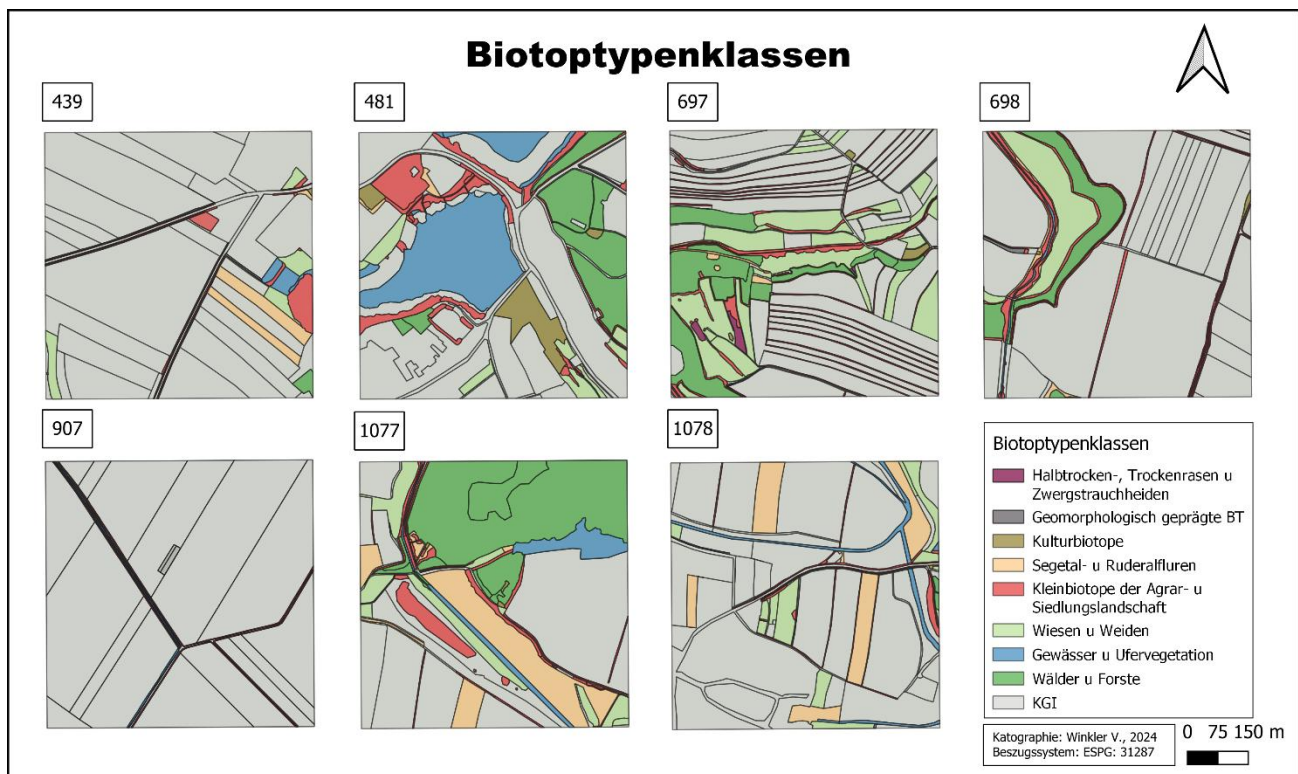


Abbildung 15: Biotoptypenklassen der Probeflächen

5.1.4 Hemerobie

Die sieben Probeflächen unterschieden sich deutlich in ihrer Hemerobie (Abbildung 16). Die Probeflächen 481, 1078 und 439 weisen Siedlungsgebiete und versiegelte Flächen auf (Abbildung 10), diese Tatsache spiegelt sich im hohen Anteil der metahemeroben Flächen wider. Die Probefläche 907 sticht durch den großen Anteil an intensiven Ackerflächen (Abbildung 10) heraus und weist dadurch 97% polyhemerober Flächen auf. Aber auch die Probeflächen 439, 1078, 698 und 697 zeigen jeweils über 50% polyhemerobe Flächen, was auf den hohen Anteil intensiver Ackerflächen zurückzuführen ist (Abbildung 10). Mit über 30% der Hemerobiegrade 4-6 weisen die Probeflächen 481, 1077 und 697 die größte Naturnähe im Untersuchungsgebiet auf.

Insgesamt ist die Hemerobie der Probeflächen durch die Agrarlandschaft geprägt und daher mit rund 60% vorwiegend polyhemerob. Natürliche, ahemerobe, Flächen kommen im Untersuchungsgebiet nicht vor.

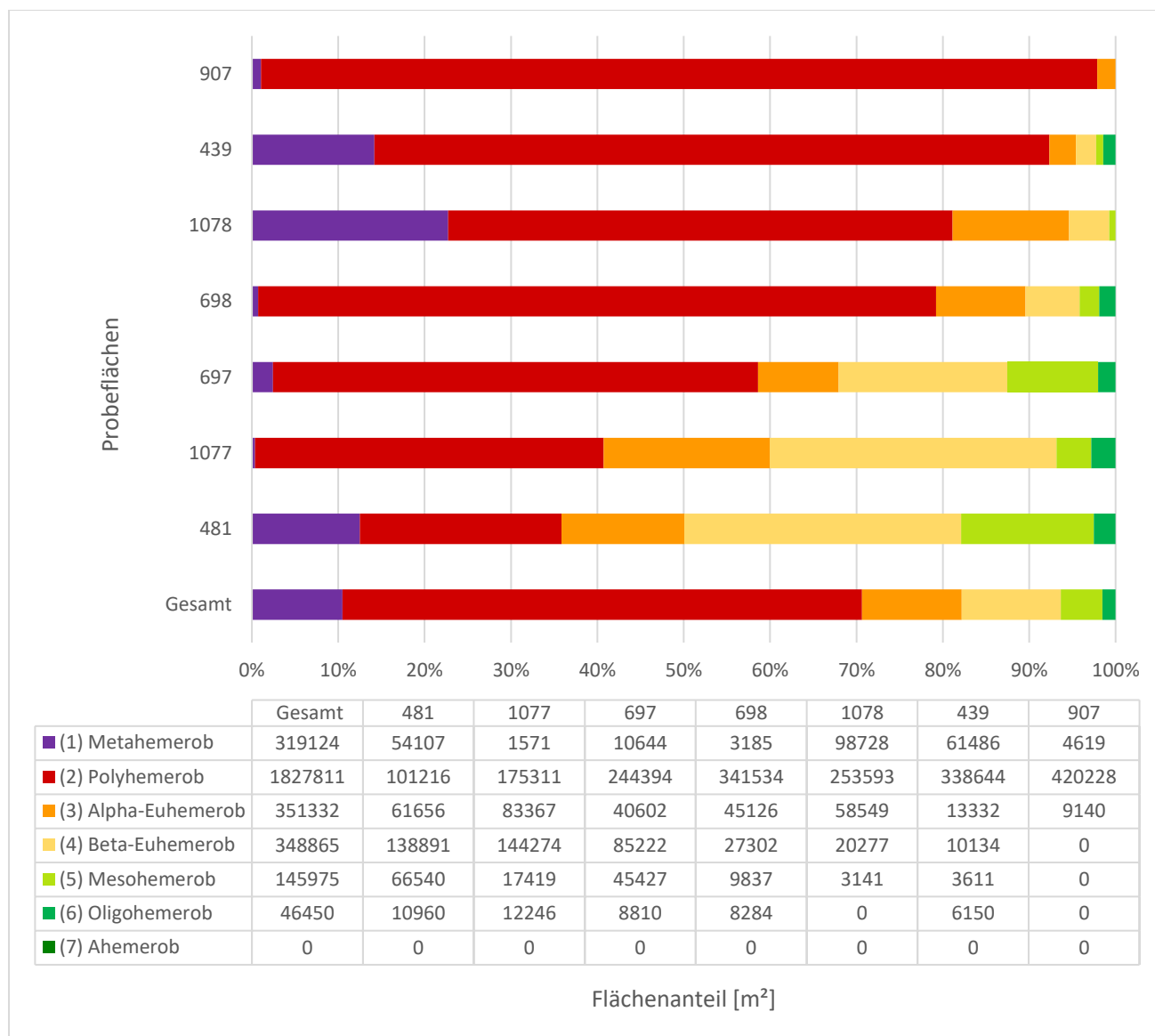


Abbildung 16: Flächenmäßige Aufteilung des Hemerobiegrades der einzelnen Probeflächen und des gesamten Untersuchungsgebietes. Der Grad der Hemerobie wird differenziert in „Metahemerob“, „Polyhemerob“, „Alpha-Euhemerob“, „Beta-Euhemerob“, „Mesoheerob“, „Oligohemerob“ und „Ahemerob“. Das Balkendiagramm zeigt die prozentuellen Anteile des jeweiligen Hemerobiegrades, die Datentabelle darunter zeigt die Fläche in m².

5.2 Biodiversitätsrelevante Landschaftsindizes

5.2.1 Biotope Value (BV)

Für jede der insgesamt 678 kartierten Flächen wurde der Biotope Value berechnet. Flächen mit dem geringsten Biotopwerten von 1,33 – 3,36 weisen keine Grüne Infrastruktur auf. Flächen mit einem Biotopwert von 3,64 – 5,06 sind großteils Raine, junge Brachen, periodische Fließgewässer und in-

tensiv bewirtschaftete artenarme Flächen wie Forste und Fettwiesen. Die am besten bewerteten Flächen mit einem BV von 7,01 - 9,12 sind Ufergehölze, Hecken, Mischwälder, Trockenwiesen und Halbtrockenrasen.

Der Median der Biotope Values der Probeflächen liegt zwischen 1,76 und 5,89 wobei die Probefläche 481 den höchsten und 907 den geringsten hat (Tabelle 7).

Tabelle 7: Median, Mittelwert, Standardabweichung (STABW) und Stichproben (n) der Biotope Values der 7 Probeflächen

Probefläche	Median	Mittelwert	STABW	n
481	5.89	5.11	2.13	120
1077	5.64	5.32	1.61	98
697	5.25	4.86	2.14	194
698	4.91	4.32	2.25	75
1078	4.39	3.96	1.89	98
439	4.36	3.79	2.07	65
907	1.76	2.71	1.46	28

5.2.2 Biotope Diversity: Shannon's Diversity Index (SHDI)

Der Shannon Diversity Index weist in den erhobenen Probeflächen eine Spanne von 0,96 -2,59 auf (Tabelle 8). Je höher der SHDI, desto mehr Biototypen und desto gleichmäßiger ist die proportionale Verteilung auf die Fläche. Theoretisch reicht die Skala von ≥ 0 bis unendlich. Beim Vergleich der Probeflächen hinsichtlich des SHDI sind deutliche Unterschiede erkennbar. Den höchsten Shannon Diversity Index von 2,59 weist die Probefläche 481 auf, den geringsten die Fläche 907 mit 0,96.

Tabelle 8: Shannon's Diversity Index der erhobenen Probeflächen

Probefläche	481	697	1077	1078	698	439	907
SHDI	2.59	2.39	2.14	1.94	1.75	1.57	0.96

5.2.3 Edge Density (ED₁)

Die Edge Density variiert in den Probeflächen zwischen 0,07712 und 0,20779 und zeigt ein etwas anderes Bild als der SHDI (Tabelle 9). Die Probefläche mit der geringsten ED₁ ist 907, jene mit der höchsten 697. Probeflächen mit vielen kleinteiligen Patches zeigen tendenziell eine höhere ED₁.

Tabelle 9: Edge Density (ED_1) der erhobenen Probeflächen

Probefläche	697	481	1078	698	1077	439	907
ED	0.20779	0.12119	0.10655	0.09821	0.09629	0.08159	0.07712
n	45	48	34	21	37	24	9

5.3 Funktionalitätsanalyse

5.3.1 Landschaftsdienstleistungen (LDL)

Die gewichteten Mittelwerte der Landschaftsdienstleistungen (LDL) und der daraus resultierende Gesamtfunktionalitätswert (GFW) der einzelnen Probeflächen sind in Tabelle 10 dargestellt. Die höchsten GFW-Mittelwerte weisen die Flächen 1077 (49,67), 481 (43,05) und 697 (43,02) auf, die niedrigsten die Flächen 439 (30,99) sowie 1078 (31,43) und 907 (31,47).

Die Ergebnisse zeigen, dass Habitatfunktion (HF) und Produktionsfunktion (PF) in allen Flächen wichtige Anteile der LDL darstellen, wobei die höchsten HF-Werte in den naturnäheren Probeflächen 698 und 481 auftreten. Regulierungsfunktionen (RF) sind besonders in den walddreichen und gewässernahen Flächen 1077 und 481 stark ausgeprägt, während diese Funktion in den stark ackerbaulich geprägten Flächen (439, 907) deutlich geringer auftritt. Informationsfunktionen (IF), die vor allem Erholungs- und Bildungswert umfassen, sind in der Fläche 481 am stärksten vertreten, was mit ihrer Strukturvielfalt und dem Anteil an Grünflächen zusammenhängt. Trägerfunktionen (TF) spielen in allen Flächen eine untergeordnete Rolle, variieren jedoch leicht in Abhängigkeit von Nutzungsintensität und Siedlungsanteil.

Tabelle 10: Landschaftsdienstleistungen und Gesamtfunktionalitätswert (GFW) je Probefläche. RF = Regulierungsfunktionen, HF= Habitatfunktionen, PF = Produktionsfunktionen, IF = Informationsfunktionen, TF = Trägerfunktionen.

Probeflächen	RF	HF	PF	IF	TF	GFW
1077	2.62	3.38	2.94	2.68	0.85	49.67
481	2.13	2.73	1.71	3.13	1.16	43.05
697	2.10	2.97	2.52	2.21	0.92	43.02
698	1.59	3.31	2.29	1.66	0.94	37.69
907	1.04	2.03	1.99	1.08	1.00	31.47
1078	1.08	1.87	1.66	1.61	1.18	31.43
439	1.05	1.90	1.79	1.35	1.11	30.99

Die einzelnen Gesamtfunktionalitätswerte zwischen den Probeflächen zeigt Abbildung 17, hierbei ist ein deutlicher Qualitätsunterschied sichtbar. Die Flächen 907, 439, 1078 und 698 bestehen zu über 79% aus Bereichen mit einem GFW unter 40, was auf eine geringe Vielfalt und Funktionalität der dortigen LDL hinweist. Im Gegensatz dazu erreichen die Probeflächen 697, 481 und 1077 deutlich höhere Anteile an Flächen mit einem GFW über 51.

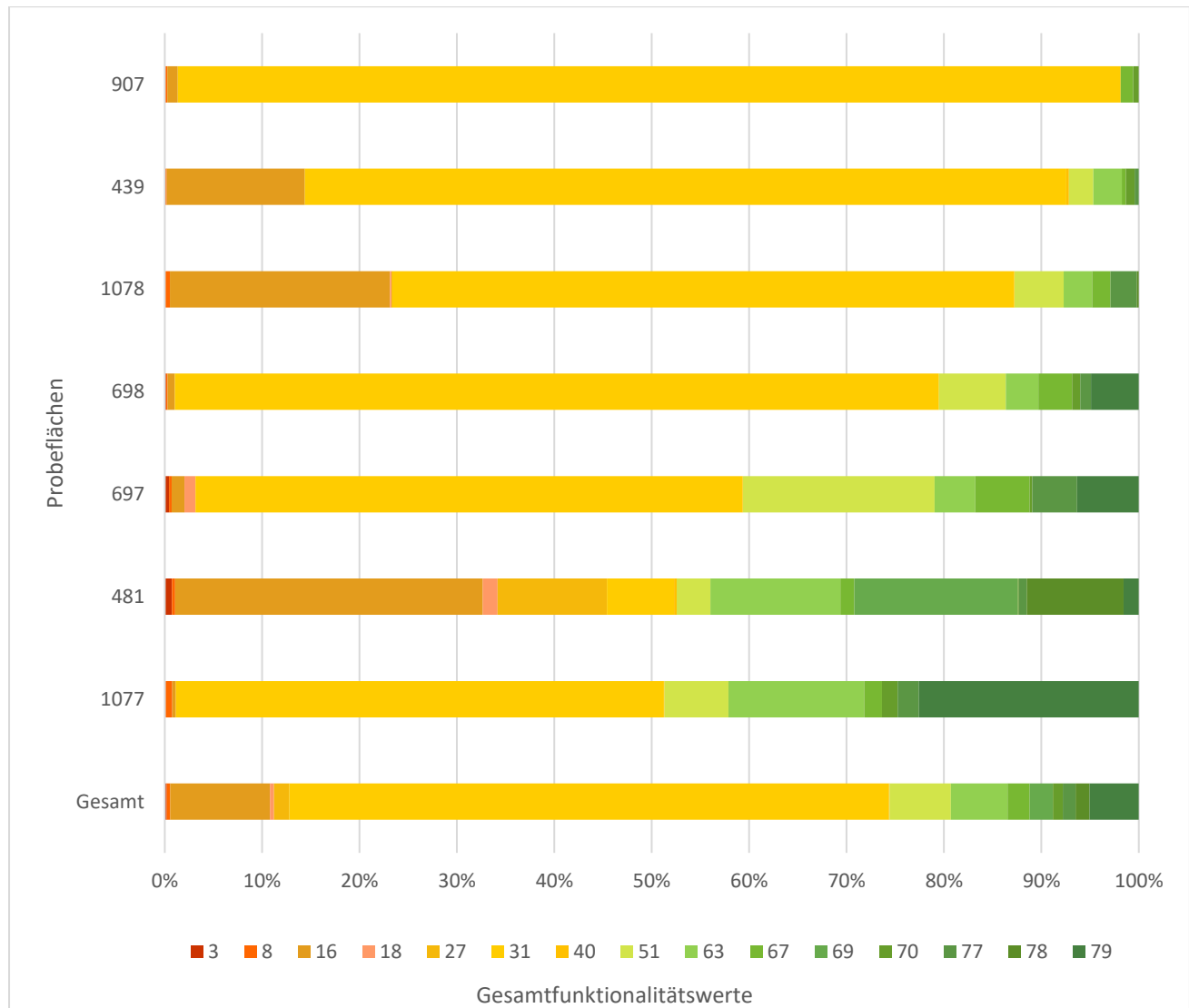


Abbildung 17: Vergleich der Flächensummen der einzelnen Gesamtfunktionalitätswerte der erhobenen Probeflächen. Die Werte wurden zur besseren Gegenüberstellung auf 100% skaliert.

Die kartographische Darstellung in Abbildung 18 veranschaulicht, welche Flächentypen besonders hohe oder niedrige Gesamtfunktionalitätswerte liefern. Die Funktionalitätswerte der jeweiligen Corine Landcover Classes kann in der Matrix von Abbildung 35 eingesehen werden.

- Wälder und Waldmäntel (GFW 79, dunkelgrün) und Gewässer (GFW 70, mittelgrün) sind die stärksten Träger von LDL.

- Raine und Böschungen (GFW 67, hellgrün) liefern mittlere Werte, insbesondere in strukturierter Agrarlandschaft.
- Ackerflächen (GFW 31, orange) sowie Siedlungsgebiete und Straßen (GFW 16, hellrot) tragen vergleichsweise wenig zu den untersuchten LDL bei.

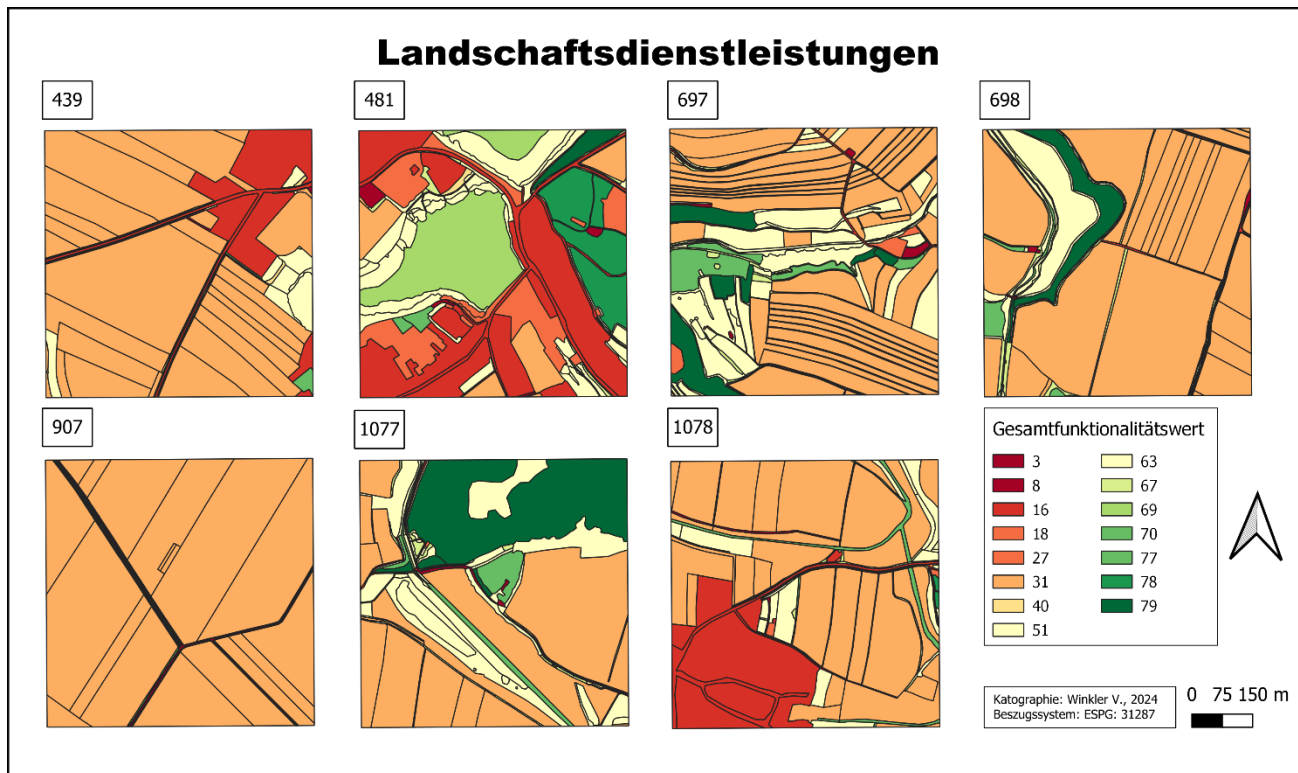


Abbildung 18: Landschaftsdienstleistungen der Probeflächen nach den Gesamtfunktionalitätswerten kategorisiert

Die Auswertung zeigt, dass die untersuchten Flächen ein breites Spektrum an LDL bereitstellen, deren Umfang und Qualität jedoch stark von der jeweiligen Landnutzungsform abhängen. Naturnahe Strukturen wie Wälder, Gewässer und Saumstrukturen erreichen die höchsten Funktionalitätswerte, insbesondere durch einen hohen Anteil an Habitat- und Regulierungsfunktionen. Intensiv genutzte Agrar- und Siedlungsgebiete erbringen hingegen nur in geringem Maße LDL, was auf ihre eingeschränkte Strukturvielfalt und ökologischen Funktionen zurückzuführen ist. Insgesamt belegen die Ergebnisse, dass die Bereitstellung von LDL stark vom Vorhandensein naturnaher Elemente abhängt, während homogen genutzte Flächen mit hoher Nutzungsintensität eine untergeordnete Rolle spielen.

5.4 Konnektivitätsanalyse

5.4.1 Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA)

Für die Morphological Spatial Pattern Analysis wurde eine Konnektivität von 8 Nachbarn, eine Randbreite von 5 Pixel bei einer Pixeltiefe von 1m gewählt (Abbildung 19, Tabelle 15, Tabelle 16).

Die größte Kernfläche weist die Probefläche 1077 mit 50,48% der Gesamtfläche auf, knapp gefolgt von der Probefläche 481 mit 46,66% und 679 mit 30,23%. Die Flächen 698, 1078 und 439 haben Kernflächen unter 20%.

Randflächen nehmen den zweitgrößten Anteil nach der Kernfläche ein, den größten Anteil an Randflächen hat die Probefläche 481 mit 7,32%, gefolgt von Probefläche 697 mit 6,54%.

Abzweigungen nehmen den drittgrößten Anteil der Gesamtfläche ein, dabei hat die Probefläche 697 die größte Fläche an Abzweigungen mit 3,49%.

Die Probefläche 907 hat als Vordergrundfläche ausschließlich die Kategorie „Islet“ mit 2,11% der Gesamtfläche und weist ansonsten nur Hintergrundfläche auf. Flächen der Kategorie „Islet“ kommen ansonsten kaum vor, den zweitgrößten Anteil hat die Probefläche 698 mit 0,78% der Gesamtfläche. Lücken („Perforation“) kommen auf nur drei Probeflächen vor: Probefläche 1077 mit 0,8%, Probefläche 481 mit 0,11% und Probefläche 697 mit 0,1%.

Schleifen sind vorwiegend in den Flächen 698 (0,8%), 439 (0,56%) und 1077 (0,43%) vorhanden. Den größten Anteil an Brückenflächen hat die Probefläche 1078 mit 2,21%.

Der Hintergrund ist analog zur Kernfläche der Probeflächen verteilt (Tabelle 16). Den größten Anteil an Hintergrundfläche hat die Probefläche 907 mit 97,89%, gefolgt von der PF 439 mit 92,33%. Den geringsten Anteil an Hintergrundfläche haben die PF 481 und 1077 mit jeweils 44%. Dazwischen befinden sich die PF 1078, PF 698 und 697.

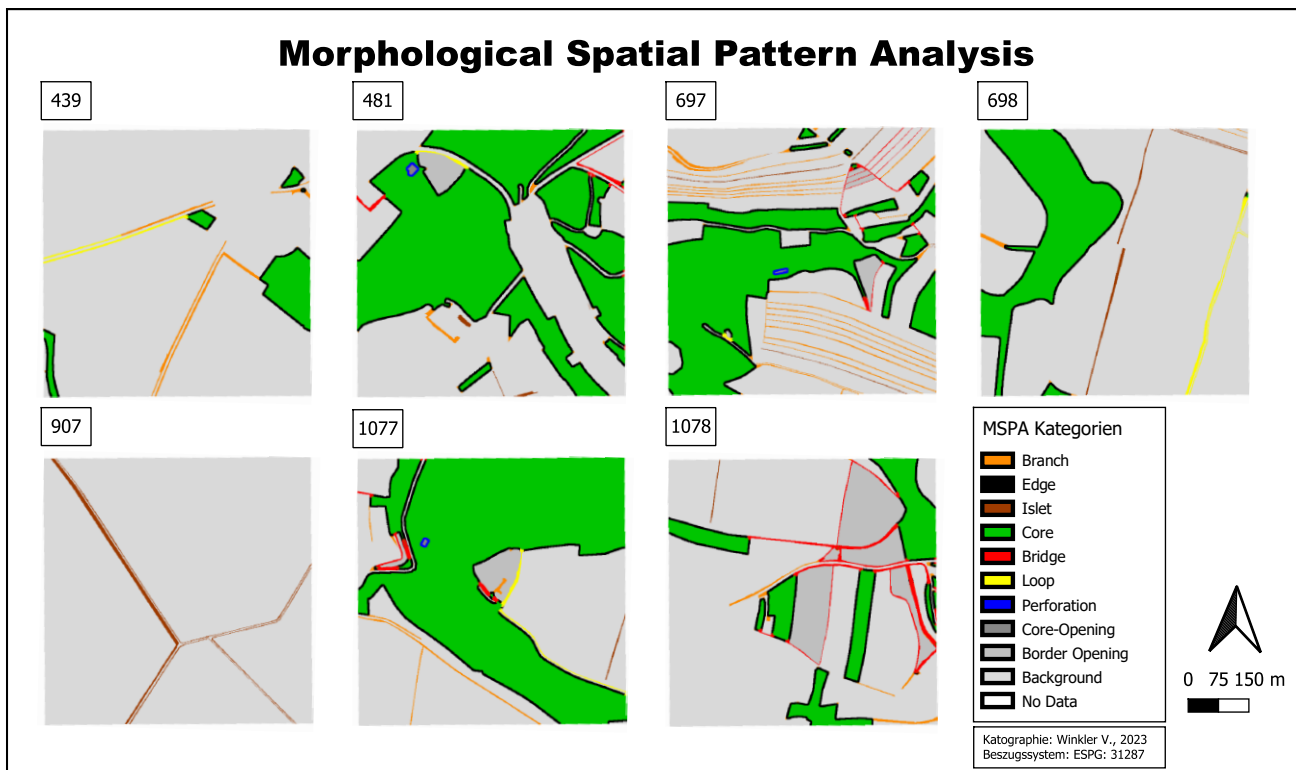


Abbildung 19: Karten der Morphological Spatial Pattern Analysis mit einer Konnektivität von 8 und einer Randbreite von 1 Pixel.

5.4.2 Euklidische Distanz (ED_2)

Die Karten der euklidischen Distanz (Abbildung 20) zeigen ein ähnliches Bild wie die MSPA-Analyse. Klar ersichtlich sind die GI Hotspots in grün und Coldspots in pink. Verbindungskorridore sind durch Feldraine, Bäche, Entwässerungsgräben, Waldmäntel und Hecken gegeben.

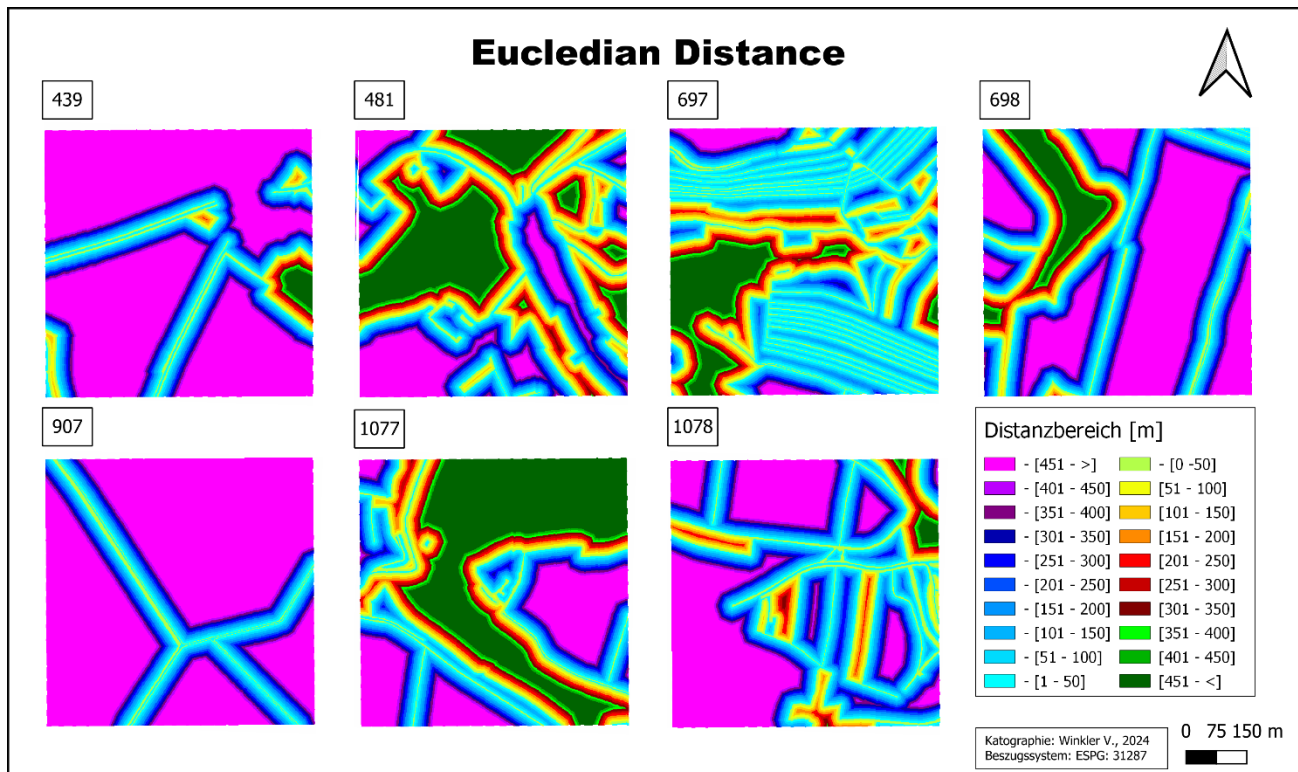


Abbildung 20: Karten der Euklidischen Distanz der Probeflächen

5.5 Zusammenhänge von Konnektivität (MSPA) und Funktionalität (LDL)

Die Streudiagramme zeigen mögliche Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der Landschaftsdienstleistungen und der MSPA-Analyse im Untersuchungsgebiet. Auffällig ist eine deutliche Korrelation bei den Kategorien „Background“ und „Core“.

Zwischen dem MSPA-Hintergrund und den Funktionsgruppen, Informationsfunktion, Produktionsfunktion sowie Regulierungsfunktion besteht eine negative Korrelation. Ein hoher Anteil an Hintergrundflächen geht mit einem geringen Wert der Landschaftsdienstleistungen einher. Umgekehrt weisen die Kernflächen für dieselben Funktionsgruppen einen positiven Zusammenhang auf, was darauf hindeutet, dass größere Kernflächen tendenziell höhere Werte dieser LDL begünstigen.

Für die Funktionsgruppen Habitatfunktion und Trägerfunktion lässt sich hingegen keine eindeutige Korrelation mit einer MSPA-Kategorie erkennen. Auch die weiteren MSPA-Kategorien („Branch“, „Bridge“, „Edge“, „Islet“, „Loop“ und „Perforation“) zeigen keine klaren Trends, die Datenpunkte liegen hier überwiegend horizontal entlang der x-Achse.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Größe und Verteilung der Kernflächen eine positive Auswirkung auf bestimmte Landschaftsdienstleistungen haben. Im Umkehrschluss führt die Größe der Hintergrundfläche zu einem negativen Zusammenhang mit bestimmten Landschaftsdienstleistungen. Da es sich jedoch um eine rein explorative grafische Datenanalyse handelt, können die dargestellten Korrelationen keine kausalen Aussagen belegen. Für eine fundierte Quantifizierung möglicher Zusammenhänge wären weiterführende statistische Analysen mit größeren und differenzierteren Datensätzen erforderlich.

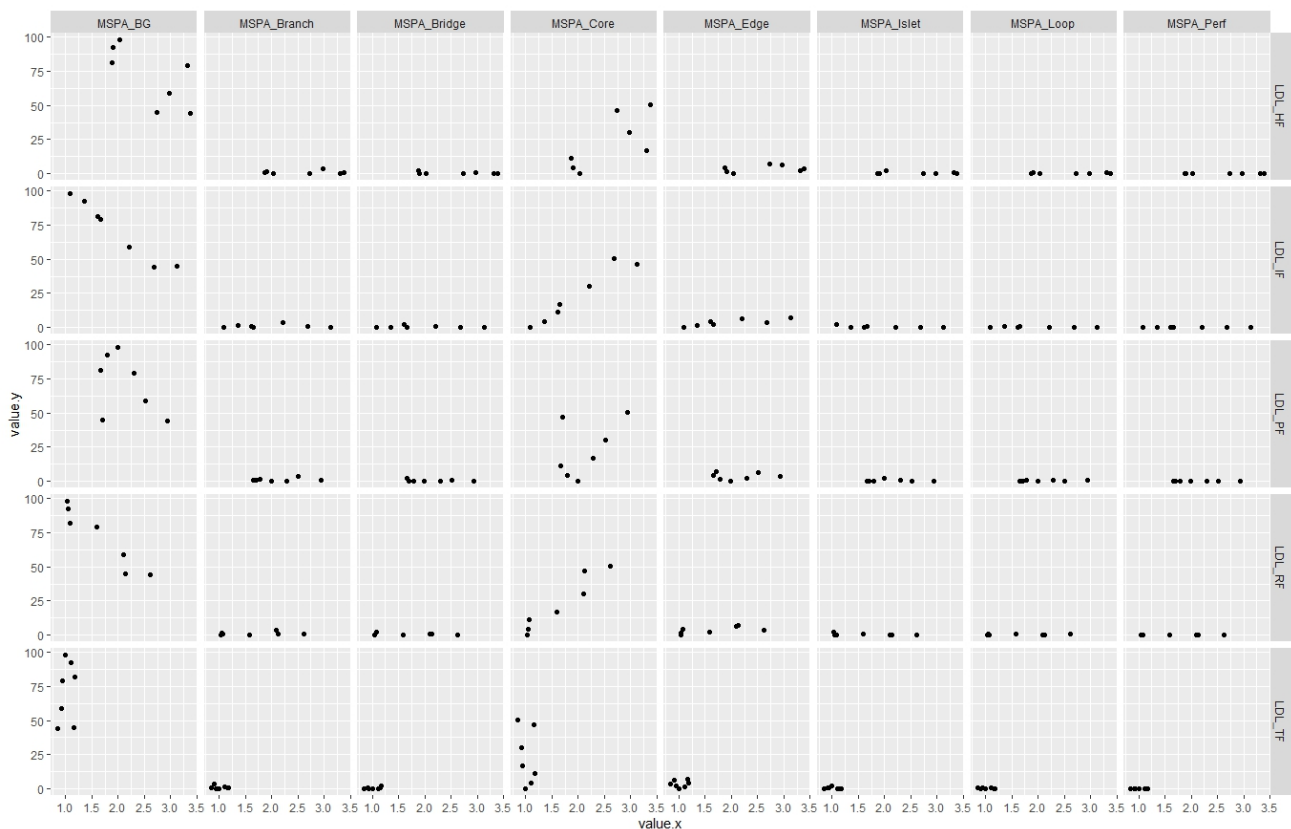


Abbildung 21: Streudiagramm zur Darstellung von möglichen Zusammenhängen zwischen Kategorien der MSPA-Analyse und Landschaftsdienstleistungen. MSPA_BG = Hintergrund; MSPA_Branch = Abzweigungen; MSPA_Bridge = Brücken; MSPA_Core = Kernflächen; MSPA_Edge = Randflächen; MSPA_Islet = Inseln; MSPA_Loop = Schleifen; MSPA_Perf. = Lücken; LDL_HF = Habitatfunktion; LDL_IF = Informationsfunktion; LDL_PF = Produktionsfunktion; LDL_RF = Regulierungsfunktion; LDL_TF = Trägerfunktion (Erläuterungen zu den Werten sind in den Methodenkapitel 4.3.3.1 Landschaftsdienstleistungen - Gesamtfunktionalitätswert und 4.3.4.1 Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA).

Die Analyse zur Funktionalität von Grüner Infrastruktur zeigt, dass insbesondere die Größe und Verteilung der Kernflächen, einen positiven Einfluss auf die Erbringung von Landschaftsdienstleistungen darstellen. Um die Hypothese einer engen Verknüpfung zwischen struktureller Diversität, naturschutzfachlicher Qualität und vorhandenen Landschaftsdienstleistungen umfassend zu prüfen,

werden im folgenden Kapitel 5.6 Korrelationsanalyse der Parameter SHDI, BV und GFW die Zusammenhänge quantitativ untersucht.

5.6 Korrelationsanalyse der Parameter SHDI, BV und GFW

Zur quantitativen Überprüfung der in Kapitel 3 formulierten Forschungsfrage und der aufgestellten Hypothese wurden die Zusammenhänge zwischen der Landschaftsdiversität (SHDI), der naturschutzfachlichen Qualität der Flächen (gemessen am Biotop Value, BV) und dem Gesamtfunktionalitätswert der Landschaftsdienstleistungen (GFW) analysiert.

Die Daten wurden zunächst in Streudiagrammen grafisch dargestellt (Abbildung 22). Alle drei Diagramme zeigen einen positiven Zusammenhang zwischen jeweils geplotteten Messgrößen. Besonders deutlich ist dieser beim Vergleich von SHDI und BV, während die Streudiagramme der Vergleiche GFW und SHDI sowie GFW und BV eine größere Streuung und einzelne Ausreißer aufweisen.

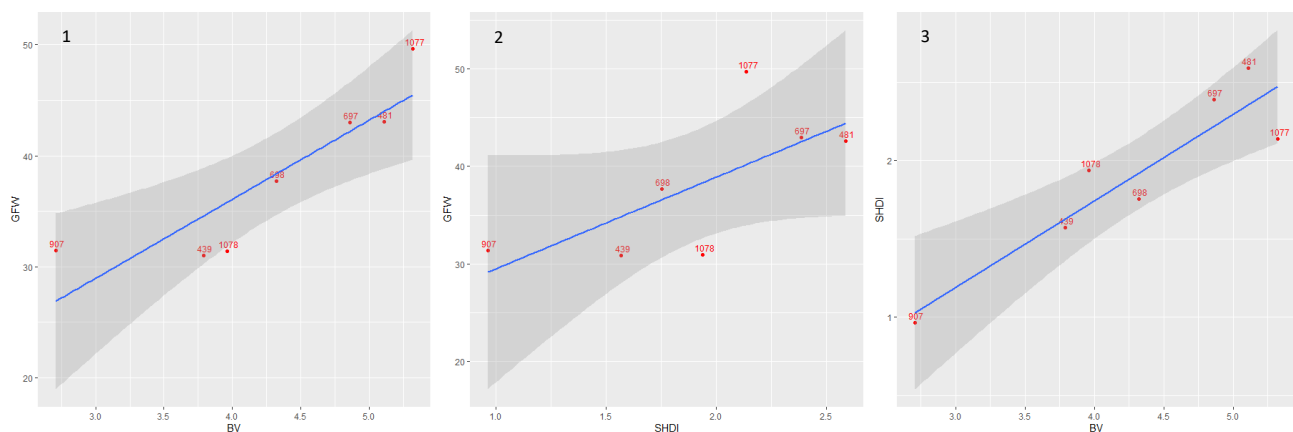


Abbildung 22: Streudiagramm des GFW, SHDI und BV mit beschrifteten Datenpunkten der Probeflächen und Regressionslinie.

Die Daten wurden mittels Shapiro Wilk Test auf Normalverteilung getestet. Für alle drei Variablen lagen die p-Werte über 0,05 (Tabelle 11), womit die Voraussetzungen für eine Korrelationsanalyse nach Pearson erfüllt sind.

Tabelle 11: Shapiro Wilk Test auf Normalverteilung der Daten. BV = Biotop Value, SHDI = Shannon's Diversity Index, GFW = Gesamtfunktionalitätswert

Datensätze	p-Wert	Prüfgröße (W)
BV	0.6708	0.94354
SHDI	0.9165	0.9726
GFW	0.211	0.87624

Die Pearson-Analyse zeigt zwischen allen drei Variablenpaaren eine signifikant positive Korrelation ($p < 5\%$; Tabelle 12). Die stärkste Korrelation trat, wie bereits visuell durch das Streudiagramm vermutet, bei dem Vergleich von SHDI und BV auf ($r=0,92$; $p=0,0017$). Ebenfalls deutlich, wenn auch schwächer, ist die Korrelation zwischen BV und GFW ($r=0,88$; $p=0,0045$). Zwischen SHDI und GFW besteht eine moderate, aber signifikante Korrelation ($r=0,71$; $p=0,3762$).

Tabelle 12: Pearson's Korrelations Test

Pediktor - Response	Prüfgröße t	df	p-Wert	cor
SHDI - GFW	2.2397	5	0.03762	0.7076874
BV - GFW	4.1489	5	0.00446	0.8802896
SHDI - BV	5.204	5	0.001728	0.9187751

Die Ergebnisse bestätigen die Hypothese, dass sowohl eine höhere strukturelle Diversität als auch eine gesteigerte naturschutzfachliche Qualität positiv mit den Landschaftsdienstleistungen der Pro-beflächen korrelieren. Damit leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage 6.

6. Diskussion

6.1 Landschaftsstruktur

Die Ergebnisse der Datenerhebung im Umland des Nationalparks Thayatal geben wichtige Einblicke in die Verteilung und Struktur Grüner Infrastruktur (GI) sowie in die Landnutzung und die vorkommenden Biotoptypen in der Region. Nachfolgend werden die zentralen Ergebnisse der Landschaftsstrukturanalyse im Untersuchungsgebiet diskutiert und in den Kontext der Landschaftsökologie eingeordnet.

6.1.1 Verteilung der Grünen Infrastruktur

Die Erhebung zur Grünen Infrastruktur im Umland des Nationalparks Thayatal spiegeln den österreichischen Trend einer zunehmender Flächeninanspruchnahme wider (ÖROK, 2022). Dies wird verdeutlicht durch den hohen Anteil an Grauer Infrastruktur, der mehr als 70% der erhobenen Fläche ausmacht sowie durch die Dominanz von intensiv genutzten oder anthropogen geprägten Gebieten. Lineare Grüne Infrastruktur nimmt einen geringen Anteil von 4,8% ein und deutet auf ein Defizit in der Vernetzung der Landschaft hin, was sich negativ auf die Biodiversität und Funktionalität von Landschaftsdienstleistungen auswirkt. Naturnahe lineare Landschaftselemente wie Hecken, Raine oder Flüsse tragen zur Heterogenität von Landschaften bei und fördern die Bereitstellung von essenziellen Ökosystemdienstleistungen (Lange *et al.*, 2023). Flächige GI tritt mit 24% häufiger auf und bietet eine gewisse Pufferfunktion und Stabilität in einzelnen Probeflächen wie 481 und 1077. Diese Flächen können als Leitbilder für zukünftige Renaturierungs- und Schutzmaßnahmen dienen.

6.1.2 Landnutzungsstrukturen: Dominanz der Landwirtschaft

Die Ergebnisse zur Landnutzung zeigen, dass Ackerland mit 58% der dominierende Nutzungstyp ist. Grünland, Wälder und Kleinstrukturen machen gemeinsam nur 17% der Fläche aus. Dies weist auf eine stark agrarisch geprägte Landschaft hin, die durch intensive Landnutzung charakterisiert ist. Während sich im urbanen Raum die Graue Infrastruktur vorwiegend durch Siedlungs- und Industrie- flächen auszeichnet, überwiegt hier in ländlichen Gebieten intensiv genutztes Ackerland. Diese Do-

minanz geht zulasten von Grünland (8%), Kleinstrukturen (3%) und Gewässern (3%) was die Ökosystemstabilität belastet (Jandl *et al.*, 2024). Die geringe Präsenz von Kleinstrukturen und Gewässern verdeutlicht das Fehlen von Verbindungs- und Refugialräumen für Flora und Fauna, die jedoch für eine funktionierende Landschaftsökologie essenziell sind (Lange *et al.*, 2023).

6.1.3 Biototypen und Landschaftsvielfalt

Der hohe Anteil an 41 Nutzungstypen und 65 Biototypen spiegelt eine große Diversität wider. Besonders eindrücklich ist der Anteil der Biotopklassen Wälder und Forste (27,5%), Wiesen und Weiden (20,6%); sowie Binnengewässer und Ufervegetation (19,1%). Positiv fällt auf, dass Kleinbiotope im Agrar- und Siedlungsraum 17,1% der Grünen Infrastruktur ausmachen.

Dennoch weisen die hohe Fragmentierung und der geringe Anteil an naturnahen Flächen auf eine intensive Nutzung und eine stark anthropogen geprägte Landschaft hin. Ahemerobe Flächen fehlen vollständig. Zudem muss beachtet werden, dass hierbei lediglich die Grüne Infrastruktur betrachtet wird, die 28,8% der gesamten erhobenen Fläche ausmacht.

6.1.4 Kleinstrukturen und Gewässer als wichtige Elemente

Die hohe Präsenz an Feldrainen und Böschungen unter den Kleinstrukturen (65,49%) weist auf deren potenzielle Funktion als Trittsteine und Verbindungselemente im Landschaftsgefüge hin. Diese Strukturen können punktuelle Rückzugsräume für Flora und Fauna bieten und zur Durchlässigkeit intensiv genutzter Agrargebiete beitragen (Lange *et al.*, 2023). Allerdings zeigt sich, dass ökologisch besonders wertvolle Strukturen wie Alleen und Hecken deutlich unterrepräsentiert sind. Ihre geringe Verbreitung erschwert die lineare Vernetzung von Lebensräumen und limitiert die Ausbreitungsmöglichkeiten zahlreicher Tier- und Pflanzenarten, insbesondere für solche mit eingeschränkter Mobilität (Lange *et al.*, 2023). Eine gezielte Förderung, Pflege und Wiederherstellung von Hecken könnten hier einen wichtigen Beitrag leisten.

Auch bei den Gewässern zeigt sich ein Defizit an naturnahen Strukturen. Das Landschaftsbild des Untersuchungsgebietes ist geprägt von künstlich geschaffenen und stark regulierten Gewässertypen wie periodischen Still- und Fließgewässern sowie Entwässerungsgräben. Natürliche Bäche und Flüsse sind hingegen nur in geringem Ausmaß vorhanden. Diese Verhältnisse deuten auf einen erheblichen

Renaturierungsbedarf hin, um strukturreiche, dynamische Gewässerlebensräume wiederherzustellen und ihre Funktion als lineare Biotopverbindungen wie Uferstreifen zu stärken (Zerbe, 2019).

Sowohl Kleinstrukturen als auch naturnahe Gewässer übernehmen in vielfältiger Weise ökologische Schlüsselrollen. Sie fördern das Mikroklima, erhöhen die Biodiversität und tragen wesentlich zur Landschaftsvernetzung bei. Ihr gezielter Erhalt und Ausbau ist daher zentral für die Umsetzung der Biodiversitätsstrategie, sowie für funktionierende Grüne Infrastruktur im ländlichen Raum (Europäische Kommission, 2020; Lange *et al.*, 2023).

6.1.5 Probeflächen und Besonderheiten

Die Analyse der Landschaftsstruktur und Biotoperhebung zeugt deutliche Unterschiede zwischen den Probeflächen:

- Probefläche 481 hebt sich durch den hohen Anteil an Gewässern und Siedlungsgebieten ab. Die periodischen Fischteiche zeigt das Potential anthropogener Strukturen für die Schaffung von Rückzugsräumen.
- Probefläche 1077 weist den höchsten Anteil an bewaldeten Flächen und damit eine wichtige Rolle für den Biotopenverbund auf.
- Probefläche 697 zeigt die größte Vielfalt an Grünland, Hecken und Wiesen und dient als wichtiger Puffer zwischen landwirtschaftlichen Flächen.
- Flächen wie 907 und 439 mit dem geringsten Anteil an Grüner Infrastruktur (<10%) stellen kritische Punkte dar, die priorisiert für Maßnahmen zur Schaffung von GI in Betracht gezogen werden sollten.

Die mitteleuropäischen Kulturlandschaften sind durch eine hohe Diversität an Lebensräumen geprägt, die durch jahrhundertelange landwirtschaftliche Nutzung, forstliche Bewirtschaftung und Besiedlung entstanden sind (Wittig and Niekisch, 2014a). Diese Vielfalt an Habitaten ermöglicht das Vorkommen zahlreicher Pflanzen- und Tierarten, die sich an die spezifischen Bedingungen der Kulturlandschaft angepasst haben.

Besonders artenreiche Biotope in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft sind extensiv genutzte Wiesen, artenreiche Mähwiesen, Feldraine, Heckenstrukturen sowie traditionelle Streuobstwiesen.

Diese Habitate bieten einer Vielzahl von Organismen Nahrung, Unterschlupf und Brutstätten. Gleichzeitig sind sie jedoch durch die Intensivierung der Landwirtschaft, Flächenversiegelung und Strukturverluste zunehmend gefährdet (Wittig and Niekisch, 2014a, 2014b).

Die Ergebnisse der Probeflächenanalyse zeigen, dass insbesondere Gebiete mit einem hohen Anteil an Hecken, Wiesen und naturnahen Elementen eine hohe Biodiversität aufweisen. Hingegen sind Flächen mit geringer Grüner Infrastruktur kritisch, da sie das Netzwerk aus Biotopen unterbrechen und Lebensräume fragmentieren. Daher sind gezielte Maßnahmen zum Erhalt und zur Wiederherstellung von Landschaftselementen essenziell, um die Biodiversität der mitteleuropäischen Kulturlandschaft nachhaltig zu sichern (Wittig and Niekisch, 2014a).

6.2 Biodiversitätsrelevante Landschaftsindizes (BV / SHDI / ED₁)

Die Probeflächen zeigen große Unterschiede in der Qualität ihrer Biotope. Die höchsten BV-Werte werden in naturnahen Strukturen wie Hecken, Mischwäldern und Trockenrasen erreicht, welche in den Probeflächen 481 (Median = 5,89), 1077 (Median = 5,64) und 697 (Median = 5,25) auftreten. Intensive Ackerflächen hingegen zeigen sehr niedrige BV-Werte, wie durch PF 907 ersichtlich wird (Median = 1,76).

Ziel ist es Biotoptypen mit einem hohem Biotop Value zu schützen und zu erweitern. Im Sinne der EU-Biodiversitätsstrategie 2030 sollen mindestens 30% der österreichischen Landesflächen naturschutzrechtlich geschützt werden. Dabei soll die Vernetzung von Schutzgebieten durch Lebensraumkorridore gesichert werden. Besonders wichtige Ökosysteme für Biodiversität und Klimaschutz sollen, laut Biodiversitätsstrategie Österreich 2030+, erhalten bleiben und wiederhergestellt werden (Europäische Kommission, 2020; Stejskal-Tiefenbach *et al.*, 2022).

Wie der BV-Wert, zeigt auch Shannon's Diversity Index eine große Variabilität zwischen den Probeflächen. Flächen mit vielfältigeren und gleichmäßig verteilten Biotoptypen (481: SHDI = 2.59) sind gegenüber homogenen Ackerflächen (907: SHDI = 0.96) klar im Vorteil. Der Index unterstreicht, dass Strukturvielfalt einen wesentlichen Einfluss auf die Biodiversität hat (Wittig and Niekisch, 2014c).

Die Schwäche bei Diversitätsindizes wie dem Shannon Diversity Index ist jedoch, dass sie nur die relative Häufigkeit von Patches berücksichtigt und taxonomische Unterschiede vernachlässigen. Daher sollten Diversitätsindizes nicht isoliert betrachtet werden, sondern mit anderen Kennzahlen ergänzt

werden, um ein vollständiges Bild der Biodiversität oder Landschaftsstruktur zu erhalten werden (McGarigal and Marks, 1995).

Die Ergebnisse Edge Density zeichnen ein ähnliches Bild, welches sich mit den SHDI-Werten der Probeflächen weitgehend deckt. Flächen mit einer hohen Patch-Dichte wie 697 ($ED = 0,20779$) weisen eine höhere Landschaftsheterogenität auf, was tendenziell die Biodiversität begünstigt (Wittig and Niekisch, 2014c). Monotone Agrarflächen wie 907 ($ED = 0,07712$) bieten dagegen wenig strukturelle Vielfalt (Wittig and Niekisch, 2014b).

Lineare Strukturen wie Hecken, Saumstreifen oder Pufferzonen können wesentlich zur Erhöhung der Biodiversität und des SHDI beitragen, da sie kleinteilige Landschaftsmuster fördern und als verbindende Elemente zwischen verschiedenen Lebensräumen fungieren. Entscheidend ist aber nicht nur das Vorhandensein solcher linearer Landschaftselemente, sondern auch die Qualität, Konnektivität und funktionale Einbindung in die Gesamtmatrix der Landschaft (Burel and Baudry, 2004).

Historisch betrachtet haben vorindustrielle Landnutzungsformen durch ihre Vielfalt und niedrige Intensität eine artenreiche Kulturlandschaft hervorgebracht, in der Biodiversität eng mit der menschlichen Nutzung verknüpft war. Entscheidend war dabei, dass vielfältige, extensiv genutzte Lebensräume entstanden sind. Werden Flächen hingegen zu stark intensiviert, verlieren sie ihre Funktion als Lebensräume, wirken isolierend und können bestehende naturnahe Strukturen voneinander trennen. In diesem Kontext helfen lineare Landschaftselemente, die Fragmentierung zu verringern, ökologische Vernetzung zu ermöglichen und damit der Verinselung entgegenzuwirken (Walz and Steinhart, 2024).

6.3 Funktionalitätsanalyse der Landschaftsdienstleistungen

Die Gesamtfunktionalitätswerte (GFW) der Probeflächen variieren deutlich, was auf Unterschiede in der Qualität und Zusammensetzung der Landschaftsstrukturen hinweist. Besonders hervorzuheben ist die Probefläche 1077, welche mit einem GFW von 49,67 den höchsten Wert aufweist. Diese Fläche zeigt durchgängig hohe Werte in allen Funktionsbereichen, insbesondere in den Habitat- (HF) und Produktionsfunktionen (PF), was auf eine ausgeglichene Nutzung und eine günstige Strukturierung der Landschaft hindeutet.

Die niedrigen GFW der Probeflächen 439, 1078 und 907 lassen sich hingegen durch geringere Werte in nahezu allen Funktionskategorien erklären. Besonders auffällig sind die schwachen Regulierungsfunktionen (RF) und Habitatfunktionen (HF) dieser Flächen, die auf einen geringen Anteil naturnaher Vegetation und eine intensive landwirtschaftliche Nutzung hinweisen könnten. Dies wird durch die Daten aus Abbildung 18/Abbildung 35 gestützt, welche ein hohes Vorkommen von Ackerflächen mit einem GFW von 31 zeigen. Diese Flächen haben auch einen hohen Anteil an Siedlungsgebieten, welche einen niedrigen GFW von 16 (durchgängig städtische Prägung) bzw. 18 (nicht durchgängig städtische Prägung) aufweisen. Die Fläche 907 schneidet hinsichtlich des GFW besser ab als bei den Landschaftsindizes, was auf das nicht vorhandene Siedlungsgebiet und die Produktionsfunktion des Ackerlandes zurückzuführen sein könnte. Die Probefläche 481 hat einen verhältnismäßig hohen GFW, trotz des vorkommenden Siedlungsgebietes. Hierbei könnten die periodischen Fischteiche und die begleitende Vegetation zu einer ausgleichenden Wirkung führen.

Die Kategorisierung der GFW in Abbildung 18/Abbildung 35 macht deutlich, dass naturnahe Landschaftselemente wie Wälder, Gewässer sowie Raine und Böschungen höhere GFW aufweisen als Ackerflächen, Siedlungsgebiete und Straßen. Dies bestätigt bestehende Erkenntnisse zur Bedeutung natürlicher Vegetationsstrukturen für die Bereitstellung von LDL. Insbesondere die hohen Werte der Wälder und Waldmäntel (GFW 79) verdeutlichen deren essenzielle Rolle für die Regulierungs- und Habitatfunktionen (Götzl *et al.*, 2015).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Funktionalität der Landschaftsdienstleistungen stark von der Landnutzung und der Landschaftsstruktur abhängt. Landschaftsausschnitte mit einem hohen Anteil naturnaher Vegetation weisen die höchste Funktionalität auf, während intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen und Siedlungsgebiete nur geringe LDL bereitstellen. Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit einer nachhaltigen Landnutzung, die naturnahe Strukturen fördert und damit zur Verbesserung der ökologischen Funktionalität beiträgt.

6.4 Konnektivitätsanalyse (MSPA / ED₂)

Die Ergebnisse der Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA) und der Euklidischen Distanzanalyse (ED₂) ergänzen sich in ihrer Aussagekraft zur funktionalen und strukturellen Konnektivität der

untersuchten Probeflächen. Beide Methoden verdeutlichen, wie stark sich die Landschaftsräume in Bezug auf ihre ökologische Durchlässigkeit und Habitatvernetzung unterscheiden.

Besonders hervorzuheben sind die Probeflächen 1077 und 481, die mit 50,48% bzw. 46,66% Kernflächenanteil den höchsten Wert unter den Probeflächen aufweisen. Diese Flächen sind durch eine ausgeprägte naturnahe Struktur gekennzeichnet und bieten damit günstige Voraussetzungen für stabile Populationen und den langfristigen Erhalt von Biodiversität, insbesondere bei funktionaler Vernetzung mit anderen Biotopen. Auch die relativ hohen Anteile an Randzonen und Verbindungsstrukturen wie Abzweigungen („Branches“) und Brücken („Bridges“) in den Flächen 697, 1078 und 481 lassen auf ein hohes Vernetzungspotential schließen. Die ED₂-Karten bestätigen das, indem sie in diesen Flächen ein Mosaik aus kurzen Distanzbereichen (dunkelgrün bis blau) und klar erkennbaren linearen Verbindungselementen zeigen, die charakteristisch für GI-Hotspots sind.

Im Gegensatz dazu zeigen die Probeflächen 907 und 439 eine stark eingeschränkte Konnektivität. In der MSPA-Klassifikation dominieren hier die Hintergrundflächen, während Kern- und Verbindungsstrukturen nahezu fehlen. PF 907 weist mit 97,89% den höchsten Anteil an Hintergrundfläche auf und enthält ausschließlich isolierte kleinflächige Biotope („Islets“) ohne Anschluss an ein funktionales Netzwerk. Entsprechend zeigen die ED₂-Karten dieser Flächen großflächige pinkfarbene Zonen, die auf weite Distanz zu den nächsten naturnahen Strukturen hinweisen und damit typisch für GI-Coldspots mit geringem ökologischem Wert und Vernetzungspotential sind.

Auffällig ist, dass Verbindungskorridore auf mehreren Flächen durch lineare Strukturelemente wie Feldraine, Entwässerungsgräben, Bachläufe, Hecken und Waldsäume gegeben sind. Sie übernehmen eine bedeutende Rolle für die funktionale Konnektivität, indem sie Bewegungsachsen für Arten darstellen. Diese Annahme wird sowohl durch die MSPA-Kategorien „Branch“, „Bridge“ und „Loop“ als auch durch die in der ED₂-Analyse erkennbaren schmalen Verbindungszonen gestützt.

Insgesamt zeigen die Analysen, dass Kernflächen allein nicht ausreichen, um die ökologische Funktionalität und Konnektivität der Landschaft sicherzustellen. Erst in Kombination mit gut vernetzten linearen Strukturen und in einer ausreichenden räumlichen Dichte an Biotopinseln entsteht ein ökologisch wirksames Netzwerk. In der EU-Biodiversitätsstrategie 2030 ist zu diesem Zweck festgehalten,

dass ein kohärentes, resilientes-transeuropäisches Netz an Schutzgebieten und Korridoren ausgeweitet werden soll (Europäische Kommission, 2020). Es ist fraglich, ob ein Netz ausschließlich aus Schutzgebieten reichen wird, um dem stetigen Rückgang der Biodiversität entgegen wirken zu können. Das übergeordnete EU-Ziel, dass: „[...] bis 2050 alle Ökosysteme der Welt widerhergestellt werden, widerstandsfähig sind und angemessen geschützt werden.“, wird auch auf kleinräumiger Matrix in der Agrarlandschaft mehr Anstrengung als bisher erfordern (Europäische Kommission, 2020). Die Identifikation von GI-Coldspots liefert dabei wichtige Anhaltspunkte für gezielte Maßnahmen im Bereich der Renaturierung, linearen Biotopvernetzung und landschaftsplanerischen Intervention.

6.5 Zusammenhänge von Konnektivität (MSPA) und Funktionalität (GFW)

Die grafische Auswertung der MSPA-Kategorien im Vergleich zu den Funktionsgruppen der Landschaftsdienstleistungen (LDL) verdeutlicht erste Hinweise auf strukturelle Zusammenhänge. Besonders hervorzuheben ist der deutlich negative Zusammenhang zwischen Hintergrundflächen (MSPA_BG) und den LDL-Kategorien Informations-, Produktions- sowie Regulierungsfunktionen. Je größer der Anteil an Hintergrundflächen im Untersuchungsgebiet, desto geringer fallen die Werte dieser LDL aus. Dies lässt vermuten, dass Hintergrundflächen, die nicht zur Grüne Infrastruktur gehören und in der Regel eine geringe ökologische Wertigkeit aufweisen, nur eingeschränkt zur Bereitstellung dieser Funktionen beitragen.

Demgegenüber zeigt sich bei den Kernflächen (MSPA_Core) ein klar positiver Trend. Größer zusammenhängende Kernflächen gehen mit höheren Werten in denselben Funktionsgruppen einher. Dies unterstützt die Annahme, dass die Qualität und Konnektivität Grüner Infrastruktur eine entscheidende Rolle für die Erbringung von Landschaftsdienstleistungen spielt.

Für die Funktionsgruppen Habitat- und Trägerfunktion konnten hingegen keine eindeutigen Korrelationen mit einer der MSPA-Kategorien identifiziert werden. Ebenso zeigen die Kategorien „Branch“, „Bridge“, „Edge“, „Islet“, „Loop“ und „Perforation“ keine klaren Muster, was darauf hindeutet, dass ihre Bedeutung für die Betrachtung der LDL im vorliegenden Datensatz nicht eindeutig erfassbar ist.

Im Hinblick auf die Forschungsfrage lässt sich somit festhalten, dass die funktionale Vernetzung von Grüner Infrastruktur, gemessen durch die räumliche Verteilung von Kern- und Hintergrundflächen,

in einem erkennbaren Zusammenhang zu bestimmten Funktionsgruppen der LDL steht. Besonders die Informations-, Produktions- und Regulierungsfunktionen profitieren von einer hohen Dichte und Größe zusammenhängender Kernflächen. Gleichzeitig wirkt sich ein hoher Anteil an Hintergrundflächen negativ aus.

Es bleibt jedoch zu betonen, dass die hier dargestellten Ergebnisse auf einer explorativen grafischen Analyse basieren und keine kausalen Zusammenhänge belegen. Für eine belastbare Quantifizierung der Beziehungen zwischen Konnektivität und Funktionalität Grüner Infrastruktur sind weiterführende statistische Analysen notwendig, die auch größere differenzierte Datensätze berücksichtigen.

6.6 Korrelationsanalyse

Die durchgeführte Korrelationsanalyse zeigt, dass sowohl eine höhere strukturelle Diversität (SHDI) als auch eine gesteigerte naturschutzfachliche Qualität der Flächen (BV) signifikant mit der Gesamtfunktionalität der Landschaftsdienstleistungen (GFW) zusammenhängen.

Besonders hervorzuheben ist der hohe Korrelationswert zwischen SHDI und BV ($r=0,92$). Dieser zeigt, dass strukturell vielfältige Landschaften mit diversen Lebensräumen auch naturschutzfachlich wertvollere Flächen aufweisen und eine zentrale Rolle für den Erhalt der biologischen Vielfalt haben (Walz and Steinhardt, 2024).

Die ebenfalls deutlich positive Korrelation zwischen BV und GFW ($r=0,88$) befürworten die Hypothese, dass naturschutzfachlich hochwertige Flächen insgesamt mehr Landschaftsdienstleistungen liefern. Dieser Zusammenhang lässt sich ökologisch damit erklären, dass Flächen mit hohem Biotopwert in der Regel eine höhere Artenvielfalt, bessere Habitatqualität und eine größere ökologische Resilienz aufweisen. Diese Faktoren wirken sich direkt auf die Fähigkeit der Landschaft aus, sowohl regulierende als auch produktive und kulturelle Dienstleistungen bereitzustellen (Oliver *et al.*, 2015). Dies wird auch durch die Einschätzung von De Groot et al. (2010) befürwortet, welcher betont, dass der Zusammenhang zwischen Biodiversität, ökologischen Prozessen und der Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen zwar zentral ist, in quantitativer Hinsicht jedoch noch nicht vollständig verstanden wird.

Der moderate, aber signifikante Zusammenhang zwischen SHDI und GFW ($r=0,71$) deutet darauf hin, dass strukturelle Vielfalt nicht in allen Fällen zu einer Steigerung der Gesamtfunktionalität führt. Mögliche Gründe hierfür liegen in der Art und Nutzung der vorhandenen Strukturen. Beispielsweise können bestimmte strukturreiche Flächen, wie etwa intensiv genutzte Agrarflächen, einen hohen SHDI aufweisen, jedoch durch ihre geringe Habitatqualität nur eingeschränkt zur Erbringung von LDL beitragen. Fahrig (2013) zeigt in diesem Zusammenhang mit der „Habitat Amount Hypothesis“, dass die Landschaftsdienstleistung nicht allein von der Größe oder Vielfalt von einzelnen Flächen abhängt, sondern vielmehr von der Menge und Qualität des tatsächlich verfügbaren Habitats in der Landschaft. Dies verdeutlicht, dass eine hohe strukturelle Diversität nur dann zu einer gesteigerten Gesamtfunktionalität führt, wenn sie mit ökologisch wertvollen und gut vernetzten Lebensräumen einhergeht.

In Bezug auf die Hypothese lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse deren Kernaussage stützen. Eine höhere strukturelle Diversität (SHDI) und gesteigerte naturschutzfachliche Qualität (BV) stehen in einem positiven Zusammenhang mit der Gesamtfunktionalität (GFW) der LDL. Allerdings variiert die Stärke der Zusammenhänge je nach Kombinationen der betrachteten Parameter.

6.7 Methodenkritik

Da diese Arbeit nur eine Teilerhebung des Interreg Projektes „Wo ist die Grenze? – Kde je hranice“ (Fuchs *et al.*, 2023) umfasst und eine Masterarbeit nur einen begrenzten Rahmen hat, ist das Untersuchungsgebiet mit den sieben Probeflächen grundsätzlich nicht ausreichend um eine fundamentale Aussage treffen zu können. Die Aussagekraft der Ergebnisse würde sich durch weitere Probeflächen verbessern lassen.

Ein weiterer Kritikpunkt ist der saisonale Erhebungszeitraum, welcher das Ergebnis der Studie hinsichtlich der Artenzusammensetzung, aufgrund der phänologischen Ausprägung beeinflusst haben könnte. Die Datenaufnahme zwischen Mitte Mai und Ende August brachte mit fortschreitender Vegetationsperiode Herausforderungen mit sich. Bei der Kartierung des Biotoptyps Wiese, war die Erhebung durch die ararwirtschaftliche Nutzung der Mahd erschwert. Bei einer größer angelegten Untersuchung wäre es empfehlenswert die Erhebungen über mehrere Jahre angepasst an die Vegetationsperiode und an die agrarwirtschaftlichen Gegebenheiten durchzuführen.

6.8 Einfluss der intensiven Agrarlandschaft

Von den erhobenen Flächen sind insgesamt 58% Ackerflächen, 8% Grünland und 6% Wälder und Forste, landwirtschaftlich genutzte Flächen nehmen einen erheblichen Anteil der Gesamtfläche ein, daher ist eine genauere Betrachtung dieser unbedingt notwendig. Die Ergebnisse zeigen, dass Pro-beflächen mit einem hohen Anteil an intensiver agrarwirtschaftlicher Nutzung einen niedrigeren Biotope Value, Shannon's Diversity Index und Gesamtfunktionalität der LDL aufweisen als weniger stark genutzte Flächen. Insbesondere intensiv genutzte Ackerflächen, welche nicht als Grüne Infrastruktur klassifiziert werden, aber auch intensiv genutztes Grünland weist einen erheblich negativen Einfluss auf die Biodiversität dieser Flächen auf. Einerseits beeinflussen die Eigenschaften der jeweiligen Kulturpflanze die Artenvielfalt an den Standorten, andererseits trägt auch die Nutzungsintensität durch Eutrophierung einen klar dominierenden negativen Effekt auf die Biodiversität bei. Ein weiterer zentraler Faktor für die Förderung von Biodiversität in der Agrarlandschaft ist der Erhalt von Randstrukturen wie Feldraine, Hecken und Böschungen (Schmitzberger *et al.*, 2005). Intensive Agrarlandschaften sind durch große einfache geometrische Flächen geprägt, im Gegensatz dazu sind naturnahe Habitate durch komplexe, kleinteilige Strukturen erkennbar. Flächen mit höherer landschaftlicher Heterogenität und einer komplexeren Landschaftsmatrix zeigen eine höhere Artenvielfalt (Peterseil *et al.*, 2004). Demnach ist nicht nur die Landnutzungsform, sondern auch die Komplexität der Flächen sowie die Art und Intensität der Bewirtschaftung relevant (Peterseil *et al.*, 2004; Schmitzberger *et al.*, 2005).

Im Managementplan des Nationalparks Thayatal 2021 – 2030 (Übl *et al.*, 2022) werden im Umland ökologische Pufferflächen in Form von Brachen- oder Biodiversitätsflächen angestrebt. Durch die konventionelle Bewirtschaftung der angrenzenden Agrarflächen, werden bei Regenereignissen Boden, Düngemittel und Pestizide in die Schutzgebietsflächen eingetragen (Übl *et al.*, 2022). Pufferzonen können nur in enger Zusammenarbeit mit den Landwirt_innen und mittels entsprechender Subventionen realisiert werden. Dabei ist die Qualität und Zielgenauigkeit der Förderung entscheidend nicht nur die Höhe der Zahlung (Schmitzberger *et al.*, 2005).

6.9 Biodiversitätsoptimierendes Management

Die erhobenen Probeflächen befinden sich allesamt im Umland des Großschutzgebiet Nationalpark Thayatal, wodurch ihnen eine besondere Bedeutung für den Erhalt der Biodiversität zukommt. Das Umland von Nationalparks ist einerseits relevant in seiner Funktion als Korridor oder Trittstein, andererseits spielt auch der Nährstoffeintrag von angrenzenden intensiv genutzten Agrarflächen eine wesentliche Rolle. Die groß angelegte Studie „Wo ist die Grenze? - Kde je hranice? (Fuchs *et al.*, 2023) verdeutlicht das naturschutzfachliche Potenzial des Umlands des Nationalparks eindrücklich.

Dazu zählt insbesondere der Erhalt und Ausbau linearer Begleitstrukturen, wie Feldraine, Böschungen oder Hecken in der Landschaftsmatrix aus intensivem Ackerland. Diese Strukturen stellen nicht nur funktionale Elemente wie ökologische Trittsteine und Korridore dar, sondern bieten auch wirtschaftliche LDL für Landwirt_innen, etwa durch Bodenschutz und die Regulierung des Wasserhaushalts (Fuchs *et al.*, 2023). Zudem besitzen lineare Begleitstrukturen einen hohen Wert für die Naherholung sowie für das ästhetische Landschaftsbild, was wiederum eine zentrale Ressource für den regionalen Tourismus darstellt (Fuchs *et al.*, 2023; Weinviertel Tourismus GmbH, no date).

Besonders wertvolle Biotoptypen, wie (Halb-) Trockenrasen, feuchte bis nasse Fettwiesen, (Halb-) Trockenrasenbrachen, Klein- und Großseggenrieder, artenreiche Ackerraine und Böschungen, naturnahe Ufergehölzstreifen sowie Obstbaumwiesen stellen letzte Refugien in einer intensiv genutzten Landschaft dar. Ihre Pflege und Erhaltung sind ebenso notwendig wie die Förderung ihrer Ausweitung.

Eine weitere wichtige Managementmaßnahme wäre die Renaturierung von Fließ- und Stillgewässern, verbunden mit einem Stopp weiterer Entwässerungen im Zuge möglicher Nutzungsänderungen. Ziel ist der Erhalt und die Förderung von Flussbegleitvegetation sowie feuchtegeprägte Biotoptypen (Fuchs *et al.*, 2023).

Stark anthropogen geprägte Nadel- und Robinienforste, die durch ihre Monostruktur zur Bodenversauerung und zur Verarmung der Biodiversität beitragen, sollten reduziert und durch Renaturierungsmaßnahmen mit standortgerechten, heimischen Arten ersetzt werden (Zerbe, 2019).

Zu einer zentralen naturschutzfachlichen Verbesserung des Umlandes des Nationalparks würde eine Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung führen. Dazu zählt der Verzicht auf Düngung und den Einsatz von Herbiziden sowie eine weniger frequentierte und biodiversitätsfördernde Form der Mahd, wie Streifen- bzw. Mosaikmahd (Übl *et al.*, 2022; Fuchs *et al.*, 2023). Für die Förderung von

naturschutzverträglicher Landnutzung bedarf es entsprechende zielgerichtete Subventionen um diese umzusetzen (Schmitzberger *et al.*, 2005).

Allem voran muss auch die fortschreitende Versiegelung von Böden erwähnt werden. Auch wenn das Wald- und Weinviertel verhältnismäßig noch viel unverbaute Flächen aufweist (ÖROK, 2022), ist die Zerschneidung der Landschaft durch Straßen, Bahntrassen, verbaute Flüsse und Siedlungsgebiete ein bedeutender Faktor, der Naturschutzziele entgegensteuert (Walz and Steinhardt, 2024).

7. Conclusio

Die vorliegende Arbeit untersucht die Grüne Infrastruktur im Umland des Nationalparks Thayatal hinsichtlich ihrer Nutzungs- und Biotoptypen, naturschutzfachliche Qualität, funktionale Vernetzung und Erbringung von Landschaftsdienstleistungen. Ziel war es, die Zusammenhänge zwischen struktureller Diversität, Biotopqualität und ökologischer Funktionalität auf regionaler Landschaftsebene zu analysieren. Damit wurde die Hypothese geprüft, dass eine strukturell diverse, naturschutzfachlich hochwertige und funktional gut vernetzte Grüne Infrastruktur mehr Landschaftsdienstleistungen aufweist.

Die Ergebnisse bestätigen die Hypothese weitgehend, dass Flächen mit hoher struktureller Vielfalt (SHDI) und hohem Biotop Value (BV) besonders viele Landschaftsdienstleistungen erbringen. Auch die funktionale Konnektivität, gemessen anhand von MSPA und ED₂, erweist sich als Schlüsselfaktor für den ökologischen Wert der Flächen. Ein hoher Anteil der MSPA-Kernflächen wirkt sich positiv auf die Informations-, Produktions- und Regulierungsfunktion der LDL aus, während ein hoher Anteil an Hintergrundflächen eher negative Effekte zeigt. Für die Habitat- und Trägerfunktion sowie weitere MSPA-Kategorien ergaben sich keine klaren Muster. Diese Ergebnisse geben damit erste Hinweise auf Forschungsfrage 5, erlauben aber keine gesicherten kausalen Aussagen.

Vor allem naturnahe Strukturen wie Wälder, Hecken, Gewässer, extensiv genutzte Wiesen und Feldraine tragen wesentlich zu Biodiversität, Habitatfunktionen und ökologischer Resilienz bei, während intensiv genutzte Agrarflächen und Siedlungsräume mit kaum vorhandener GI den Gesamtfunktionalitätswert deutlich mindern.

Im wissenschaftlichen Kontext stützen die Ergebnisse bestehende Erkenntnisse, dass Biodiversität, Konnektivität Grüner Infrastruktur und Landschaftsheterogenität zentrale Voraussetzungen für stabile Ökosystemfunktionen darstellen (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Zugleich zeigt sich, dass strukturreiche naturnahe Kulturlandschaften ein erhebliches Potenzial für die Umsetzung der Biodiversitätsstrategie 2030 aufweisen, sofern gezielte Renaturierungs- und Managementmaßnahmen erfolgen (Stejskal-Tiefenbach et al., 2022). Besonders lineare Strukturelemente (Hecken, Raine, Ufergehölze) sowie naturnahe Gewässer übernehmen hierbei Schlüsselsollen für die ökologische Vernetzung und sollten verstärkt gefördert werden (Lange *et al.*, 2023).

Die Arbeit ist durch methodische und räumliche Einschränkungen begrenzt. Die geringe Zahl an Probeflächen erlaubt keine repräsentative Generalisierung der Ergebnisse, und der kurze saisonale Erhebungszeitraum beeinflusst die Biotopkartierung. Für weiterführende Untersuchungen empfiehlt sich daher eine größere räumliche Abdeckung, längere Beobachtungszeiträume sowie ergänzende Methoden wie Arteninventare oder der Einsatz moderner Fernerkundungsmethoden (wie z.B.: KI-gestützte Analyse hochauflösender Satellitenbilddaten).

Zusammenfassend verdeutlicht die Arbeit, dass die Förderung von struktureller Diversität, naturschutzfachlich hochwertigen Biotopen und funktionaler Vernetzung zentrale Ansatzpunkte für den Erhalt der Biodiversität und die Bereitstellung von Landschaftsdienstleistungen sind. Für das Umfeld des Nationalparks Thayatal ergibt sich daraus, dass biodiversitätsfördernde Agrarmaßnahmen, die Extensivierung der Landnutzung sowie die Stärkung linearer und naturnaher Strukturen entscheidend sind, um die ökologische Qualität der Kulturlandschaft nachhaltig zu sichern und zu verbessern. Insgesamt unterstreicht die Arbeit, dass die Stärkung Grüner Infrastruktur eine zentrale Voraussetzung für den langfristigen Erhalt von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen auf regionaler Ebene darstellt.

8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Typen von Elementen Grüner Infrastruktur mit Beispielen nach Mazza et al. (2011) und Rossi et al. (2019).....	11
Tabelle 2: Übersicht der Klimamittelwerte von 1981 - 2010 für die Wetterstationen Hollabrunn und Retz, sowie Wetterdaten der Station Retz Windmühle aus 2022. Die jeweiligen Parameter geben das Jahresmittel an. Die Daten stammen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG, n.d. b, n.d. a). Die Mittelwerte für Österreich wurden anhand der vorhandenen Daten berechnet.....	22
Tabelle 3: Skala der Hemerobie (Sukopp et al, 1972 und Grabherr et al. (1993) zitiert nach Wrбка et al., 2015)	26
Tabelle 4 Biotope Value (BV)	27
Tabelle 5: Shannon's Diversity Index	28
Tabelle 6: Edge Density	28
Tabelle 7: Median, Mittelwert, Standardabweichung (STABW) und Stichproben (n) der Biotope Values der 7 Probeflächen	42
Tabelle 8: Shannon's Diversity Index der erhobenen Probeflächen	42
Tabelle 9: Edge Density (ED ₁) der erhobenen Probeflächen	43
Tabelle 10: Landschaftsdienstleistungen und Gesamtfunktionalitätswert (GFW) je Probefläche. RF = Regulierungsfunktionen, HF= Habitatfunktionen, PF = Produktionsfunktionen, IF = Informationsfunktionen, TF = Trägerfunktionen.....	43
Tabelle 11: Shapiro Wilk Test auf Normalverteilung der Daten. BV = Biotop Value, SHDI = Shannon's Diversity Index, GFWI = Gesamtfunktionalitätswert	50
Tabelle 12: Pearson's Korrelations Test.....	51
Tabelle 13: Zuweisung der Biotoptypen zu Corine Landcover Klassen (CLC), diese erhalten jeweils eine Raster Nummer und den resultierenden Gesamtfunktionalitätswert (GFW)	92
Tabelle 14: Zuweisung der Landnutzungstypen, welche keinem Biotoptypen zugewiesen werden konnten, zu Corine Landcover Klassen (CLC), diese erhalten jeweils eine Raster Nummer und den resultierenden Gesamtfunktionalitätswert (GFW).....	93
Tabelle 15: MSPA-Ergebnisse der 7 erhobenen Probeflächen für die Vordergrundfläche. Der Vordergrund kann in folgende Kategorien unterteilt werden: „Core“ (Kernfläche), „Islet“ (Insel), „Perforation“ (Lücken), „Edge“ (Randfläche), „Loop“ (Schleife), „Bridge“ (Brücke) und „Branch“ (Abzweigung). Die „FG area [pixel/%)“ beschreibt die Anzahl an Pixel einer Kategorie pro Vordergrundfläche der jeweiligen Probefläche. „Data area [pixel/%)“ gibt die Anzahl an Pixel einer	

Kategorie pro Gesamtfläche der jeweiligen Probefläche an. Die „Objects“ beschreiben die Anzahl an Objekten einer Kategorie.....94

Tabelle 16: MSPA-Ergebnisse der Hintergrundkategorien – „Background“ (Hintergrund) und „Opening“ (Öffnungen) bestehend aus „Core-Opening“ (Kernöffnung) und „Border-Opening“ (Randöffnung). „Data area [pixel/%]“ gibt die Anzahl an Pixel einer Kategorie pro Gesamtfläche der jeweiligen Probefläche an. Die „BG area [pixel/%]“ beschreibt die Anzahl an Pixel einer Kategorie pro Hintergrundfläche der jeweiligen Probefläche. Die „Objects“ beschreiben die Anzahl an Objekten einer Kategorie. „Porosity“ oder Durchlässigkeit misst den Grad an Kernöffnungen in geschlossener Grüner Infrastruktur. Bei einer Durchlässigkeit von 0% gibt es keine Kernöffnungen.
.....95

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht des Untersuchungsgebietes. Die violetten Quadrate definieren, die Probeflächen des Projektes "Wo ist die Grenze? – Kde je hranice?" in Österreich. Die pinken Quadrate zeigen ein Subsample des Projektes, welches in dieser Arbeit behandelt wird.	19
Abbildung 2: Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes auf Basis von Daten des Datensatzes der geologischen Bundesanstalt (Weber, 2013).....	21
Abbildung 3: Landbedeckungskarte des Untersuchungsgebietes nach Corine Land Cover Version 2020, mit Gemeinde- und Staatsgrenzen (European Environment Agency, 2019)	23
Abbildung 4 Orthofotos der kartierten Quadranten. Die Zahlen geben die Nummer der Probeflächen an.	24
Abbildung 5: Kurzerklärung der MSPA Klassen nach Vogt (2022).....	30
Abbildung 6: Flächenmäßige Aufteilung der Grünen Infrastruktur der einzelnen Probeflächen und des gesamten Untersuchungsgebietes. Die Probeflächen wurden nach den Kategorien "Lineare Grüne Infrastruktur", "Flächige Grüne Infrastruktur" und "Keine Grüne Infrastruktur" erhoben. Das Balkendiagramm zeigt die prozentuellen Flächenanteile der jeweiligen Kategorie.	32
Abbildung 7: Prozentueller Anteil der Landnutzungsklassen auf die Gesamtfläche der erhobenen Probeflächen (n=678)	33
Abbildung 8: Übersicht über die Gesamtvorkommen von Kleinststrukturen auf den erhobenen Probeflächen. FR = Feldrain / Böschung, HB = Baumhecke, HS= Strauchhecke, ALLJ = Allee jung, ALLA = Allee alt, EBA = Einzelbaum alt, FG = Feldgehölz, FKA = flächige Kleinarchitektur, EBJ = Einzelbaum jung, PKA = punktförmige Kleinarchitektur.....	34
Abbildung 9: Übersicht über die Gesamtvorkommen von Gewässern auf den erhobenen Probeflächen. PSK = Periodisches Stillgewässer künstlich, PFN = Periodisches Fließgewässer natürlich, GMN = Fließgewässer mäßig naturnah	34
Abbildung 10: Abweichungen der Nutzungstypen der Probeflächen vom Mittelwert der Gesamtfläche	35
Abbildung 11: Prozentueller Anteil der Biotoptypenklassen auf die Gesamtfläche der erhobenen Probeflächen (n=678)	36
Abbildung 12: Übersicht über die Gesamtvorkommen von Kulturbiotopen der Agrar- und Siedlungslandschaft auf den erhobenen Probeflächen. RAINFLAG = Artenarmer geschlossener Feldrain; UGEHNATU = Naturnahe Ufergehölzstreifen ; KGEHPARA = Altbaumbestand in Park und Garten; RAINBÖWI = Wiesenartiger Böschungsrain; GGEHLAUB = Gruppe von Laubbäumen; HECKSMES = Mesophile Strauchhecken und Waldmäntel; HECKBMES = Mesophile Baumhecken; RAINBÖSR = Subruderaler Böschungsrain; ZGEHLAUB = Obstbaumzeilen und -alleen; HECKSDOR = Mesophile Strauchhecken und Waldmäntel, Dornstrauch geprägt; UGEHFERN = Naturferne Ufergehölzstreifen; GGEHNADL = Gruppe von Nadelbäumen; KGEHOBWI = Obstbaumwiesen; KGEHKULT = Sonstige Gehölzkulturen; HECKSNEO =Naturferne Baumhecken; EGHSTRA=Einzelbusch	

und Strauchgruppe; HECKBNEO = Naturferne Strauchhecken; RAINHOSR = Subruderaler Hochrain; HECKBOBS = Obstbaumreiche Baumhecken; RAINBÖMG = Magerer Böschungsrain; RAINBÖRU = Ruderaler Böschungsrain; EGEHLAUB = Laubbaum; ZGEHOBST = Obstbaumzeilen und Alleen; RAINHORU = Ruderaler Hochrain; GGEHOBST = Gruppe von Obstbäumen; RAINFLAR = artenreicher Flachrein; RAINBÖTR = Trockenwarmer Böschungsrain; EGEHOBST = Obstbaum37

Abbildung 13: Prozentuelle Übersicht über das Gesamtvorkommen von Binnengewässern, Gewässer- und Ufervegetation auf den erhobenen Probeflächen: STAWANTK = Anthropogen geschaffene Stillgewässer – naturfern, künstlich; NASSGRÖ = Großröhrichte; FLEWTEMP = Temporäre Fließgewässer; NASSKLSG = Kleinseggenrieder; FLWBACH = Bäche; NASSGRSG = Großseggenrieder; STWPION = Uferpionierstandorte der Stillgewässer38

Abbildung 14: Abweichungen der Biotoptypen der Probeflächen vom Mittelwert der Gesamtfläche39

Abbildung 15: Biotoptypenklassen der Probeflächen40

Abbildung 16: Flächenmäßige Aufteilung des Hemerobiegrades der einzelnen Probeflächen und des gesamten Untersuchungsgebietes. Der Grad der Hemerobie wird differenziert in „Metahemerob“, „Polyhemerob“, „Alpha-Euhemerob“, „Beta-Euhemerob“, „Mesohemerob“, „Oligohemerob“ und „Ahemerob“. Das Balkendiagramm zeigt die prozentuellen Anteile des jeweiligen Hemerobiegrades, die Datentabelle darunter zeigt die Fläche in m².41

Abbildung 17: Vergleich der Flächensummen der einzelnen Gesamtfunktionalitätswerte der erhobenen Probeflächen. Die Werte wurden zur besseren Gegenüberstellung auf 100% skaliert. ...44

Abbildung 18: Landschaftsdienstleistungen der Probeflächen nach den Gesamtfunktionalitätswerten kategorisiert45

Abbildung 19: Karten der Morphological Spatial Pattern Analysis mit einer Konnektivität von 8 und einer Randbreite von 1 Pixel.47

Abbildung 20: Karten der Euklidischen Distanz der Probeflächen48

Abbildung 21: Streudiagramm zur Darstellung von möglichen Zusammenhängen zwischen Kategorien der MSPA-Analyse und Landschaftsdienstleistungen. MSPA_BG = Hintergrund; MSPA_Branch = Abzweigungen; MSPA_Bridge = Brücken; MSPA_Core = Kernflächen; MSPA_Edge = Randflächen, MSPA_Islet = Inseln; MSPA_Loop = Schleifen, MSPA_Perf. = Lücken; LDL_HF = Habitatfunktion; LDL_IF = Informationsfunktion; LDL_PF = Produktionsfunktion; LDL_RF = Regulierungsfunktion; LDL_TF = Trägerfunktion (Erläuterungen zu den Werten sind in den Methodenkapitel 6.3.3.1 und 6.3.4.1 vorzufinden).....49

Abbildung 22: Streudiagramm des GFW, SHDI und BV mit beschrifteten Datenpunkten der Probeflächen und Regressionslinie.....50

Abbildung 23: Erhebungsbogen für die einzelnen Biotope im Untersuchungsgebiet79

Abbildung 24: Liste der selektiv zu kartierenden Biotope – Wachau (Wrbka, 2015 verändert nach Essl et al.,2002- 2015) 1/480

Abbildung 25: Liste der selektiv zu kartierenden Biotope – Wachau (Wrbka, 2015 verändert nach Essl et al., 2002 -2015) 2/4.....	81
Abbildung 26: Liste der selektiv zu kartierenden Biotope – Wachau (Wrbka, 2015 verändert nach Essl et al., 2002 -2015) 3/4.....	82
Abbildung 27: Liste der selektiv zu kartierenden Biotope – Wachau (Wrbka, 2015 verändert nach Essl et al., 2002 -2015) 4/4.....	83
Abbildung 28: Liste der Nutzungstypen der Kartierungsanleitung – Landschaftsstruktur (Wrbka et al., 2015) 1/2	84
Abbildung 29: Liste der Nutzungstypen der Kartierungsanleitung – Landschaftsstruktur (Wrbka et al., 2015) 2/2	85
Abbildung 30: Anleitung zur Erfassung der Hemerobie nach der Kartierungsanleitung – Landschaftsstruktur (Wrbka et al., 2015) 1/3.....	86
Abbildung 31: Anleitung zur Erfassung der Hemerobie nach der Kartierungsanleitung – Landschaftsstruktur (Wrbka et al., 2015) 2/3.....	87
Abbildung 32: Anleitung zur Erfassung der Hemerobie nach der Kartierungsanleitung – Landschaftsstruktur (Wrbka et al., 2015) 3/3.....	88
Abbildung 33: Erhebungsbogen Biotopkartierung 1/2.....	89
Abbildung 34: Erhebungsbogen Biotopkartierung 2/2.....	90
Abbildung 35: Matrix der Landschaftsdienstleistungen einschließlich des resultierenden Gesamtfunktionalitätswerts für jede CORINE Land Cover-Klasse in Mitteleuropa (Danzinger et al., 2020)	91

10. Literaturverzeichnis

- Benedict, M.A. and McMathon, E.T. (2002) 'Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century', *Renewable Resources Journal*, 20(3), pp. 12–17.
- BML (2023) *Sonderrichtlinie ÖPUL 2023. Sonderrichtlinie des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft, Geschäftszahl 2022-0.592.691*. Available at: https://www.bmluk.gv.at/dam/jcr:d2051318-e7ad-4f9f-b5d0-1a4c173be001/SRL_OEPUL_2023.pdf (Accessed: 1 September 2025).
- Burel, F. and Baudry, J. (2004) *Landscape ecology: concepts, methods and applications*. Repr. Enfield, N.H.: Science Publishers.
- Costanza, R. *et al.* (1997) 'The value of the world's ecosystem services and natural capital', *Nature*, 387(6630), pp. 253–260. Available at: <https://doi.org/10.1038/387253a0>.
- Crooks, K.R. and Sanjayan, M.A. (2006) *Connectivity conservation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Danzinger, F. *et al.* (2020) *MaGICLandscapes - Handbuch zur Bewertung der Funktionalität Grüner Infrastruktur - Instrument zur Entscheidungsfindung*. O.T2.1. Dresden: Interreg Central Europe. Available at: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/MaGICLandscapes.html#Outputs> (Accessed: 24 February 2023).
- De Groot, R. (2006) 'Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes', *Landscape and Urban Planning*, 75(3–4), pp. 175–186. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.016>.
- De Groot, R.S. *et al.* (2010) 'Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making', *Ecological Complexity*, 7(3), pp. 260–272. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>.
- De Groot, R.S., Wilson, M.A. and Boumans, R.M.J. (2002) 'A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services', *Ecological Economics*, 41(3), pp. 393–408. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7).
- Embleton-Hamann, C. (2022) *Landscapes and landforms of Austria*. Cham: Springer (World geomorphological landscapes).
- Essl *et al.* (2015) 'Referenzliste der Biotoptypen Österreichs'. Edited by G. Banko. Umweltbundesamt, Abteilung biologische Vielfalt und Naturschutz.
- Essl, F. *et al.* (2004) *Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs. Grünland, Grünlandbrachen und Trockenrasen Hochstauden- und Hochgrasfluren, Schlagfluren und Waldsäume Gehölze des Offenlandes und Gebüsche*. Edited by Umweltbundesamt. Wien: NWV, Neuer Wissenschaftlicher Verlag (Monographien, M-167 ; M-174 ; REP-0134). Available at: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/m167.pdf> (Accessed: 1 September 2025).

Europäische Kommission (2019) *Review of progress on implementation of the EU green infrastructure strategy*. COM(2019) 236 final. Brüssel: Publ. Off. of the Europ. Union, p. 11.

Europäische Kommission (2020) *EU-Biodiversitätsstrategie für 2030*. COM (2020) 380 final. Brüssel: Europäische Kommission, p. 27. Available at: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF (Accessed: 16 March 2023).

European Environment Agency (2019) *CLC 2000 — Copernicus Land Monitoring Service*. Available at: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2000> (Accessed: 23 February 2023).

Eurostat (2024) 'Flächenversiegelungsindex'. Eurostat. Available at: https://doi.org/10.2908/SDG_11_32.

Fahrig, L. (2013) 'Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis', *Journal of Biogeography*. Edited by K. Triantis, 40(9), pp. 1649–1663. Available at: <https://doi.org/10.1111/jbi.12130>.

Fischer, M.A. et al. (eds) (2008) *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol: Bestimmungsbuch für alle in der Republik Österreich, im Fürstentum Liechtenstein und der Autonomen Provinz Bozen / Südtirol (Italien) wildwachsenden sowie die wichtigsten kultivierten Gefäßpflanzen (Farnpflanzen und Samenpflanzen) mit Angaben über ihre Ökologie und Verbreitung*. 3., verb. Aufl. Linz: Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen.

Fuchs, S. et al. (2023) *Wo ist die Grenze? - Kde je hranice? Verbesserung der grenzüberschreitenden Besucherinfrastruktur und Bewertung des Besuchereinflusses in den Nationalparks Thayatal-Podyjí*. Wien: Universität Wien, p. 56.

Geologische Bundesanstalt (2023a) *Alpenvorland*. Available at: <https://www.geologie.ac.at/rocky-austria/landschaften/alpenvorland> (Accessed: 16 February 2023).

Geologische Bundesanstalt (2023b) *Böhmische Masse*. Available at: <https://www.geologie.ac.at/rocky-austria/landschaften/boehmise-masse> (Accessed: 16 February 2023).

Götzl, M. et al. (2015) *Ökosystemleistungen des Waldes Erstellung eines Inventars für Österreich*. Wien: Umweltbundesamt GmbH.

Grabherr, G. et al. (1998) *Hemerobie österreichischer Waldökosysteme*. Innsbruck: Universitätsverlag Wagner (Veröffentlichungen des Österreichischen MaB-Programms, Bd. 17).

Haines-Young, R. and Potschin, M.B. (2018) *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. Available at: www.cices.eu.

Hannah, L. et al. (2002) 'Conservation of Biodiversity in a Changing Climate', *Conservation Biology*, 16(1), pp. 264–268. Available at: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00465.x>.

Interreg Central Europe (2020) *MaGICLANDSCAPES Project Partner Map, Interreg CENTRAL EUROPE*. Available at: <http://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/MaGICLandscapes.html> (Accessed: 7 March 2023).

Jandl, R. *et al.* (eds) (2024) *APCC Special Report: Landnutzung und Klimawandel in Österreich*. Berlin, Heidelberg: Springer Nature.

John, H. *et al.* (2019) *MaGICLandscapes - Handbuch Grüene Infrastruktur - Konzeptioneller und theoretischer Hintergrund, Begriffe und Definitionen (Österreichische Kurzfassung)*. O.T1.1. Dresden: Interreg Central Europe. Available at: <https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/MaGICLandscapes-Handbuch-Grüne-Infrastruktur-AUT.pdf> (Accessed: 24 February 2023).

Jung, M. (2013) *LecoS - A QGIS plugin for automated landscape ecology analysis*. preprint. PeerJ PrePrints. Available at: <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.116v2>.

Jung, M. (2022) 'LecoS - Landscape Ecology Statistics'. Available at: <http://conservationecology.wordpress.com/lecos-land-cover-statistics/>.

Kowarik, I. (2016) 'Das Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation (PNV) und seine Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege - The concept of potential natural vegetation and its relevance for nature conservation and landscape management', *Natur und Landschaft*, 91, pp. 429–435.

Land Niederösterreich, Abt.A.B. (2021) *Viertelseinteilung in Niederösterreich*. Available at: https://www.noegv.at/noe/Karten-Geoinformationen/NOE_Viertelsgrenzen_A3.pdf (Accessed: 17 February 2023).

Lange, S. *et al.* (2023) 'As green infrastructure, linear semi-natural habitats boost regulating ecosystem services supply in agriculturally-dominated landscapes', *One Ecosystem*, 8. Available at: <https://doi.org/10.3897/oneeco.8.e108540>.

LGBI 5507-0 (1998) *Vereinbarung 15a B-VG Errichtung und Erhaltung Nationalpark Thayatal, LGBI 5507-0*. Available at: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/LrNO/20000653/Vereinbarung%2015a%20B-VG%20Errichtung%20und%20Erhaltung%20Nationalpark%20Thayatal%2c%20Fassung%20vom%2010.03.2023.pdf> (Accessed: 10 March 2023).

Mazza, L. *et al.* (2011) *Green Infrastructure Implementation and Efficiency*. Final report for the European Commission ENV.B.2/SER/2010/0059. Brüssel und London: Institute for European Environmental Policy.

McGarigal, K. and Marks, B.J. (1995) *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, p. PNW-GTR-351. Available at: <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>.

Microsoft Corporation (2023) 'Microsoft Excel'. Available at: <https://office.microsoft.com/excel>.

Millennium Ecosystem Assessment (ed.) (2005) *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press (The Millennium Ecosystem Assessment series).

Oliver, T.H. *et al.* (2015) 'Biodiversity and Resilience of Ecosystem Functions', *Trends in Ecology & Evolution*, 30(11), pp. 673–684. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.08.009>.

ÖROK (2022) *ÖROK Atlas - Versiegelung, Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK)*. Available at: <https://www.oerok-atlas.at/#indicator/101> (Accessed: 13 September 2024).

Peterseil, J. *et al.* (2004) 'Evaluating the ecological sustainability of Austrian agricultural landscapes—the SINUS approach', *Land Use Policy*, 21(3), pp. 307–320. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.011>.

Pöll, C.E., Willner, W. and Wrabka, T. (2016) 'Challenging the practice of biodiversity offsets: ecological restoration success evaluation of a large-scale railway project', *Landscape and Ecological Engineering*, 12(1), pp. 85–97. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11355-015-0282-2>.

QGIS Development Team (2022) 'QGIS Geographic Information System'. Open Source Geospatial Foundation Project. Available at: <http://qgis.osgeo.org>.

R Core Team (2023) 'R: A Language and Environment for Statistical Computing'. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available at: <https://www.R-project.org/>.

RL 92/43/EWG des Rates (1992) *Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen*, Nr. L 206. OPOCE. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX%3A31992L0043%3ADE%3AHTML> (Accessed: 16 March 2023).

RL 2009/147/EG (2009) *RICHTLINIE 2009/147/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten. Vogelschutzrichtlinie*, L 20/7. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0147&from=DE> (Accessed: 1 September 2025).

Rossi, G.L. *et al.* (2020) *MaGICLandscapes - MANUAL FOR CREATING EVIDENCE-BASED GREEN INFRASTRUCTURE STRATEGIES AND ACTION PLANS - A Tool supporting Local Planning*. O.T3.2. Dresden: Interreg Central Europe. Available at: <https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/Handbuch-zur-erstellung-von-evidenzbasierten-Strategien-und-.pdf> (Accessed: 24 February 2023).

Rothmaler, W. and Jäger, E.J. (2011) 'Exkursionsflora von Deutschland', in. Heidelberg: Elsevier, Spektrum Akad. Verl.

RStudio Team (2024) 'RStudio: Integrated Development Environment for R'. Boston, MA: RStudio, PBC. Available at: <https://posit.co/>.

Saura, S. *et al.* (2011) 'Network analysis to assess landscape connectivity trends: Application to European forests (1990–2000)', *Ecological indicators*, 11, pp. 407–416. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.06.011>.

- Schmitzberger, I. et al. (2005) 'How farming styles influence biodiversity maintenance in Austrian agricultural landscapes', *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 108(3), pp. 274–290. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.02.009>.
- Schmutz, S. and Sendzimir, J. (eds) (2018) *Riverine Ecosystem Management: Science for Governing Towards a Sustainable Future*. Cham: Springer International Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3>.
- Schratt-Ehrendorfer, L. et al. (2022) *Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs. Dritte, völlig neu bearbeitete Auflage*. Linz (STAPFIA, 114). Available at: https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0114_0001-0357.pdf (Accessed: 1 September 2025).
- Soille, P. and Vogt, P. (2009) 'Morphological segmentation of binary patterns', *Pattern Recognition Letters*, 30(4), pp. 456–459. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2008.10.015>.
- Stejskal-Tiefenbach, M. et al. (2022) *Biodiversitäts-Strategie Österreich 2030+*. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.
- Sukopp, H. (1969) 'Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation', *Vegetatio Acta Geobotanica*, 17(1), pp. 360–371. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF01965917>.
- Termorshuizen, J.W. and Opdam, P. (2009) 'Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development', *Landscape Ecology*, 24(8), pp. 1037–1052. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9314-8>.
- Übl, C. et al. (2022) *Nationalpark Thayatal Managementplan 2021- 2030*. Hardegg: Nationalpark Thayatal GmbH. Available at: https://www.np-thayatal.at/pages_file//de/513/Managementplan2021-30screen.pdf (Accessed: 17 February 2023).
- Umweltbundesamt (2022a) *13. Umweltkontrollbericht*. Wien: Umweltbundesamt GmbH. Available at: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0821.pdf> (Accessed: 1 September 2025).
- Umweltbundesamt (2022b) *Schutzgebiete, Schutzgebiete*. Available at: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/naturschutz/schutzgebiete> (Accessed: 16 March 2023).
- Umweltbundesamt (2025) *Rote Listen gefährdeter Tierarten*. Available at: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/naturschutz/rotelisten/rote-listen-gefaehrddeter-tierarten> (Accessed: 1 September 2025).
- VO (EU) 2024/1991 (2024) *Verordnung (EU) 2024/1991 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Juni 2024 über die Wiederherstellung der Natur und zur Änderung der Verordnung (EU) 2022/869 (Text von Bedeutung für den EWR)*, (EU) 2022/869. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401991 (Accessed: 1 September 2025).
- Vogt, P. (2022) 'MSPA Guide'. European Commission.

- Vogt, P. (2023) 'GuidosToolbox (Graphical User Interface for the Description of image Objects and their Shapes): Digital Image Analysis Software Collection'. European Commission, Joint Research Centre. Available at: <http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos>.
- Vogt, P. and Riitters, K. (2017) 'GuidosToolbox: universal digital image object analysis', *European Journal of Remote Sensing*, 50(1), pp. 352–361. Available at: <https://doi.org/10.1080/22797254.2017.1330650>.
- Walz, U. and Stein, C. (2014) 'Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany', *Journal for Nature Conservation*, 22(3), pp. 279–289. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2014.01.007>.
- Walz, U. and Steinhardt, U. (eds) (2024) *Landschaftsökologie: Von der Wissenschaft in die Praxis*. 1. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-68008-7>.
- Weber, L. (2013) *Geologie Österreichs 1:500.000 - data.gv.at*. Available at: <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/d31cf1a1-011e-44a6-9588-cc29126b3573#additional-info> (Accessed: 14 February 2023).
- Weinviertel Tourismus GmbH (no date) *Weinviertel - Genussvolle Gelassenheit, Weinviertel*. Available at: <https://www.weinviertel.at/> (Accessed: 26 August 2025).
- Wittig, R. and Niekisch, M. (2014a) 'Die Lebensräume Mitteleuropas', in Wittig, R. and Niekisch, M., *Biodiversität: Grundlagen, Gefährdung, Schutz*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 149–190. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-642-54694-5_7.
- Wittig, R. and Niekisch, M. (2014b) 'Gefahren für die Biodiversität', in Wittig, R. and Niekisch, M., *Biodiversität: Grundlagen, Gefährdung, Schutz*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 206–370. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-642-54694-5_7.
- Wittig, R. and Niekisch, M. (2014c) 'Schwerpunkte der Biodiversität', in Wittig, R. and Niekisch, M., *Biodiversität: Grundlagen, Gefährdung, Schutz*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 191–215. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-642-54694-5_8.
- Wrbka, T. *et al.* (2015) 'Kartieranleitung Landschaftsstruktur'. Department für Botanik und Biodiversitätsforschung, Universität Wien.
- Wrbka, T. (2015) 'Liste der selektiv zu kartierenden Biotope - Wachau'.
- ZAMG (2020) 'Erklärung zum Jahrbuch der ZAMG'. Available at: <https://www.zamg.ac.at/jahrbuch/docs/Gesamtjahresauswertung.pdf> (Accessed: 15 May 2024).
- ZAMG (no date a) *Jahrbuch — ZAMG (Retz Windmühle), Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik*. Available at: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch> (Accessed: 15 May 2024).

ZAMG (no date b) *Klimamittelwerte 1981-2010* — ZAMG, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Available at: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/daten-download/klimamittel> (Accessed: 21 February 2023).

Zerbe, S. (2019) *Renaturierung von Ökosystemen im Spannungsfeld von Mensch und Umwelt: Ein interdisziplinäres Fachbuch*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58650-1>.

11. Anhang

11.1 Anhang 1 - Erhebungsbogen

ERHEBUNGSBOGEN BIOTOPE

Probefläche Nr	LGI / FGI / NGI	Biotop-Nr.	Datum & KartiererIn	Wertigkeit
Biototyp (lt. Liste >> BKatalog WoiG)	Nutzungstyp (lt. Kart.Anl. Land.Stk.)	FFH-LRT (Code bzw Name)		
<u>Naturschutzfachliche Qualität:</u> Hemerobie: AH – OLH – MSH – BEU – AEU – POH - MTH Artenreichtum: ⁰⁻¹⁰ gering – ¹¹⁻³⁰ mittel – ³¹⁻⁵⁰ hoch – ^{>50} sehr hoch Anteil besonderer Arten (RL, Zeigerarten f Ress.tönung): ⁰ nicht vorhanden – ¹⁻³ gering – ⁴⁻⁶ mittel – ⁷⁻⁹ hoch – ^{>10} sehr hoch Anteil Störungszeiger und/oder invasive Neophyten: ⁰ nicht vorhanden – ¹⁻³ gering – ⁴⁻⁶ mittel – ⁷⁻⁹ hoch – ^{>10} sehr hoch Strukturreichtum: ¹⁻² gering – ³⁻⁴ mittel – ⁵⁻⁶ hoch – ^{>6} sehr hoch wertbestimmende Merkmale: ⁰ nicht vorhanden – ¹⁻² gering – ³⁻⁴ mittel – ⁵⁻⁶ hoch – ^{>6} sehr hoch Aktuelle Pflege/Landnutzung: zu intensiv – optimal – zu extensiv – nicht vorhanden Störungseinflüsse/erkennbare akute Gefährdung auf der Fläche: ⁰ Nicht vorhanden – ¹⁻² gering – ³⁻⁴ mittel – ⁵⁻⁶ hoch – ^{>6} sehr hoch Negative Randeffekte/Störungseinflüsse von Nachbarflächen: Flächenanteil: 0% 1-5% 6-10% 11-20% >20% Nicht vorhanden – gering – mittel – hoch – sehr hoch				
<u>Kurzbeschreibung</u>				
<u>Anmerkung</u>				
<u>Zugehörige Vegetationsaufnahme/Artenliste:</u>				

MA Viktoria Winkler 2022-05-22

Abbildung 23: Erhebungsbogen für die einzelnen Biotope im Untersuchungsgebiet

11.2 Anhang 2 – Liste der selektiv zu kartierenden Biotop – Wachau

Biotopkartierungspraktikum 2019				
Liste der selektiv zu kartierenden Biotop - Wachau				
© T. Wrška 2015, verändert nach Essl et al. (2002-2010); Rote Liste Biotypen in Österreich; Umweltbundesamt (Hrsg.)				
Code-Nr	Code_Txt	Biotyp	nähere Erklärung	FFH
1		Wälder, Forste, Vorwälder	Definition nach österreichischem Forstgesetz: > als 0,1 ha	
1.1	WAEI	Eichenmischwälder und Eichen-Hainbuchenwälder	Verbände: Quercion pubesc-petreae, Quercion roboris, Carpinion betuli	
1.1.1	WAEITHER	wärmeliebende Eichenmischwälder	zB Nordpannon-Flaumeichenwald (Lithospermo-Quercetum), Subkont.mäß.bodensaurer Eichenmischwald (Sorbo terminalis-Quercetum)	91H0*, 91J0*
1.1.2	WAEISAUR	bodensaure Eichenwälder	im Gebiet zB Heideginster-Traubeneichenwald Genisto pilosae-Querc.petr.), Hainsimsen-Traubeneichenwald (Luzulo-Querc.petr.)	91H0*, 91J0*
1.1.3	WAEIHAIN	Eichen-Hainbuchenwälder	zB Mitteleurop.Stieleichen-Hainbuchenwald (Stellario-Carpinetum), Mitteleurop.Traubeneichen-Hainbuchenwald (Gallo sylvatic-Carpinetum)	91B0, 91J0
1.2	WABU	Buchenwälder und Fichten-Tannen-Buchenwälder	Verbände: Fagion sylvaticae	
1.2.1	WABUTHER	Wärmeliebende Rotbuchenwälder	UV: Cephalantero-Fagenion; zB Zykamen-Buchenwald (Cyclamini-Fagetum)	9150
1.2.2	WABUSAUR	Bodensaure Rotbuchenwälder	UV: Luzulo-Fagenion; zB Wachtelweizen-Buchenwald (Melampyro-Fagetum), evtl auch: Hainsimsen-Fi-Ta-Buchenwald (Luzulo-Fagetum)	9110
1.2.3	WABUMITT	Mitteleuropäische Rotbuchenwälder	UV: Eu-Fagenion; zB Waldmeister-Buchenwald (Gallo odorati-Fagetum), Binkelkraut-Buchenwald (Mercuriali-Fagetum)	9130
1.3	WAHA	Block-, Schutt- und Schlucht- u.Hangwälder	Verbände: Tilio-Acerion; In diese Kategorie gehören auch die Schluchtwälder	
1.3.1	WAHALIND	Hang- u.Blockwälder, Linden-dominiert	UV: Tilenion; Kolln bis submontan; vorw.lindenreiche Laubmischwälder; im Gebiet zB Mitteleurop.Lindenmischwald (Aceri-Tilietum), Lerchensporn-Eschenwald (Scillo-Fraxinetum)	9180*
1.3.2	WAHAESCH	Hang-, Schlucht- u Grabenwälder m. Esche und Ahorn	UV: Lunario-Acerenion; submontan bis montan; vorw.hochstaudenreiche Bergahornbestände; im Gebiet zB Geißbart-Bergahornwald (Arunco-Aceretum)	9180*
1.4	WAFO	Rotföhrenwälder	Klasse: Vaccinio-Pinetalia, V: Dicrano-Pinion	
1.4.1	WAFÖGNEI	Gneis-Rotföhrenwald der Böhm.Masse	Ass.: Cardaminosio petraee-Pinetum sylvestris; zT Krüppelwuchs u.Kreichtformen v.Pin.sylv., auch mit einzelnen Individuen v.Traubeneiche u.Rotbuche; Unterwuchs v. Schafschwengel dominiert	-
1.4.2	WAFÖVACC	Mitteleuropäischer Heidelbeer-Rotföhrenwald	Ass.: Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris; zwergstrauchreich, flechten- u.moosreich; oft auch Sekundärbestände, dann evtl.Laubholzanteil	-
1.5	WANS	Bruch-, Moor- u.Sumpfwälder		
1.5.1	WANSMOOR	Moor- und Moorrandwälder	auf tiefen Torfböden, V: Salicion auritae, Betulion pubescentis, Vacc.uli-Pinion	91D0*
1.5.2	WANSBRUC	Bruch- und Sumpfwälder	auf seichten Torfböden oder nassen Mineralböden, zB Aschweidenbruch (Frangulo-Salic.cinereae), Schwarzerlenbruch (V Alnion glutinosae)	-
1.6	WAAU	Auwälder	Verbände: Salicion albae, Salicion triandrae, Alnion incanae	
1.6.1	WAAUSTRW	Strauchweidenau	Collin-submontane Uferweidengebüsche, strauchförmige Bestände, (V. Salicion triandrae) incl.Mandel-Korbweiden-Gebüsch (Ass. Salicetum triandrae), incl.Purpurweidengebüsch (Ass.Salic.purpureae)	91E0*
1.6.2	WAAUWEIC	Weichholzauwälder	Baumweidenauen (V: Salicion albae), Pappelaunen (Ass. Fraxino-Populetum), Grauerlenauen an der Donau, aber auch: Schwarzerlen- u.Eschen-Bachauen (UV Alnion glut-inc.) !!!	91E0*
1.6.3	WAAUHART	Hartholzauwälder	UV Ulmenion	91E0*
1.7	WAVO	Vorwälder	nach anthropog. od. natürl. Störungen (z. B. Windwurf) Sukzessionsstadium aus Pionierbaumarten, nächste Stufe nach Schlagflur (Espe, Schwarzpappel)	
1.7.1	WAVOWIND	Vorwälder m.dom. windverbreitenden Gehölzarten	zB Birke, Zitterpappel, Salweide	-
1.7.2	WAVOVOGL	Vorwälder m.dom. vogelverbreitenden Gehölzarten	zB Vogelkirsche, Ebersche, Holunder	-
1.8	WAFO	Forste	Bestände künstlich begründeter gebiets- und gesellschaftsfremder Holzarten; nur dann aufzunehmen, wenn ausreichend standortgemäße Waldarten (incl.Baumverjüngung) im Unterwuchs vorhanden	
1.8.1	WAFONADL	Nadelbaumforste	zB Fichten- u.RoFo-forste	-
1.8.2	WAFOMISC	Laub- und Nadelbaummischforst		-
1.8.3	WAFOLAUB	Laubbaumforste, neophytenarm	zB Pappelforste	-
1.8.4	WAFONEOP	Laubbaumforste, neophytenreich	va Robinienbestände	-
2		Binnengewässer, Gewässer- und Ufervegetation		
2.1	FLW	Fließgewässer		
2.1.1	FLWTEMP	Temporäre Fließgewässer	Entwässerungsgräben, sommertrockene Kleinbäche;	-
2.1.2	FLWBACH	Bäche	Bettbreite < 5m	-
2.1.3	FLWFLUS	Flüsse	Bettbreite > 5m	-
2.1.4	FLWANL	Anlandungen	Alluvionen, Schotter- Kies-, Sandbänke; +/- vegetationsarm; zu kartieren ab 50m², sonst zu 211/212	3220, 3270
2.2	STW	Stillgewässer		
2.2.1	STWSEE	Natürliche Seen und Weiher		3150
2.2.2	STWALT	Altwässer	Fluss- u.Bacharme, durchströmt und/oder abgeschnitten, dh.Alt- u.Totarme	3150
2.2.3	STWANTN	Anthropogen geschaffene Stillgewässer - naturnahe	anthropogen entst., kleine-mittelgroße Stillgewässer, nie oder nur sehr selten trocken fallend	3150
2.2.4	STWANTK	Anthropogen geschaffene Stillgewässer - naturferne, künstlich	wie oben, aber Erscheinungsbild stark von intensiver menschlicher Nutzung geprägt	-
2.2.5	STWTEMP	Temporäre Stillgewässer	Tümpel, exkl.Altwässer	-
2.2.6	STWSUBM	Unterwasservegetation	submerse Veg. (Incl. Characeen); zu kartieren ab 50m², sonst zu 221/222/223/224	3140, 3150
2.2.7	STWBLAT	Schwimmblatt- und Schwimmpflanzenvegetation	Schwimmbblattzonen, Wasserlinsendecken; zu kartieren ab 50m², sonst zu 221/222/223/224	3150
2.2.8	STWPION	Uferpionierstandorte der Stillgewässer	Flut- Kriechrasen, Zweizahnfluren, Schlammlingsfluren, Zwergbinsen; zu kartieren ab 50m², sonst zu 221/222/223/224	3130, 3220
2.3	NASS	Moore, Sumpfe und Quellfluren		
2.3.1	NASSQUEL	Quellfluren	zu kartieren ab 25m², als punktförm. Signatur	2T. 7220*
2.3.2	NASSKLSG	Kleinschlagrieder	keine oder sehr extensive Bewirtschaftung, evtl.Torfbildung; zu kartieren ab 50m², sonst als Komplex zu 2.2 oder 4.1; bei linearen Beständen (zB Gräben) ab 25 Lfm;	7150, 7230,
2.3.3	NASSGRSG	Großschlagrieder	keine oder sehr extensive Bewirtschaftung, evtl.Torfbildung; zu kartieren ab 50m², sonst als Komplex zu 2.2 oder 4.1; bei linearen Beständen (zB Gräben) ab 25 Lfm;	2T. 7210*
2.3.4	NASSGRRO	Großröhrichte	hochwüchsige Verlandungsröhrichte mit Schilf, Rohrkolben; keine oder sehr extensive Bewirtschaftung, evtl.Torfbildung; zu kartieren ab 50m², sonst als Komplex zu 2.2 oder 4.1; bei linearen Beständen (zB Gräben) ab 25 Lfm;	-

Abbildung 24: Liste der selektiv zu kartierenden Biotop – Wachau (Wrška, 2015 verändert nach Essl et al.,2002- 2015) 1/4

2.3.5	NASSKLRO	Kleinhörlöcher	klein- bis mittelwüchsige Verlandungsröhrlöcher (V. Glycero-Sparganion); keine oder sehr extensive Bewirtschaftung, evtl. Torfbildung; zu kartieren ab 50m², sonst als Komplex zu 2.2 oder 4.1; bei linearen Beständen (zB Gräben) ab 25 Lfm;	-
3		Halbtrocken- und Trockenrasen, Zwergstrauchheiden	"verbuschend" bzw "versaumend" als Zusatz zu den einzelnen Kategorien; generell: nur flächige Biotope hierher (> 5m breit, wenn schmaler dann zu den Rainen)	
3.1	KTRAS	Trockenrasen auf karbonatreichen Standorten	auf primär waldfreien Standorten; zu kartieren ab 50m², evtl. Punktsignatur	
	KTRASF	Karbonatfelsensteppe, flachgründig	Felsköpfe, Sukkulentenfluren, Zwergstrauchteppiche, Grusrasen auf Marmor	6110*
	KTRASM	Karbonatfelsensteppe, mittelgründig	Rasensteppen auf Marmor	6210, 6240*
	KTRAST	Karbonattrockenrasen, tiefgründig	Hochgrassteppen auf Marmor, zB Federgrassteppe zT	6210, 6240*
	KTRASL	Lößtrockenrasen, mittel- tiefgründig	Hochgrassteppen auf Löß, zB Federgras-Wermutsteppe	6250*
3.2	STRAS	Trockenrasen bodensaurer Standorte	auf primär waldfreien Standorten; zu kartieren ab 50m², evtl. Punktsignatur	
	STRASF	bo.saurer Silikatfelsensteppe, flachgründig	Felsköpfe, Sukkulentenfluren, Zwergstrauchteppiche, Grusrasen auf Gneis	8230
	STRASM	bo.saurer Silikatfelsensteppe, mittelgründig	Rasensteppen auf Gneis	6240*, 8230
	STRAST	bo.saurer Silikatfelsensteppe, tiefgründig	Hochgrassteppen auf Gneis zB Schillergras-Lieschgras-Steppe (Koelerio-Phleion)	6210, 6240*
3.3	HTRAS	Halbtrockenrasen / Trockenwiese	immer auf waldfähigem Standort; zu kartieren ab 50m², evtl. Punktsignatur	
	HTRAST	Halbtrockenrasen, fakultativ gemäht	homogene Bestandesstruktur; zB Trespenwiese	6210
	HTRASW	Halbtrockenrasen, fakultativ beweidet	inhomogenere Bestandesstruktur, Weidezeiger (Kusseln, Geistellen, bedornete Arten), Verbiß- u. Trittsuren	6210
	HTRASB	verbuschende (Halb)trockenrasen	Kriterium: Verbuschungsgrad > 50 %; ACHTUNG: wegen der Kleinflächigkeit können auch Felsensteppen durch randliche Beschattung etc "verbrachen" u d gehören dann hierher	6210
3.4	SERP	Serpentinrasen und Schwermetallfluren	auffallend zwergwüchsige Formen, sehr offene Vegetation; zu kartieren ab 50m², evtl. Punktsignatur	
3.4.1	SERPFARN	Farnreiche Serpentinblock- u. Felsfluren	sehr offen, Blockflur-, Felspalten- oder Haldencharakter; zB Asplenium-Arten	8150, 8220
3.4.2	SERPGRAS	Serpentinrasen	lückige niedrigwüchsige Rasen; zB Festuca ovina agg.-Sippen	6130
3.4.3	SERPZWGR	Zwergstrauchreiche Serpentinrasen	lückige Zwergstrauchheiden; zB Genisteen	6130
3.5	ZWRG	Zwergstrauchheiden	zu kartieren ab 50m², evtl. Punktsignatur	
3.5.1	ZWRGVACC	Beerstrauch-Zwergstrauchheiden	dominiert von beertragenden Ericaceen, zB Heidel- u. Preiselbeere	-
3.5.2	ZWRGCALL	Besenheide-Zwergstrauchheiden	dominiert von Besenheide (Calluna vulgaris)	-
3.5.3	ZWRGGENI	Genisteen-Zwergstrauchheiden	dominiert von Genisteen; zB Färberginster (Gen. tinet.), Seidenginster (Gen. pilosa), Geissklee-Arten (Chamaecytisus austriacus oä)	-
3.5.4	ZWRGROSA	Rosaceen-Kriechgebüsch	Kriechgebüsch auf Trockenstandorten, zB Karbonat-Felsenbirmengebüsch (Ass. Cotoneastro-Amelanchieretum)	-
4		Wiesen und Weiden	"verbuschend" als Zusatz zu den einzelnen Kategorien; generell: nur flächige Biotope hierher (> 5m breit, wenn schmaler dann zu den Rainen)	
4.1	GFNA	Grünland feuchter bis nasser Standorte	Abgrenzung zu Seggenriedern: keine Torfbildung, (ehem.) Bewirtschaftung	
4.1.1	GFNAWIES	Wiesen feuchter bis nasser Standorte	zB Calthion-Wiesen, zT auch Bachkratzdistel- oder Graukratzdistelwiese	6430
4.1.2	GFNAWEID	Weiden feuchter bis nasser Standorte	zT m Zwergbinsen oder Flutrasen	zT. 3130
4.1.3	GFNABRAC	Grünlandbrachen feuchter bis nasser Standorte	va. distelreiche u. Filipendula-Staudenfluren	6430
4.2	GFRI	Grünland frischer Standorte	nur artenreiche Bestände, ab Beta-Euhermerob	
4.2.1	GFRIWIES	Wiesen frischer Standorte	zB Fuchsschwanzwiese, Kohlstelwiese	6510
4.2.2	GFRIWEID	Weiden frischer Standorte	zB. Kriechklee-Weidelgrasweiden	-
4.2.3	GFRIBRAC	Grünlandbrachen frischer Standorte	va. Doldenblütlerreiche Staudenfluren	6430
4.3	GTRO	Grünland +/- trockener Standorte	nur artenreiche Bestände, ab Beta-Euhermerob	
4.3.1	GTROWIES	Wiesen +/- trockener Standorte	zB Glatthaferwiese	6510
4.3.2	GTROWEID	Weiden +/- trockener Standorte	zB Rotschwingelweide	-
4.3.3	GTROBRAC	Grünlandbrachen +/- trockener Standorte	zB. Distelreiche Hochgrasfluren	-
4.4	GMAG	Grünland nährstoffarmer Standorte		
4.4.1	GMAGTROC	Magerwiesen u. -weiden, trocken	zB trockene Bürstlingsrasen	6230*
4.4.2	GMAGNASS	Magerwiesen u. -weiden, nass	zB feuchte bis nasse Bürstlingsrasen	6230*
4.4.3	GMAGWECH	Magerwiesen u. -weiden, wechselfeucht	zB Pfeifengraswiesen	6410
4.4.4	GMAGBRAC	Grünlandbrachen magerer Standorte	zB Brachestadien von Pfeifengraswiesen und Bürstlingsrasen	6230*, 6410
5		Segetal- und Ruderalfluren		
5.1	ACKEX	Extensiv bewirtschaftete Äcker	Hack- und Halmfruchtacker werden hier zusammengefasst! nur extensive Äcker; ab alpha-Euhermerob; Segetalarten zumindest in Randzonen vorhanden	
5.1.1	ACKEXDUR	Extensiväcker durchschnittlicher Standorte	Boden bezügl. Bodenfeuchte + Bodenreaktion keine Extremeigenschaften aufweisend; zB Wildäcker; im Gebiet vorw. über Löss	-
5.1.2	ACKEXTRO	Extensiväcker trocken-karbonatischer Standorte	sog. "Scherbenäcker" mit Caucalidion-Arten	-
5.1.3	ACKEXSAU	Extensiväcker trocken-bodensaurer Standorte	sog. "Sandäcker" mit Aphanion- bzw Sedo-Scleranthion-Arten	-
5.1.4	ACKEXNAS	Extensiväcker wechselfeucht-nasser Standorte	sog. "Lehmäcker" mit Arten der Flut- u Kriechrasen	-
5.2	ACKBR	Ackerbrachen		
5.2.1	ACKBRJU	Ackerbrachen, jung	junge Ackerbrachen, letzte Bodenbearbeitung vor max. 1-2 Jahren; noch sehr offene Veg. u. dominiert von annuellen Segetalarten	-
5.2.2	ACKBRMJ	Ackerbrachen mehrjährig	mehrfährige Brachen, vorw. bienn. Rosettenpflanzen, schon weitgehend geschlossene Vegetation;	-
5.2.3	ACKBRAL	Altbrachen	Altbrachen, vorw. ausdauernde/mehrfährige Ruderalstauden u. Hochgräser; zT. Verbuschungsinitialen	-
5.3	WEIGA	Weingärten		
5.3.1	WEIGAEXT	extensiv bewirtschaftete Weingärten	evtl. Stockkultur; zumindest Ansätze von standortspezifischer und nicht bloß spritzmittelselektierter Segetalvegetation vorhanden	-
5.3.2	WEIGABRT	Weingartenbrachen, trocken	Altbrachen, mit Anklängen an Halbtrockenrasen	zT. 6210, 6510
5.3.3	WEIGABRR	Weingartenbrachen, ruderal	Altbrachen mit vorw. ruderalen Staudenfluren u. Hochgrasbeständen (zB. Landreitgras), zT mit Waldbrechen- oder Kratzbeerenschleier, zT Weinstöcke oder Stockausschläge vorhanden	-
5.4	RUD	Ruderalfluren	generell nur dann aufzunehmen, wenn ENTWEDER zoologische bedeutsam ODER weil wichtige Ausgleichsfläche inmitten monotoner Forste, Agrar- u. Siedlungsflächen gelegen	
5.4.1	RUDFROFF	Ruderalfluren frischer Standorte mit offener Pioniervegetation	nährstoffreiche Standorte, gute Wasserversorg., häufig + in starker Intensität gestört; zB. Giersch-Nelkenwurz-Fluren	-
5.4.2	RUDFRISCH	Ruderalfluren frischer Standorte mit geschlossener Vegetation	nährstoffreiche Standorte, gute Wasserversorg., mäßig häufig / m. mittlerer Intensität gestört; zB. Pestwurz-, Mädesüß-, Flussglocken-, Brennessel- und Neophytenfluren	6430
5.4.3	RUDTROFF	Ruderalfluren trockener Standorte mit offener Pioniervegetation	zB Natternkopf-Wildmöhrenfluren, Königskeulenbestände, Steinklee-Fluren	-

Abbildung 25: Liste der selektiv zu kartierenden Biotope – Wachau (Wrbka, 2015 verändert nach Essl et al., 2002 -2015) 2/4

5.4.4	RUDTROCK	Ruderalfluren trockener Standorte mit geschlossener Vegetation	zB ruderaler Glatthaferwiese, Beifußfluren, Reitgrasbestände (wenn nicht zu artenarm)	
5.4.5	RUDSCHL	Schlagfluren	Pioniergesellschaften der Waldschläge, die sich innerhalb weniger Jahre zu Vorwaldbeständen weiterentwickeln; Staudenfluren, Hochstaudenfluren u. Gestrüpp mit Brombeere, Himbeere, Weidenröschen, Tollkirsche, Reitgras	-
6		Kleinbiotope der Agrar- u. Siedlungslandschaft		
6.1	RAIN	Raine u. Böschungen	ab 0,5 m Mindestbreite; ab 25 Lfm; Böschungsraine = mindestens 1:3 geböscht; Hochraine = nicht oder nur wenig geböscht, dafür allseitig mind. 0,3 m erhaben; Flachrain = weniger als 0,3 m erhaben, dh. +/- gleichschlig mit Umgebung	
6.1.1	RAINBÖWI	Wiesenartiger Böschungsrain	Böschungen, zumindest fakultativ gemäht; mit Fettwiesen (Arrhenaterion)-Vegetation	6510
6.1.2	RAINBÖMG	Magerer Böschungsrain	Böschungen, zumindest fakultativ gemäht (evtl. auch beweidet); mit Magerrasen- oder Zwergstrauch-Vegetation	6230*, 6510
6.1.3	RAINBÖTR	Trockenwarmer Böschungsrain	Böschungen m. Trocken- bzw. Halbtrockenrasen-Vegetation; zT auch m. Lesesteinen, Lössanrissen oder Felsköpfen	6210, 6240*
6.1.4	RAINBÖSR	Subruderaler Böschungsrain	Böschungen mit subruderaler, rel. artenreicher tw. auch offener Vegetation (zB. Quecken-HTr, Beifußfluren, Dauco-Melliloten, Tanaceto-Arrhenater.)	zT. 6210, 6510
6.1.5	RAINBÖRU	Ruderaler Böschungsrain	Böschungen m. Ruderalen Hochstauden oder Schleiergesellschaften (vorw. Kl. Galio-Urticetea); inkl. Brombeergestrüpp (V.; Lonicero-Rubion plicati)	6430
6.1.6	RAINHOWI	Wiesenartiger Hochrain	zumindest fakultativ gemäht; mit Fettwiesen (Arrhenaterion)-Vegetation	6510
6.1.7	RAINHOMG	Magerer Hochrain	Magerrasen- oder Zwergstrauch-Vegetation	6230*
6.1.8	RAINHOTR	Trockenwarmer Hochrain	Trocken- bzw. Halbtrockenrasen-Vegetation; zT auch m. Lesesteinen	6210, 6240*
6.1.9	RAINHOSR	Subruderaler Hochrain	subruderaler, rel. artenreicher tw. auch offene Vegetation (zB. Quecken-HTr, Beifußfluren, Dauco-Melliloten, Tanaceto-Arrhenater.)	zT. 6210, 6510
6.1.10	RAINHORU	Ruderaler Hochrain	Ruderaler Hochstauden oder Schleiergesellschaften (vorw. Kl. Galio-Urticetea)	6430
6.1.11	RAINFLAR	artenreicher Flachrain	mässige Störung, daher einigermaßen artenreiche Veg. (Arrhenaterion, Agropyretalia, oä)	6510, 6430
6.1.12	RAINFLAG	artenarmer geschlossener Flachrain	starke episodische Störung (zB. Abbrennen) daher stark selektierte artenarme, aber weitgehend geschlossene Vegetation, vorw. Hochgrasfluren (Quecke, Reitgras)	-
6.1.13	RAINFLAO	artenarmer offener Flachrain	sehr starke regelmäßige Störung (zB. Herbizideintrag, Abbrennen) daher stark selektierte artenarme und tw. lückige Vegetation, zT m. Trittrasen- oder Segetalarten	-
6.2	HECK	Hecken, Waldmäntel und Gebüsche	Streifenförmige geschlossene Gehölzbestände; Schlussgrad: > 50% Kronenschluss; Breite: Kronenbreite bis maximal 2 Baumlängen; wenn breiter dann zu den Wäldern bzw. Feldgehölzen;	
6.2.1	HECKBMES	Mesophile Baumhecken	geschlossene Baumhecke m. Arten der klimanahen Laubwälder (Carpinion od. Fagion)	9160, 9170
6.2.2	HECKBTHE	Thermophile Baumhecken	geschlossene Baumhecke m. Arten der thermophilen Laubwälder (Quercion pub.-petr.)	91H0*, 91J0*
6.2.3	HECKBSAU	Bodensaure Baumhecken	geschlossene Baumhecke m. Arten der bodensaurer Laubwälder (Quercion rob.)	91H0*, 91J0*
6.2.4	HECKBFEU	Nass-Feuchte Baumhecken	geschlossene Baumhecke m. Arten der Au- und Bruchwälder; wenn entlang von perennierenden Fließgewässern dann zu den Auwäldern bzw. Ufergehölzen!	91E0*
6.2.5	HECKBOBS	Obstbaumreiche Baumhecken	durch Nutzungsaufgabe und Verbrachung ehemaliger Obstbaumzeilen hervorgegangene Baumhecken; oft mit Schleierbildung (Kl. Galio-Urticetea)	-
6.2.6	HECKBNEO	Naturferne Baumhecken	geschlossene Baumhecke m. neophytischen oder zumindest gebietsfremden Arten; im Gebiet vorw. Robinienhecken	-
6.2.7	HECKSMES	Mesophile Strauchhecken und Waldmäntel	Strauchhecke m. Arten der klimanahen Laubwaldränder u. mesophilen Gebüsche OHNE Dominanz von Dornsträuchern; oft niederwaldartig genutzt; zT klass. "Haselhecken"	-
6.2.8	HECKSDOR	Mesophile Strauchhecken und Waldmäntel, Dornstrauch-geprägt	Strauchhecke m. Arten der klimanahen Laubwaldränder u. mesophilen Gebüsche und MIT hohem Anteil an Dornsträuchern (Assoz. Pruno-Ligustretum, Roso-Ulmetum, Crataego-Prunetum); zT. "klass. Dornstrauchhecken"	-
6.2.9	HECKSTHE	Thermophile Strauchhecken und Waldmäntel	Strauchhecke m. Arten der thermophilen Laubwaldränder und Gebüsche (V. Prunio fruticosae)	-
6.2.10	HECKSFEU	Nass-Feuchte Strauchhecken und Mantelgebüsche	Gebüsche m. Arten der Au- und Bruchwälder; zB Ass. Salici-Viburnetum opuli; wenn entlang von perennierenden Fließgewässern dann zu den Auwäldern bzw. Ufergehölzen!	-
6.2.11	HECKSOBS	Strauchhecken mit Obststräuchern und Weinreben	durch Nutzungsaufgabe und Verbrachung ehemaliger Obststrauchkulturen (zB Ribisel), manchmal auch Weinreben hervorgegangene Strauchhecken; oft mit Schleierbildung (Kl. Galio-Urticetea)	-
6.2.12	HECKSNEO	Naturferne Strauchhecken	Strauchhecke m. neophytischen oder zumindest gebietsfremden Arten; im Gebiet zB. Bocksdorn (Lycium halimifolium)	-
6.3	UGEH	Ufergehölzstreifen	vorw. schmale Reste von Auwaldgalerien; max. 1 Kronenbreite, Breite jedenfalls < Baumlänge!	
6.3.1	UGEHNATU	Naturnahe Ufergehölzstreifen	standortgerechte Artengarnitur, weitgehend geschlossener Bestand, dh. Kronenschluß auf mindestens 50% - sonst zu 6.5	91E0*
6.3.2	UGEHFERN	Naturferne Ufergehölzstreifen	zB. Hybridpappelzeilen; nur aufzunehmen, wenn aus Gewässerschutzgründen sinnvoll	-
6.4	FGEH	Feldgehölze	Kleinfächige Gehölze, Definition nach österreichischem Forstgesetz: < als 0,1 ha; bis auf 6.4.	
6.4.1	FGEHMESO	Feldgehölze mit mesophilen Arten	Arten wie bei klimanahen Laubwäldern (Fagion, Carpinion)	9160, 9170
6.4.2	FGEHTHER	Feldgehölze mit thermophilen oder säureliebenden Arten	Arten wie bei thermophilen bzw. bodensaurer Wäldern; zT auch mit Lesesteinen oder Felsköpfen	91H0*, 91J0*
6.4.3	FGEHFEUC	Feldgehölze mit Feuchtwald-Arten	Arten wie bei Au- u. Bruchwäldern	91E0*
6.4.4	FGEHPION	Feldgehölze mit Vorwaldarten	Kleingehölze mit Dominanz von spontanen Pioniergehölz-Arten (zB. Salweide, Eberesche, Birke, Rotföhre, Zitterpappel, Kirsche)	-
6.4.5	FGEHOBST	Feldgehölze mit Obstbäumen	zumeist als Brache von Obstbaumwiesen entstanden	-
6.4.6	FGEHNADE	Feldgehölze mit Nadelgehölzen	im Gebiet vorw. Rotföhre	-
6.4.7	FGEHNEOP	Feldgehölze mit neophytischen Gehölzen	im Gebiet vorw. Robinie	-
6.4.8	FGEHSTRA	Strauchgruppen, flächiges Gebüsch	inkl. Hasel-Stockausschlag-Gehölze	-
6.5	EGEH	Einzelgehölze, Gehölzgruppen	Solitäräume, Einzelgehölze; punktförmige Signatur	
6.5.1	EGEHOBST	Obstbaum	speiseobstragende Zuchtaubäume, bitte Art angeben	-
6.5.2	EGEHLAUB	Laubbaum	alle Laubbaumarten ohne speiseobstragende Laubbäume, bitte Art angeben	-
6.5.3	EGEHNADL	Nadelbaum	keine Artangabe nötig	-
6.5.4	EGEHNEOP	Neophytischer Einzelbaum	keine Artangabe nötig	-
6.5.5	EGEHSTRA	Einzelbusch und Strauchgruppe	keine Artangabe nötig	-

6.6	GGEH	Gehölzgruppen	Gruppe aus einzelnen Baum- bzw Strauchindividuen; 2-5 Individuen; punktförmige Signatur	
6.6.1	GGEHOBST	Gruppe von Obstbäumen	speiseobsttragende Zuchtaubbäume, bitte Art angeben	-
6.6.2	GGEHLAUB	Gruppe von Laubbäumen	alle Laubbaumarten ohne speiseobsttragende Laubbäume, bitte Art angeben; zB. an Wegkreuzungen, Ortseinfahrten, kulturell bedeutenden Punkten	-
6.6.3	GGEHNADL	Gruppe von Nadelbäumen	keine Artangabe nötig; zB. an Wegkreuzungen, Ortseinfahrten, kulturell bedeutenden Punkten	-
6.6.4	GGEHNEOP	Gruppe von neophytischen Bäumen	keine Artangabe nötig; zB. an Wegkreuzungen, Ortseinfahrten, kulturell bedeutenden Punkten	-
6.7	ZGEH	Baumzeilen und Alleen	Kronenschluss erforderlich, siehe Beispielfoto im Manual, sonst Kart. als Einzelbaum	-
6.7.1	ZGEHOBST	Obstbaumzeilen und -alleen		-
6.7.2	ZGEHLAUB	Laubbaumzeilen und -alleen		-
6.7.3	ZGEHNADL	Nadelbaumzeilen und -alleen		-
6.7.4	ZGEHNEOP	Baumzeilen u.-alleen m.neophytischen Gehölzen		-
6.8	KGEH	Kultivierte Gehölzbestände	nur aufzunehmen, wenn ENTWEDER zoologische Gründe vorhanden (Nistplätze, Bruthöhlen, etc) ODER weil als Ausgleichsfläche zur übernutzten Umgebung notwendig	
6.8.1	KGEHOBWI	Obstbaumwiesen	Hochstamm-Obstbaumbestände mit 1-2 schürigem wiesenartigem Unterwuchs	6510
6.8.2	KGEHOBKU	Obstbaumkulturen	Hochstamm-Obstbaumbestände mit regelmässiger Bodenbearbeitung und/oder Herbizidbehandlung	-
6.8.3	KGEHOBPL	Obstplantagen	Mittel- u Niederstamm Obstanlagen m.regelmässiger Bodenbearbeitung und/oder Herbizidbehandlung	-
6.8.4	KGEHFRST	Fruchtstruckulturen	zB. Ribiselkulturen	-
6.8.5	KGEHKULT	sonstige Gehölzkulturen	Christbaumkulturen, Energieholzplantagen, Baumschulen	-
6.8.6	KGEHPARA	Altbaumbestand in Park und Garten	nur großflächig-zusammenhängende Bestände aufnehmen, Parzellengrenzen spielen keine Rolle	-
6.8.7	KGEHPARJ	Junger Baumbestand in Park und Garten	nur großflächig-zusammenhängende Bestände aufnehmen, Parzellengrenzen spielen keine Rolle	-
7	KULT	Kulturbiotope	generell nur dann aufzunehmen, wenn ENTWEDER zoologisch bedeutsam ODER weil wichtige Ausgleichsfläche inmitten monotoner Forste, Agrar- u.Siedlungsflächen gelegen UND wegen zusätzlicher humanökologische Bedeutung (Kulturgeschichte, regionale Identität, Erholung, Bildung,...)	
7.1	KULTFL	Flächige Kulturbiotope	Versiegelungsgrad > 30%	
7.1.1	KULTFLSI	Siedlung	nur in Ausnahmefällen zu kartieren (s.o.); Angabe Anteil der versiegelten Flächen, Gehölzanteil, Gartenanteil, Ruderalflächenanteil, etc. in %	-
7.1.2	KULTFLGA	Privatgärten	nur wenn großflächig zusammenhängend; Parzellengrenzen spielen nur untergeordnete Rolle	-
7.1.3	KULTFLGG	Großgebäude	Großbauten (Industrie, Ver-/Entsorgung) aber auch Kulturdenkmäler (Schlösser, Burgen, Burgruinen)	-
7.1.4	KULTFLLA	Lagerplätze und Deponien	Flächen, auf denen feste Stoffe gelagert werden, z.B. Ziegel, siehe Manual	-
7.2	KULTPT	Punktförmige Kulturbiotope	Versiegelungsgrad < 50%	
7.2.1	KULTPTGK	Kleingebäude	Wohnhäuser, Ställe, kl.gewerbliche Betriebsbauten (bis 0,1 ha verbautes Areal)	-
7.2.2	KULTPTFL	Traditionelle Flurdenkmäler	frei stehende Kleinbauwerke wie Marterl, Bildstock, kleinere Kapelle, Gedenkkreuz	-
7.2.3	KULTPTKA	Traditionelle Kleinarchitektur	freistehende Kleinbauwerke wie Schuppen, Stadel, Weinkeller	-
7.2.4	KULTPTLA	Landwirtschaftliche Lagerstätten	Komposthaufen, organ. Stoffe, landwirtschaftl. Lagerstätte, Silagen, Holzstoß,	-
8		Geomorphologisch geprägte Biotoptypen		
8.1	GEON	Natürlicher Formenschatz	natürlich entstandene Morphotope; dann extra zu kartieren, wenn nicht Teil anderer Biotoptypen (zB weil weitgehend vegetationsfrei)	
8.1.1	GEONFELS	Fels		8210, 8220
8.1.2	GEONHOEH	Höhlen	nicht toursit erschlossenen Höhlen; va zoolog Bedeutung	8310
8.1.3	GEONHALD	Block- und Schutthalde	Schotterabbau	8150, 8210, 8220
8.1.4	GEONSTEIL	Steilwände aus Lockersubstrat	Sand-, Löss-, Erd-, Kies- und Schottersteilwand	-
8.1.5	GEODUENE	Binnendünen	durch kontinuierliche Umlagerung des Sandes durch Wind geprägt	-
8.2	GEOA	Anthropogener Formenschatz	v. Menschen geschaffene Morphotope, soweit nicht unter "Kleinbiotope der Agrarlandschaft" erfasst (zB Böschungen)	-
8.2.1	GEOATROM	Trockenmauern	unvermörtelte Trockensteinmauern; bitte gegebenenfalls mit Zusatz "verfallen"	8150, 8210, 8220
8.2.2	GEOALESE	Lesesteinriegel	Klaub- und Lesesteine; zu kartieren ab 25m2 bzw ab 25m Lfm	8150, 8210, 8220
8.2.3	GEOAGRAB	Gräben	Hochwasserschutzdamm, Bahndamm	-
8.2.4	GEOADAMM	Dämme		-
8.2.5	GEOABBAU	Abbaubereiche	aktive oder zumindest noch gut erhaltene Abbaubereiche in Steinbrüchen, Sandgruben etc.	-
8.2.6	GEOAHALD	Aufschüttungsflächen und Halden	junge Aufschüttungsflächen + Halden aus Feinmaterial, vegetationslos oder sehr vegetationsarm	-

Abbildung 27: Liste der selektiv zu kartierenden Biotope – Wachau (Wrbka, 2015 verändert nach Essl et al., 2002 -2015) 4/4

11.3 Anhang 3 - Landnutzungstypen

Liste der Nutzungstypen (= land use types)

C-CODE	ACKERLAND	CROP LAND
AI	Getreideacker intensiv	grain fields intensive
AMI	Getreideacker mäßig intensiv	grain fields medium intensive
AE	Getreideacker extensiv	grain fields extensive
AFF	Acker mit Feldfutteranbau	forage crops
AHI	Acker Hackfrucht intensiv	root crop intensive
AHM	Acker Hackfrucht mäßig intensiv	root crop medium intensive
AHE	Acker Hackfrucht extensiv	root crop extensive

C-CODE	GRÜNLAND	MEADOWS & PASTURES
BWJ	Baumwiese jung	orchard young
BWA	Baumwiese alt (Obst)	orchard old
BWEJ	Baumweiden jung (Obst)	pasture with young trees
BWEA	Baumweiden alt	pasture with old trees
WII	Wiese intensiv	meadow intensive
WMI	Wiese mäßig intensiv	meadow medium intensive
WIE	Wiese extensiv	meadow extensive
WEI	Weide intensiv	pasture intensive
WEMI	Weide mäßig intensiv	pasture medium intensive
WEE	Weide extensiv	pasture extensive

C-CODE	OBST- U. WEINBAU	VINEYARDS & FRUIT PLANTATIONS
WGI	Weingarten intensiv	vineyard intensive
WGM	Weingarten mäßig intensiv	vineyard medium intensive
WGE	Weingarten extensiv	vineyard extensive
GP	Gehölzplantagen intensiv	fruit plantation

C-CODE	WÄLDER UND FORSTE	FORESTS & TIMBER PLANTATIONS
W	nicht beschriebener Wald	forest undef.
WN	Wald naturnah	natural forest
WMN	Wald mäßig naturnah	seminatural forest
WFJ	Wald Forst jung	timber plantation young
WFA	Wald Forst alt	timber plantation old

C-CODE	GEWÄSSER	RUNNING WATER & WATER BODIES
STK	Stillgewässer künstlich	lake artificial
STN	Stillgewässer naturnah	lake seminatural
STL	Stillgewässer natürlich	lake natural
PSK	periodisches Stillgewässer künstlich	periodic pool artificial
PSN	periodisches Stillgewässer natürlich	periodic pool natural
GV	Fließgewässer verbaut	stream artificial
GMN	Fließgewässer mäßig naturnah	stream seminatural
GN	Fließgewässer naturnah	stream natural
PFK	periodisches Fließgewässer künstlich	periodic stream artificial
PFN	periodisches Fließgewässer natürlich	periodic stream natural

C-CODE	BRACHEN	FALLOW & SET ASIDE LAND
BG	Brache mit Gehölzflur	old fallow land with shrubs
BS	Brache mit Staudenflur, Gräser	old fallow land with tall herbs
BJ	Brache jung mit Segetalarten (z.B. junge Ackerbrache)	young fallow land

C-CODE	KLEINSTRUKTUREN	SMALL BIOTOPES
ALLJ	Allee	avenue with young trees
ALLA	Allee	avenue with old trees
HB	Hecke Baum	hedgerow of trees
HS	Hecke Strauch	hedgerow of shrubs
EBJ	Einzelbaum jung	young solitary tree
EBA	Einzelbaum alt	old solitary tree
FG	Feldgehölz	small woodlot
FR	Feldraine / Böschung	field margin
LKA	Lineare Kleinarchitektur	built up element linear
FKA	flächige Kleinarchitektur	built up element
PKA	punktförm. Kleinarchitektur	built up element punctif.

C-CODE	VERKEHRSWEGE	ROADS
VB	Verkehrswege begrünt	roads vegetated
VV	Verkehrsweg versiegelt	paved roads
VW	Verkehrsweg wassergebunden	dirt roads
WS	wassergebundene Sonderflächen	Other unpaved areas
VS	versiegelte Sonderflächen	other paved areas

C-CODE	SIEDLUNG U. INDUSTRIE	BUILT UP AREAS
MAT	Materialentnahmestellen	mining, extraction areas
DEP	Materialdeponien	Deposition, land fill
PG	Parks u. Gärten	Gardens, parks
SG	Siedlung grün	Settlements, vegetated
SV	Siedlung versiegelt	settlements paved
DFK	Dorfkern	Village
DFKA	Dorfkern aufgelockert	village vegetated
DFKV	Dorfkern verdichtet	village paved
DFR	Dorfrand	suburb
DFRA	Dorfrand aufgelockert	suburb vegetated
DFRV	Dorfrand verdichtet	suburb paved
EIG	Einzelgehöfte und Kleinweiler	detached h.
EIGA	Einzelgehöfte und Kleinweiler aufgelockert	detached houses veg.
EIGV	Einzelgehöfte und Kleinweiler verdichtet	detached houses paved
EIH	Einzelhausbebauung	one-family h.
EIHA	durchgrünte Einzelhausbebauung	one-family houses veg.
EIHV	verdichtete Einzelhausbebauung	one-family houses paved
BZA	Blockrand- bzw. Zeilenverbauung aufgelöst	blocks
BZV	Blockrand- bzw. Zeilenverbauung verdichtet	blocks
IGA	Ind.- und Gewerbegeb. aufgelockert	industrial sites veg.
IGV	Ind.- und Gewerbegeb. verdichtet	industrial sites paved

C-CODE	SONDERBIOTOPE	SPECIAL BIOTOPES
SONK	Sonderbiotope künstlich	Special biotopes artificial
SONN	Sonderbiotope natürlich	Special biotopes natural

11.4 Anhang 4 - Hemerobie

HEM Hemerobie (Erfassung des Kultureinflusses)

C-CODE	WERT	HEMEROBOTIC STATE	HEMEROBIE
MEH	1	Metahemerob - paved, built up, destroyed	Metahemerob
POH	2	Polyhemerob...- completely transformed	Polyhemerob
AEUH	3	a-euhemerob - partly transformed	a-euhemerob
BEUH	4	b-euhemerob - strongly influenced	b-euhemerob
MSH	5	Mesohemerob - moderately influenced	Mesohemerob
OLH	6	Oligohemerob...- seminatural	Oligohemerob
AH	7	Ahemerob...- natural	Ahemerob

>>> Einstufung im Gelände: siehe Erläuterungen!

SUKOPP (1972) gliederte den Kultureinfluss auf Ökosysteme bzw. deren anthropogene Abhängigkeit in 7 Stufen und wählte als Beurteilungskriterien den *Zustand der Substratbeschaffenheit, die Vegetation und Flora*, ein Katalog, der sich ohne Problem erweitern lässt (z.B. Fauna).

Für Gewässer haben G.GRABHERR et al (1993) im Rahmen der Fließgewässereinventur Vorarlberg spezifisch an die Merkmale limnischer Lebensräume angepasste Einstufungen der Hemerobiegrade erarbeitet.

Im Folgenden wird die Einstufung von Landschaftselementen / Biotopen in der österreichischen Kulturlandschaft begründet und anhand von Beispielen erläutert:

[1] [MEH] METAHEMEROB VERÖDET

d.h. der menschliche Einfluss ist sehr stark und einseitig, so dass alle Lebewesen (beabsichtigt oder nicht) vernichtet werden.

Beispiele Agrarland: Straßen, Gebäudekomplexe, betonierte Straßengraben

Beispiele Gewässer: verrohrte Fließabschnitte, betonierte Teiche und Löschteiche, betonierte Gerinne

[2] [POH] POLYHEMEROB LEBENSFEINDLICH

d.h. der menschliche Einfluss ist stark, neuartige Kombinationen oder extreme Konzentrationen von Faktoren treten auf; typisch ist die kurzfristige und aperiodische Entstehung und Vernichtung von Standorten.

Beispiele Agrarland: unkrautfreie Äcker mit Allerweltsarten als Beikrautflora, reines extrem artenarmes Ansaatgrünland und Umbruchgrünland, unterwuchsfreie standortsfremde Forste, ...

Beispiele Gewässer:

- wenn das Gerinne durch Längsbauwerke verbaut und die Sohle gepflastert wurden;
- wenn Totalausleitungsstrecken vorliegen;
- wenn die Gewässer stark verschmutzt sind

Beispiele Weinbau: Weinbau mit offenem Boden

Beispiel Siedlung: strukturarmer Ziergarten

[3 - 4] [EUH] EUHEMEROB KÜNSTLICH

d.h. der menschliche Einfluss ist anhaltend stark, allerdings ist eine gewisse Einstellung der Lebewelt auf die künstliche Umwelt möglich.

[3] [AEUH] ALPHA-EUHEMEROB

Beispiele Agrarland: Äcker mit standortsgerechter Beikrautvegetation, artenärmere Fettwiesen, strukturarme Forste, Einsaat- Weinbau und -Obstbau, Spontanvegetation, Kurzzeitackerbrachen, strukturreicher Ziergarten....

[4] [BEUH] BETA-EUHERMOB

Beispiele Agrarland: artenreichere Fettwiesen, strukturreiche Forste, Wirtschaftswälder, intensivere Weideflächen, extensive Weingärten (Stockkulturen mit artenreichem Unterwuchs),...

[3 - 4] [EUH] EUHEMEROB i.A.

Beispiele Gewässer:

- wenn ein stark verbauter Wildbach angefundet wird
- wenn Gerinne und Wasserführung durch Ausleitungen & Stau stark verändert wurden, die Sohle aber nicht gepflastert ist, und somit spontaner Auswuchs möglich ist;
- wenn Verbauung zwar stark, aber Vorkommen v. Fischen möglich ist (inklusive weiterer, seltenerer Kombinationen)

[5] [MSH] MESOHEMEROB NATURBETONT

d.h. der menschliche Einfluss ist schwächer, wenn auch nach Aufgabe des menschlichen Einflusses der Zustand in Richtung geringerer Hemerobiestufen verändert wird; der Störungseinfluss ist periodisch, d.h. für die Lebewelt vorhersehbar, und damit ist eine Einstellung möglich.

Beispiele Agrarland: Langzeitbrachen im allgemeinen, Extensivgrünland im Allgemeinen, Wirtschaftswälder mit gestuften Bestandesaufbau und Totholzanteil, ...

Beispiele Gewässer:

- wenn Gerinne und Ufer natürlich, aber von Kulturland teils oder vollkommen umgeben sind;
- wenn Gerinne und Ufer natürlich sind, der umgebende Wald aber forstlich genutzt und standortsfremd verändert ist bzw. nur Galerien vorhanden sind;
- wenn Ufer und Umland wenig verändert, aber Verbauungen vorhanden (1-2 Abstürze etc.) sind;
- wenn Gerinne, Ufer und Umland wenig oder kaum verändert sind, das Quellgebiet aber im Landwirtschaftsgebiet gelegen ist;
- wenn Ufer und Umfeld naturnah, die Gerinne durch Ausleitungen verändert aber noch gut dotiert sind;
- wenn das Gewässer künstlich angelegt, es jedoch naturnah verwachsen und die Gewässergüte gut ist. (inklusive weiterer, seltenerer Kombinationen)

[6] [OLH] OLIGOHEMEROB NATURNAH

d.h. der menschliche Einfluss ist nicht stärker als dass die ursprünglichen Züge der Lebensgemeinschaft noch zutage treten.

Beispiele Agrarland: naturnahe Biotope im Allgemeinen, fortgeschrittene, klimaxnahe Sukzessionsstadien, naturnahe Sonderstandorte, ...

Beispiele Gewässer: wenn Bettstruktur, Abflussregime, Ufer & Umland den potentiell natürl. Verhältnissen entsprechen, der Fischbestand autochthon ist & der angrenzende Wald zwar forstlich genutzt, aber standortsgerecht ist

[7] [AH] AHEMEROB NATÜRLICH

d.h. der menschliche Einfluss fehlt vollständig.

Beispiele Agrarland: intaktes Hochmoor, Urwälder, ...

Beispiele Gewässer: wenn das Gewässer keinerlei Anzeichen eines historischen und aktuellen Einflusses zeigt.

11.5 Anhang 5 – Wertbestimmende Merkmale, Störungseinflüsse

ERHEBUNGSBOGEN FÜR BIOTOPE				Biotopkartierung Praktikum																																																																																																																			
Gebiet	Biotop-Nr.			Datum	Bearbeiter																																																																																																																		
Nutzungstyp																																																																																																																							
Biotoptyp (lt. Liste)																																																																																																																							
Kurzbeschreibung 			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px;">Strukturmerkmale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>☐</td><td>S01 Offenbodenvegetation, Sand/Grus/Löß</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S02 Offenbodenvegetation, Fels</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S03 Offenbodenvegetation, Torf, Schlick</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S04 Offenbodenvegetation, Mutterboden</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S05 niederwüchsiger geschl. Rasen</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S06 geschl. Hochgrasbestand</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S07 dichtes Röhricht/Seggenried</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S08 Knickschicht vorhanden</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S09 vorjährige Halme/Stengel vorhanden</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S10 üppige Hochstaudenflur</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S11 lückiger Gehölzbestand</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S12 geschl. Gehölzbestand</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S13 Hecke</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S14 Gebüsch</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S15 eine Baumschicht ausgebildet</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S16 mehrere Baumschichten ausgeb.</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S17 markante Einzelbäume, Überhälter</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S18 Altholz</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S19 Totholz stehend >30%</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S20 Totholz liegend >30%</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S21 Gehölzverjüngung</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S22 Stockausschläge</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S23 hallenartiger Forst, frisch durchforstet</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S24 randl. vorh. Strauchschicht</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S25 fragmentar. vorh. Strauchschicht</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S26 lockere Strauchschicht (30-60 %)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S27 dichte Strauchschicht</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S28 Waldmantel</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S29 gut entw. Saumvegetation</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S30 Kusselgelände</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S31 Felsblöcke, Blockstreu</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S32 Lesesteinriegel (gr.)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S33 Lesesteinhaufen (kl.)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S34 Trockenmauer</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S35 Felswand</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S36 Lößwand</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S37 offene Wasserfl. perennierend</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S38 offene Wasserfl. periodisch</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S39 Uferverlauf natürlich</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S40 Uferverlauf künstlich</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S41 Gewässersohle natürlich</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S42 Gewässersohle künstlich</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S43 langsam fließend</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S44 schnell fließend</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S45 Wasserkörper strukturiert</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S46 Steilufer</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S47 Flachufer, Flachwasserbereich</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S48 Uferanrisse</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S49 Schlickfläche</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S50 Sand-/Kies-/Schotterbank</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S51 organische Ablagerungen (Heu, Reisig)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S52 Zwergsträucher</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S53 Verbuschungsinitialen</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S54 Baumzeile, Allee</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S55 Baumwiese, -weide</td></tr> <tr><td>☐</td><td>S56 offene Annuellenflur</td></tr> </tbody> </table>			Strukturmerkmale		☐	S01 Offenbodenvegetation, Sand/Grus/Löß	☐	S02 Offenbodenvegetation, Fels	☐	S03 Offenbodenvegetation, Torf, Schlick	☐	S04 Offenbodenvegetation, Mutterboden	☐	S05 niederwüchsiger geschl. Rasen	☐	S06 geschl. Hochgrasbestand	☐	S07 dichtes Röhricht/Seggenried	☐	S08 Knickschicht vorhanden	☐	S09 vorjährige Halme/Stengel vorhanden	☐	S10 üppige Hochstaudenflur	☐	S11 lückiger Gehölzbestand	☐	S12 geschl. Gehölzbestand	☐	S13 Hecke	☐	S14 Gebüsch	☐	S15 eine Baumschicht ausgebildet	☐	S16 mehrere Baumschichten ausgeb.	☐	S17 markante Einzelbäume, Überhälter	☐	S18 Altholz	☐	S19 Totholz stehend >30%	☐	S20 Totholz liegend >30%	☐	S21 Gehölzverjüngung	☐	S22 Stockausschläge	☐	S23 hallenartiger Forst, frisch durchforstet	☐	S24 randl. vorh. Strauchschicht	☐	S25 fragmentar. vorh. Strauchschicht	☐	S26 lockere Strauchschicht (30-60 %)	☐	S27 dichte Strauchschicht	☐	S28 Waldmantel	☐	S29 gut entw. Saumvegetation	☐	S30 Kusselgelände	☐	S31 Felsblöcke, Blockstreu	☐	S32 Lesesteinriegel (gr.)	☐	S33 Lesesteinhaufen (kl.)	☐	S34 Trockenmauer	☐	S35 Felswand	☐	S36 Lößwand	☐	S37 offene Wasserfl. perennierend	☐	S38 offene Wasserfl. periodisch	☐	S39 Uferverlauf natürlich	☐	S40 Uferverlauf künstlich	☐	S41 Gewässersohle natürlich	☐	S42 Gewässersohle künstlich	☐	S43 langsam fließend	☐	S44 schnell fließend	☐	S45 Wasserkörper strukturiert	☐	S46 Steilufer	☐	S47 Flachufer, Flachwasserbereich	☐	S48 Uferanrisse	☐	S49 Schlickfläche	☐	S50 Sand-/Kies-/Schotterbank	☐	S51 organische Ablagerungen (Heu, Reisig)	☐	S52 Zwergsträucher	☐	S53 Verbuschungsinitialen	☐	S54 Baumzeile, Allee	☐	S55 Baumwiese, -weide	☐	S56 offene Annuellenflur
Strukturmerkmale																																																																																																																							
☐	S01 Offenbodenvegetation, Sand/Grus/Löß																																																																																																																						
☐	S02 Offenbodenvegetation, Fels																																																																																																																						
☐	S03 Offenbodenvegetation, Torf, Schlick																																																																																																																						
☐	S04 Offenbodenvegetation, Mutterboden																																																																																																																						
☐	S05 niederwüchsiger geschl. Rasen																																																																																																																						
☐	S06 geschl. Hochgrasbestand																																																																																																																						
☐	S07 dichtes Röhricht/Seggenried																																																																																																																						
☐	S08 Knickschicht vorhanden																																																																																																																						
☐	S09 vorjährige Halme/Stengel vorhanden																																																																																																																						
☐	S10 üppige Hochstaudenflur																																																																																																																						
☐	S11 lückiger Gehölzbestand																																																																																																																						
☐	S12 geschl. Gehölzbestand																																																																																																																						
☐	S13 Hecke																																																																																																																						
☐	S14 Gebüsch																																																																																																																						
☐	S15 eine Baumschicht ausgebildet																																																																																																																						
☐	S16 mehrere Baumschichten ausgeb.																																																																																																																						
☐	S17 markante Einzelbäume, Überhälter																																																																																																																						
☐	S18 Altholz																																																																																																																						
☐	S19 Totholz stehend >30%																																																																																																																						
☐	S20 Totholz liegend >30%																																																																																																																						
☐	S21 Gehölzverjüngung																																																																																																																						
☐	S22 Stockausschläge																																																																																																																						
☐	S23 hallenartiger Forst, frisch durchforstet																																																																																																																						
☐	S24 randl. vorh. Strauchschicht																																																																																																																						
☐	S25 fragmentar. vorh. Strauchschicht																																																																																																																						
☐	S26 lockere Strauchschicht (30-60 %)																																																																																																																						
☐	S27 dichte Strauchschicht																																																																																																																						
☐	S28 Waldmantel																																																																																																																						
☐	S29 gut entw. Saumvegetation																																																																																																																						
☐	S30 Kusselgelände																																																																																																																						
☐	S31 Felsblöcke, Blockstreu																																																																																																																						
☐	S32 Lesesteinriegel (gr.)																																																																																																																						
☐	S33 Lesesteinhaufen (kl.)																																																																																																																						
☐	S34 Trockenmauer																																																																																																																						
☐	S35 Felswand																																																																																																																						
☐	S36 Lößwand																																																																																																																						
☐	S37 offene Wasserfl. perennierend																																																																																																																						
☐	S38 offene Wasserfl. periodisch																																																																																																																						
☐	S39 Uferverlauf natürlich																																																																																																																						
☐	S40 Uferverlauf künstlich																																																																																																																						
☐	S41 Gewässersohle natürlich																																																																																																																						
☐	S42 Gewässersohle künstlich																																																																																																																						
☐	S43 langsam fließend																																																																																																																						
☐	S44 schnell fließend																																																																																																																						
☐	S45 Wasserkörper strukturiert																																																																																																																						
☐	S46 Steilufer																																																																																																																						
☐	S47 Flachufer, Flachwasserbereich																																																																																																																						
☐	S48 Uferanrisse																																																																																																																						
☐	S49 Schlickfläche																																																																																																																						
☐	S50 Sand-/Kies-/Schotterbank																																																																																																																						
☐	S51 organische Ablagerungen (Heu, Reisig)																																																																																																																						
☐	S52 Zwergsträucher																																																																																																																						
☐	S53 Verbuschungsinitialen																																																																																																																						
☐	S54 Baumzeile, Allee																																																																																																																						
☐	S55 Baumwiese, -weide																																																																																																																						
☐	S56 offene Annuellenflur																																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px;">Morphotop</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>☐</td><td>HAPL Hang im allgemeinen plan</td></tr> <tr><td>☐</td><td>HAKX Hang im allgemeinen konvex</td></tr> <tr><td>☐</td><td>HAKV Hang im allgemeinen konkav</td></tr> <tr><td>☐</td><td>OHAPL Oberhangsituation plan</td></tr> <tr><td>☐</td><td>OHAKX Oberhangsituation konvex</td></tr> <tr><td>☐</td><td>OHAKV Oberhangsituation konkav</td></tr> <tr><td>☐</td><td>MHAPL Mittelhangsituation plan</td></tr> <tr><td>☐</td><td>MHAKX Mittelhangsituation konvex</td></tr> <tr><td>☐</td><td>MHAKV Mittelhangsituation konkav</td></tr> <tr><td>☐</td><td>UHAPL Unterhangsituation plan</td></tr> <tr><td>☐</td><td>UHAKX Unterhangsituation konvex</td></tr> <tr><td>☐</td><td>UHAKV Unterhangsituation konkav</td></tr> <tr><td>☐</td><td>HANFU Hangfußbereiche</td></tr> <tr><td>☐</td><td>KUPPE Kuppensituationen</td></tr> <tr><td>☐</td><td>RUECK Rücken- und Riedel</td></tr> <tr><td>☐</td><td>KAMM Kamm, Grat, Gipfel</td></tr> <tr><td>☐</td><td>DUENE Düne, dünenähnliche Aufschüttung (incl. Uferwall, Seed.)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>BLOCK Felsblockgebilde (Blockburg, -streu, -meer, Restl., Findl.)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>KANTE Geländekante und -versteilung</td></tr> <tr><td>☐</td><td>WAND Wandbildungen (incl. Fels-, Konglomerat- und Lößwand)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>KEGEL Schuttkegel (terrestr. Bildungen)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>FAECH Schwemmkegel und -fächer (fluviatile Bildung)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>SCHLU Schlucht, Klamme</td></tr> <tr><td>☐</td><td>KERBT Kerbtälchen, Tobel, Graben (V-förmig)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>MULDT Muldentälchen (U-förmig)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>HOHLF geschlossene Hohlformen (Mulde, Doline, Seeb., Toteisl.)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>ALTAR Altarme</td></tr> <tr><td>☐</td><td>SCHUE rezente fluviat. Aufschütt. (incl. Delta, Kies-, Sandb.)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>FURKA Bach- oder Flußlauf mit Furkation</td></tr> <tr><td>☐</td><td>MAEAN Bach- oder Flußlauf mit Mäanderbildung</td></tr> <tr><td>☐</td><td>LINEA Bach- oder Flußlauf mit gestrecktem Verlauf</td></tr> <tr><td>☐</td><td>TALBO Talboden (Ebenheit 1)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>TERRA periglaziale Terrassen (Ebenheit 2)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>EBEN Verebnungen / Ebenheit i.A (Ebenheit 3)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>DAMM Damm</td></tr> <tr><td>☐</td><td>DEPON Deponie, Aufschüttung</td></tr> <tr><td>☐</td><td>MATER künstliche Hohlform (incl. Materialentnahme, Sandgrube)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>GRABE Entwässerungsgräben, Erdgräben (nicht verbaut)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>KANAL Fließgew. mit künstl. Verlauf u. Profil (incl. Mühlg., Kanal)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>TEICH künstliche Stillgewässer (incl. Fisch-, Lösch-, Schwimmte.)</td></tr> <tr><td>☐</td><td>LESE Lesesteinhaufen und -riegel</td></tr> <tr><td>☐</td><td>HOWEG Hohlweg</td></tr> <tr><td>☐</td><td>KELLE Kellergassen in Hohlwegsituationen</td></tr> <tr><td>☐</td><td>SRAIN Stufenrain, Wegböschung</td></tr> <tr><td>☐</td><td>HRAIN Hochrain, Bifänge</td></tr> <tr><td>☐</td><td>KTERR Kulturterrasse (z.B. Acker-, Weinbauterrassen, ...)</td></tr> </tbody> </table>			Morphotop		☐	HAPL Hang im allgemeinen plan	☐	HAKX Hang im allgemeinen konvex	☐	HAKV Hang im allgemeinen konkav	☐	OHAPL Oberhangsituation plan	☐	OHAKX Oberhangsituation konvex	☐	OHAKV Oberhangsituation konkav	☐	MHAPL Mittelhangsituation plan	☐	MHAKX Mittelhangsituation konvex	☐	MHAKV Mittelhangsituation konkav	☐	UHAPL Unterhangsituation plan	☐	UHAKX Unterhangsituation konvex	☐	UHAKV Unterhangsituation konkav	☐	HANFU Hangfußbereiche	☐	KUPPE Kuppensituationen	☐	RUECK Rücken- und Riedel	☐	KAMM Kamm, Grat, Gipfel	☐	DUENE Düne, dünenähnliche Aufschüttung (incl. Uferwall, Seed.)	☐	BLOCK Felsblockgebilde (Blockburg, -streu, -meer, Restl., Findl.)	☐	KANTE Geländekante und -versteilung	☐	WAND Wandbildungen (incl. Fels-, Konglomerat- und Lößwand)	☐	KEGEL Schuttkegel (terrestr. Bildungen)	☐	FAECH Schwemmkegel und -fächer (fluviatile Bildung)	☐	SCHLU Schlucht, Klamme	☐	KERBT Kerbtälchen, Tobel, Graben (V-förmig)	☐	MULDT Muldentälchen (U-förmig)	☐	HOHLF geschlossene Hohlformen (Mulde, Doline, Seeb., Toteisl.)	☐	ALTAR Altarme	☐	SCHUE rezente fluviat. Aufschütt. (incl. Delta, Kies-, Sandb.)	☐	FURKA Bach- oder Flußlauf mit Furkation	☐	MAEAN Bach- oder Flußlauf mit Mäanderbildung	☐	LINEA Bach- oder Flußlauf mit gestrecktem Verlauf	☐	TALBO Talboden (Ebenheit 1)	☐	TERRA periglaziale Terrassen (Ebenheit 2)	☐	EBEN Verebnungen / Ebenheit i.A (Ebenheit 3)	☐	DAMM Damm	☐	DEPON Deponie, Aufschüttung	☐	MATER künstliche Hohlform (incl. Materialentnahme, Sandgrube)	☐	GRABE Entwässerungsgräben, Erdgräben (nicht verbaut)	☐	KANAL Fließgew. mit künstl. Verlauf u. Profil (incl. Mühlg., Kanal)	☐	TEICH künstliche Stillgewässer (incl. Fisch-, Lösch-, Schwimmte.)	☐	LESE Lesesteinhaufen und -riegel	☐	HOWEG Hohlweg	☐	KELLE Kellergassen in Hohlwegsituationen	☐	SRAIN Stufenrain, Wegböschung	☐	HRAIN Hochrain, Bifänge	☐	KTERR Kulturterrasse (z.B. Acker-, Weinbauterrassen, ...)																							
Morphotop																																																																																																																							
☐	HAPL Hang im allgemeinen plan																																																																																																																						
☐	HAKX Hang im allgemeinen konvex																																																																																																																						
☐	HAKV Hang im allgemeinen konkav																																																																																																																						
☐	OHAPL Oberhangsituation plan																																																																																																																						
☐	OHAKX Oberhangsituation konvex																																																																																																																						
☐	OHAKV Oberhangsituation konkav																																																																																																																						
☐	MHAPL Mittelhangsituation plan																																																																																																																						
☐	MHAKX Mittelhangsituation konvex																																																																																																																						
☐	MHAKV Mittelhangsituation konkav																																																																																																																						
☐	UHAPL Unterhangsituation plan																																																																																																																						
☐	UHAKX Unterhangsituation konvex																																																																																																																						
☐	UHAKV Unterhangsituation konkav																																																																																																																						
☐	HANFU Hangfußbereiche																																																																																																																						
☐	KUPPE Kuppensituationen																																																																																																																						
☐	RUECK Rücken- und Riedel																																																																																																																						
☐	KAMM Kamm, Grat, Gipfel																																																																																																																						
☐	DUENE Düne, dünenähnliche Aufschüttung (incl. Uferwall, Seed.)																																																																																																																						
☐	BLOCK Felsblockgebilde (Blockburg, -streu, -meer, Restl., Findl.)																																																																																																																						
☐	KANTE Geländekante und -versteilung																																																																																																																						
☐	WAND Wandbildungen (incl. Fels-, Konglomerat- und Lößwand)																																																																																																																						
☐	KEGEL Schuttkegel (terrestr. Bildungen)																																																																																																																						
☐	FAECH Schwemmkegel und -fächer (fluviatile Bildung)																																																																																																																						
☐	SCHLU Schlucht, Klamme																																																																																																																						
☐	KERBT Kerbtälchen, Tobel, Graben (V-förmig)																																																																																																																						
☐	MULDT Muldentälchen (U-förmig)																																																																																																																						
☐	HOHLF geschlossene Hohlformen (Mulde, Doline, Seeb., Toteisl.)																																																																																																																						
☐	ALTAR Altarme																																																																																																																						
☐	SCHUE rezente fluviat. Aufschütt. (incl. Delta, Kies-, Sandb.)																																																																																																																						
☐	FURKA Bach- oder Flußlauf mit Furkation																																																																																																																						
☐	MAEAN Bach- oder Flußlauf mit Mäanderbildung																																																																																																																						
☐	LINEA Bach- oder Flußlauf mit gestrecktem Verlauf																																																																																																																						
☐	TALBO Talboden (Ebenheit 1)																																																																																																																						
☐	TERRA periglaziale Terrassen (Ebenheit 2)																																																																																																																						
☐	EBEN Verebnungen / Ebenheit i.A (Ebenheit 3)																																																																																																																						
☐	DAMM Damm																																																																																																																						
☐	DEPON Deponie, Aufschüttung																																																																																																																						
☐	MATER künstliche Hohlform (incl. Materialentnahme, Sandgrube)																																																																																																																						
☐	GRABE Entwässerungsgräben, Erdgräben (nicht verbaut)																																																																																																																						
☐	KANAL Fließgew. mit künstl. Verlauf u. Profil (incl. Mühlg., Kanal)																																																																																																																						
☐	TEICH künstliche Stillgewässer (incl. Fisch-, Lösch-, Schwimmte.)																																																																																																																						
☐	LESE Lesesteinhaufen und -riegel																																																																																																																						
☐	HOWEG Hohlweg																																																																																																																						
☐	KELLE Kellergassen in Hohlwegsituationen																																																																																																																						
☐	SRAIN Stufenrain, Wegböschung																																																																																																																						
☐	HRAIN Hochrain, Bifänge																																																																																																																						
☐	KTERR Kulturterrasse (z.B. Acker-, Weinbauterrassen, ...)																																																																																																																						

Abbildung 33: Erhebungsbogen Biotopkartierung 1/2

Bedeutung, wertbestimmende Merkmale	
W01	Flächengröße
W02	Vernetzungsfunktion
W03	Bodenschutzfunktion (allg.)
W04	Schutzfunktion gegen Bodenabspülung
W05	Schutzfunktion gegen Bodenabwehung
W06	Schutzfunktion gegen Stoffeintrag
W07	Gewässerschutzfunktion (allg.)
W08	Uferschutzfunktion
W09	Regulierung des Kleinklimas
W10	Rückzugsfunktion (allg.)
W11	große Artenvielfalt
W12	Strukturvielfalt
W13	Vork. seltener/gefährdeter Tierarten
W14	Vork. seltener/gefährdeter Pflanzenarten
W15	Vork. seltener/gefährdeter Pflanzengesellsch.
W16	im Kartierungsgeb. seltener/gefährdeter Biotopt.
W17	f. d. Kartierungsgeb. bes. charakterist. Biotopt.
W18	erhaltenswerter Altbaumbestand
W19	erhaltenswerter traditioneller Nutzungstyp
W20	erhaltenswerte natürliche Reliefform
W21	erhaltenswerte künstliche Reliefform/Aufschluß
W22	Prägung des Landschaftsbildes
W23	Eignung zu extensiver Erholung
W24	kulturgeschichtliche Bedeutung
W25	wissenschaftliche Bedeutung
W26	jagdliche Bedeutung
W27	Trittsteinfunktion

ist	soll	Pflege/Management
		M01 Beibehaltung der aktuellen Nutzung
		M02 Extensivierung d. bisherigen Nutzung (allg.)
		M03 keine Düngung der Nutzfläche
		M04 keine Biozidanwendung auf der Nutzfläche
		M05 Nutzungsextensivierung auf d. Nachbarfl.
		M06 Düngungsbeschr. auf d. Nachbarflächen
		M07 Biozidanwendungsbeschr. a. d. Nachbarfl.
		M08 Wiederaufn. trad. landwirtsch. Nutzung
		M09 Pflegemahd (1x, Herbst, Mulchung)
		M10 Pflegemahd (1x, Herbst, Mähgut entf.)
		M11 Wiesenmahd (2x, Mulchung)
		M12 Wiesenmahd (2x, Mähgut entf.)
		M13 Beweidung
		M14 Beibehaltung d. Grünlandnutzung, kein Umbr.
		M15 Rückführung in Grünlandnutzung
		M16 Häckseln (1x, Herbst, Mulchung)
		M17 Abbrennen
		M18 Rodung einzelner Gehölze
		M19 Schwenden/Entbuschen Inselhaft
		M20 Schwenden/Entbuschen großflächig
		M21 keine Aufforstung
		M22 naturnahe Waldbewirtschaftung
		M23 Entfernung standortfremder Gehölze
		M24 Entfernung florenfremder Gehölze
		M25 Umwandlung in standortger. Gehölzbest.
		M26 Umwandlung in florenger. Gehölzbest.
		M27 Altbaumpflege
		M28 Entwicklung einer Strauchschicht
		M29 Bestandesumbau zu strukturreich. Waldtyp
		M30 Einstellung der Bewirtschaftung
		M31 keine Pflegemaßnahmen nötig
		M32 andere Pflegemaßnahmen sinnvoll
		M33 Pflegeextensivierung
		M34 weitere Mahd nicht sinnvoll/nötig
		M35 Ausschluß der Beweidung
		M36 kein weiteres Abbrennen
		M37 Verbuschung zulassen

	M38 keine Rodung
	M39 Waldmantelentwicklung
	M40 Erhaltung von Alt- und Totholz
	M41 Einrichtung eines Naturwaldreservates
	M42 Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll (allg.)
	M43 Obstbaumzeile/-bestand anlegen o. ergänzen
	M44 Auspfl. v. Einzelbäumen, -gruppen, -zeilen
	M45 Anlage von Hecken/Feldgehölzen
	M46 Anlage einer Schutzpflanzung
	M47 Anlage von "Ökowerk"flächen/-streifen
	M48 naturn. Gest. von ehem. Materialentnahmest.
	M49 naturnahe Gewässergestaltung
	M50 Gewässerrückbau
	M51 Sanierung nötig (allg.)
	M52 Sanierung einer Schutzpflanzung
	M53 Gewässersanierung
	M54 Müll/Schutt entfernen
	M55 Pflegemahd in unregelmäßigem Turnus
	M56 Drainagerückbau
	M57 Intensivierung der Beweidung
	M58 Moorrenaturierung
	M59 Pufferzonen
	M60 Auf Stock setzen
	M61 Saumvegetation entwickeln

akt.	pot.	Gefährdung/Beeinträchtigung
		B01 Zerstörung des LEL (allg.)
		B02 Verbauung (allg.)
		B03 Wegebau, Straßenbau
		B04 Zerschneidung
		B05 Isolation
		B06 Schotterabbau oder ähnliches
		B07 Schutt-/Müllablagerung
		B08 Verfüllung
		B09 Geländekorrektur
		B10 Nutzungsänderung (allg.)
		B11 Nutzungsaufgabe (allg.)
		B12 Übernutzung (allg.)
		B13 Betritt
		B14 Überweidung
		B15 Wildverbiß/Verfegung
		B16 Verbuschung
		B17 Einwanderung florenfremder Problemgehölze
		B18 Umwandlung in pflegeintensive Grünanlage
		B19 Auspflanzen von Ziergehölzen
		B20 Aufforstung
		B21 Rodung
		B22 großflächiger Kahlschlag
		B23 unsachgemäße Durchforstung
		B24 Abbrennen
		B25 Umbruch
		B26 Veränderung des Wasserhaushaltes (allg.)
		B27 Drainage
		B28 Absenkung des Grundwasserspiegels
		B29 Gewässerausbau
		B30 Gewässerräumung
		B31 Verlandung
		B32 Veränderung des Stoffhaushaltes (allg.)
		B33 Eutrophierung
		B34 Biozideintrag
		B35 mechan. Verunreinigung
		B36 chem. Verunreinigung
		B37 Immission
		B38 Auspflanzen von standortfremden Gehölzen
		B39 Wasserentnahme, Ableitung
		B40 Fragmentierung des Netzwerkes
		B41 Einwanderung invasiver Stauden
		B42 Verrohrung

Korrespondierende Biotope

Abbildung 34: Erhebungsbogen Biotopkartierung 2/2

11.6 Anhang 6 - Landschaftsdienstleistungen - Gesamtfunktionalitätswert

CLC code	CLC description	Regulation functions	Gas regulation	Climate regulation	Disturbance prevention	Water regulation	Water supply	Soil retention	Soil formation	Nutrient regulation	Waste treatment	Pollination	Biological control	Habitat functions	Refugium function	Nursery function	Production functions	Food	Raw materials	Genetic resources	Medicinal resources	Ornamental resources	Information functions	Aesthetic information	Recreation	Cultural and artistic information	Spiritual and historic information	Science and education	Carrier functions	Habitation	Cultivation	Energy-conversion	Mining	Waste disposal	Transportation	Tourism-facilities	Total Function Value	
111	Continuous urban fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	4	2	0	2	5	0	1	0	0	3	2	16	
112	Discontinuous urban fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	4	2	0	1	4	0	1	0	0	3	2	18	
121	Industrial or commercial units	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	4	0	1	0	0	3	0	6	
122	Road and rail networks and associated land	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	5	2	8		
123	Port areas	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	5	2	8		
124	Airports	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5	2	7		
131	Mineral extraction sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	2	0	4		
132	Dump sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	3		
133	Construction sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		
141	Green urban areas	2	2	4	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	2	3	5	3	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4	27
142	Sport and leisure facilities	1	1	2	0	1	1	1	1	0	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	16	
211	Non-irrigated arable land	1	1	3	1	3	0	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	5	2	2	1	1	2	1	3	0	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0	31	
212	Permanently irrigated land	2	1	3	1	4	0	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	5	2	2	1	1	2	1	3	0	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0	31	
213	Rice fields	2	1	3	1	4	1	1	2	2	1	1	2	4	3	4	2	5	2	2	1	1	2	3	1	4	2	2	1	0	5	0	0	0	0	0	42	
221	Vineyards	2	1	3	1	3	1	2	3	1	1	1	1	2	2	2	5	3	2	1	1	1	3	3	3	4	3	2	1	0	5	0	0	0	0	1	40	
222	Fruit trees and berry plantations	3	2	3	2	3	1	2	3	2	2	5	3	2	2	1	2	5	2	2	2	1	3	3	3	3	2	2	1	0	5	0	0	0	0	1	40	
223	Olive groves	2	2	4	2	3	1	3	3	2	2	2	2	3	3	2	3	5	2	2	2	2	4	4	3	4	4	3	1	0	5	0	0	0	0	1	48	
231	Pastures	3	1	3	1	3	1	4	4	2	3	3	3	4	4	3	3	5	2	3	3	1	3	4	4	3	1	3	1	0	5	0	0	0	0	0	1	51
241	Annual crops associated with permanent crops	2	1	3	1	3	1	2	3	1	1	3	2	2	2	2	2	4	3	1	3	1	2	2	2	3	1	2	1	0	4	0	0	0	0	1	36	
242	Complex cultivation patterns	2	1	3	1	3	1	2	3	1	2	2	3	3	3	2	2	4	2	1	2	1	2	2	3	3	2	2	1	1	4	0	0	0	0	0	1	39
243	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	2	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	3	4	3	4	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	0	3	1	0	0	0	2	49	
244	Agro-forestry areas	3	3	4	1	4	3	4	4	2	3	3	2	4	4	3	3	5	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	1	0	3	3	0	0	0	0	1	54
311	Broad-leaved forest	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	1	0	1	1	0	0	0	2	79
312	Coniferous forest	4	5	4	4	4	4	4	3	2	4	3	4	3	3	3	4	2	5	3	3	5	4	4	4	3	4	4	1	0	1	1	0	0	0	2	78	
313	Mixed forest	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	3	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	1	0	1	1	0	0	0	2	77	
321	Natural grasslands	4	3	3	3	4	4	5	4	5	3	4	4	5	5	5	3	2	1	5	3	4	5	5	5	4	4	5	0	0	1	0	0	0	0	0	1	67
322	Moors and heathland	4	3	4	4	4	4	5	5	4	3	3	4	5	5	5	3	2	3	5	3	4	5	5	5	4	4	5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	69
323	Sclerophyllous vegetation	4	3	4	4	3	3	5	5	4	3	4	4	5	5	5	4	3	3	5	3	4	4	5	4	3	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	67
324	Transitional woodland-shrub	4	3	4	4	3	4	5	5	4	3	4	4	5	5	5	3	2	3	4	3	3	4	4	4	3	2	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	63
331	Beaches, dunes, sands	2	1	2	5	5	2	2	2	1	1	1	1	5	4	5	2	0	1	4	2	3	4	5	5	2	4	4	4	0	0	0	0	1	0	0	2	52
332	Bare rocks	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	3	4	1	2	0	0	3	2	3	3	4	4	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	33
333	Sparsely vegetated areas	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	4	4	4	2	0	0	3	2	3	3	4	3	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
334	Burnt areas	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	2	1	2	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
335	Glaciers and perpetual snow	1	1	3	0	4	5	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0	0	2	0	3	4	5	5	1	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	34
411	Inland marshes	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	2	1	5	5	5	3	1	2	5	4	2	4	4	4	2	4	5	0	0	0	0	1	0	0	1	63	
412	Peat bogs	4	4	5	3	4	4	5	5	4	4	1	3	5	5	4	2	0	4	4	3	1	4	4	4	2	4	4	1	0	0	2	2	0	0	0	1	60
421	Salt marshes	3	1	3	3	4	3	4	4	3	3	2	1	5	4	5	2	1	1	4	3	2	4	4	3	3	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	53	
422	Salines	1	0	2	0	3	2	0	2	1	2	0	0	4	4	4	2	1	0	3	2	2	2	3	2	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	37
423	Intertidal flats	2	0	3	5	3	0	1	1	1	3	0	2	5	4	2	3	0	3	3	2	4	4	4	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49
511	Water courses	3	2	4	3	4	5	2	1	3	5	0	3	5	5	5	3	3	2	5	3	4	5	5	5	4	5	5	1	0	0	4	0	0	3	3	70	
512	Water bodies	3	2	4	3	4	5	3	4	3	5	0	3	5	5	5	3	3	2	5	3	3	5	4	5	4	5	5	1	0	0	3	0	0	3	3	69	
521	Coastal lagoons	4	3	5	4	4	4	4	4	4	5	2	3	5	5	5	3	4	1	5	3	4	5	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	0	0	1	68	
522	Estuaries	3	3	5	3	4	4	3	3	3	5	0	4	5	5	5	4	4	2	5	3	4	5	5	5	4	4	5	1	0	3	1	0	0	2	1	70	
523	Sea and ocean	3	3	5	2	4	5	3	1	5	5	0	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	0	0	2	0	0	4	3	77	

Abbildung 35: Matrix der Landschaftsdienstleistungen einschließlich des resultierenden Gesamtfunktionalitätswerts für jede CORINE Land Cover-Klasse in Mitteleuropa (Danzinger et al., 2020)

11.7 Anhang 7 – Zuweisung der Biotoptypen und Landnutzungstypen zu Corine

Landcover Klassen

Tabelle 13: Zuweisung der Biotoptypen zu Corine Landcover Klassen (CLC), diese erhalten jeweils eine Raster Nummer und den resultierenden Gesamtfunktionalitätswert (GFW)

Biotoptyp Lt. Wachau	CLC	RasterNr.	GFW
ACKBRAL	211	1	31
ACKBRJU	211	2	31
EGEHLAUB	324	3	63
EGEHOBST	222	4	40
EGEHSTRA	324	5	63
FLWBACH	511	6	70
FLWTEMP	511	7	70
GEOAGRAB	511	8	70
GEOALESE	333	9	40
GFNABRAC	231	10	51
GFNAWEID	231	11	51
GFNAWIES	231	12	51
GFRIBRAC	231	13	51
GFRWEID	231	14	51
GFRWIES	231	15	51
GGEHLAUB	324	16	63
GGEHNADL	324	17	63
GGEHOBST	222	18	40
GMAGBRAC	231	19	51
GTROWIES	231	20	51
HECKBMES	324	21	63
HECKBNEO	324	22	63
HECKBOBS	324	23	63
HECKSDOR	324	24	63
HECKSMES	324	25	63
HECKSNEO	324	26	63
HTRASB	231	27	51
HTRAST	231	28	51
KGEHKULT	211	29	31
KGEHOBWI	222	30	40
KGEHPARA	141	31	27
KULTFLGA	141	32	27
KULTFLLA	132	33	3
KULTPTFL	112	34	18
KULTPTKA	112	35	18
KULTPTLA	132	36	3
NASSGRRÖ	411	37	63
NASSGRSG	411	38	63
NASSKLSG	411	39	63

RAINBÖMG	321	40	67
RAINBÖRU	321	41	67
RAINBÖSR	321	42	67
RAINBÖTR	321	43	67
RAINBÖWI	321	44	6
RAINFLAG	321	45	67
RAINFLAR	321	46	67
RAINHORU	321	47	67
RAINHOSR	321	48	67
RUDFRISCH	321	49	67
RUDSCHL	321	50	67
RUDTROCK	321	51	67
STWANTK	512	52	69
STWPION	411	53	63
UGEHFERN	324	54	63
UGEHNATU	324	55	63
WAAUSTRW	324	56	63
WAEIHAIN	311	57	79
WAEISUR	311	58	79
WAFOMISC	312	59	78
WAFONADL	313	60	77
WAHALIND	311	61	79
WAVOVOGL	324	62	63
WAVOWIND	324	63	63
ZGEHLAUB	324	64	63
ZGEHOBST	222	65	40

Tabelle 14: Zuweisung der Landnutzungstypen, welche keinem Biotoptypen zugewiesen werden konnten, zu Corine Landcover Klassen (CLC), diese erhalten jeweils eine Raster Nummer und den resultierenden Gesamtfunktionalitätswert (GFW)

Nutzungstyp	CLC	Raster	GFW
AFF	211	66	31
AHI	211	67	31
AI	211	68	31
DFR	112	69	18
EIG	112	70	18
EIH	112	71	18
PG	141	72	27
SG	142	73	16
SONK	112	74	18
SV	111	75	16
VB	122	76	8
VV	111	77	16
VW	111	78	16

11.8 Anhang 8 – Morphological Spatial Pattern Analysis

Tabelle 15: MSPA-Ergebnisse der 7 erhobenen Probeflächen für die Vordergrundfläche. Der Vordergrund kann in folgende Kategorien unterteilt werden: „Core“ (Kernfläche), „Islet“ (Insel), „Perforation“ (Lücken), „Edge“ (Randfläche), „Loop“ (Schleife), „Bridge“ (Brücke) und „Branch“ (Abzweigung). Die „FG area [pixel/%]“ beschreibt die Anzahl an Pixel einer Kategorie pro Vordergrundfläche der jeweiligen Probefläche. „Data area [pixel/%]“ gibt die Anzahl an Pixel einer Kategorie pro Gesamtfläche der jeweiligen Probefläche an. Die „Objects“ beschreiben die Anzahl an Objekten einer Kategorie.

Probefläche		Core	Islet	Perforation	Edge	Loop	Bridge	Branch
1077	Data area [pixel/%]	50.48	0.11	0.80	3.78	0.43	0.31	0.80
	FG area [pixel/%]	90.15	0.20	0.14	6.75	0.77	0.56	1.43
	Objects	12	2	1	7	2	8	37
481	Data area [pixel/%]	46.66	0.18	0.11	7.32	0.13	0.39	0.43
	FG area [pixel/%]	84.49	0.33	0.21	13.25	0.23	0.72	0.77
	Objects	11	5	1	12	1	6	57
697	Data area [pixel/%]	30.23	0.34	0.10	6.54	0.02	0.49	3.49
	FG area [pixel/%]	73.35	0.82	0.25	15.87	0.05	1.18	8.48
	Objects	13	14	1	15	1	4	65
698	Data area [pixel/%]	16.61	0.78	0.00	2.43	0.80	0.00	0.20
	FG area [pixel/%]	79.77	3.77	0.00	11.69	3.83	0.00	0.95
	Objects	3	4	0	5	3	0	17
1078	Data area [pixel/%]	11.36	0.08	0.00	3.99	0.00	2.21	0.67
	FG area [pixel/%]	62.02	0.46	0.00	21.79	0.00	12.05	3.68
	Objects	16	1	0	15	0	13	74
439	Data area [pixel/%]	4.42	0.00	0.00	1.36	0.56	0.00	1.34
	FG area [pixel/%]	57.60	0.00	0.00	17.70	7.27	0.00	17.43
	Objects	5	0	0	6	2	0	21
907	Data area [pixel/%]	0.00	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	FG area [pixel/%]	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Objects	0	7	0	0	0	0	0

Tabelle 16: MSPA-Ergebnisse der Hintergrundkategorien – „Background“ (Hintergrund) und „Opening“ (Öffnungen) bestehend aus „Core-Opening“ (Kernöffnung) und „Border-Opening“ (Randöffnung). „Data area [pixel/%]“ gibt die Anzahl an Pixel einer Kategorie pro Gesamtfläche der jeweiligen Probefläche an. Die „BG area [pixel/%]“ beschreibt die Anzahl an Pixel einer Kategorie pro Hintergrundfläche der jeweiligen Probefläche. Die „Objects“ beschreiben die Anzahl an Objekten einer Kategorie. „Porosity“ oder Durchlässigkeit misst den Grad an Kernöffnungen in geschlossener Grüner Infrastruktur. Bei einer Durchlässigkeit von 0% gibt es keine Kernöffnungen.

Probefläche		Background	Opening	Core-Opening	Border-Opening
907	Data area [pixel/%]	97.89	NA	0.00	0.00
	BG area [pixel]	424790	0	0	0
	Objects	4	0	0	0
	Porosity	NA	-2.14	NA	NA
439	Data area [pixel/%]	92.33	NA	0.00	0.00
	BG area [pixel]	400100	2	0	2
	Objects	5	2	0	2
	Porosity	NA	0.00	NA	NA
1078	Data area [pixel/%]	81.68	NA	0.00	12.56
	BG area [pixel]	354680	54537	0	54537
	Objects	13	7	0	7
	Porosity	NA	0.00	NA	NA
698	Data area [pixel/%]	79.18	NA	0.00	0.00
	BG area [pixel]	343646	0	0	0
	Objects	11	0	0	0
	Porosity	NA	0.00	NA	NA
697	Data area [pixel/%]	58.79	NA	0.02	1.39
	BG area [pixel]	255109	6126	88	6038
	Objects	23	6	1	5
	Porosity	NA	0.05	NA	NA
481	Data area [pixel/%]	44.78	NA	0.07	1.53
	BG area [pixel]	194022	6956	307	6649
	Objects	5	2	1	1
	Porosity	NA	0.13	NA	NA
1077	Data area [pixel/%]	44.00	NA	0.02	2.23
	BG area [pixel]	191020	9763	99	9664
	Objects	12	4	1	3
	Porosity	NA	0.04	NA	NA