



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

“Assessment of ecosystem functions in regions along the Green Belt”

verfasst von

Dipl.-Biol. Marie Radicke

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 879

Studienrichtung lt. Studienblatt: Masterstudium Naturschutz und Biodiversitätsmanagement

Betreut von: Ass.-Prof. Dr. Thomas Wrבka

Abstract (English)

In this study the supply of ecosystem functions along the Green Belt between Bavaria and Thuringia was assessed. The study focused on the influence the Green Belt zone has on the ecosystem functions in the surrounding landscape. Biotope mappings in different distance classes from the Green Belt and a rating matrix of the biotope types concerning the supply of selected ecosystem functions served as data basis. The results show that in the nearest-natural region the remoteness of the landscape surrounding the former Iron Curtain led to a preservation of valuable landscape elements with high function values for numerous ecosystem functions. And most ecosystem functions decline with increasing distance to the Green Belt. In the other two areas that were mapped the positive influence by the former remoteness is only preserved inside the nature reserve itself but it has largely lost its effect outside. Also, with the broader habitat method as it was used in this study no outstanding difference between the Thuringian and the Bavarian side concerning the provision of ecosystem services could be detected.

Abstract (Deutsch)

Diese Arbeit befasst sich mit der Bewertung von Ökosystemfunktionen entlang des Grünen Bandes zwischen Bayern und Thüringen. Im Fokus liegt der Einfluss, den das Grüne Band auf die Ökosystemfunktionen der umliegenden Landschaft hat. Biotopkartierungen in unterschiedlichen Entfernungsklassen vom Grünen Band sowie eine Bewertungsmatrix der Biotoptypen in Bezug auf ihre Bereitstellung ausgewählter Ökosystemleistungen stellten die Datengrundlage dar, um zu testen, ob ein solcher Einfluss auf die Ökosystemfunktionen der Umgebung vorhanden ist. Die Studie zeigt, dass ein Großteil der Ökosystemfunktionen in der naturnahesten Region mit zunehmender Entfernung vom Grünen Band an Wert verliert. Hier ist ein positiver Einfluss des ehemaligen Grenzstreifens auf die umliegende Natur weiterhin messbar. In den beiden anderen Regionen konnte kein Einfluss des Grünen Bandes auf die Ökosystemfunktionen in der Umgebung festgestellt werden. Lediglich in Gebieten, die auch seit der Grenzöffnung weiterhin unter Schutz stehen, spiegelt sich die Erhaltung der Natur in den bereitgestellten Ökosystemfunktionen wider. Ein Unterschied zwischen der bayerischen und der thüringischen Grenzseite konnte nicht festgestellt werden.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
1 Ökosystemleistungen	7
2 Hintergrund und Fragestellung	10
3 Untersuchungsgebiet	13
Publication manuscript	15
1 Introduction	15
2 Concept and methods	16
2.1 Study area	16
2.2 Field work method	18
2.3 Data analysis	19
2.4 Classification of ecosystem services	19
3 Results	23
3.1 Biotope mapping	23
3.2 Trade-offs between the main function groups within the study area	24
3.3 Individual ecosystem function maps - hot and cold spots	28
4 Discussion	31
4.1 Overview	31
4.2 Dependence of ecosystem function provision on distance to the respective central points in the Green Belt	32
4.3 Focus on selected biotope types, ecosystem functions and multifunctionality	35
4.4 Comparison between the Bavarian and the Thuringian side	37
4.5 Limitation of the methodology	38
4.6 Conclusion	40
5 Zusammenfassung	41
6 Referenzen	43
7 Anhang	49
7.1 Überblick der Landnutzungstypen (<i>land use types</i>)	49
7.2 Überblick der Biotoptypen (<i>biotope types</i>)	50
7.3 Überblick der <i>Qualifier</i> -Merkmale	53
7.4 Bewertung der Landnutzungs-/Biotoptypen in Bezug auf die Bereitstellung ausgewählter Ökosystemleistungen	56
8 Danksagung	61
9 Lebenslauf	63

Einleitung

1 Ökosystemleistungen

Ökosysteme liefern der menschlichen Gesellschaft eine Vielzahl an unterschiedlichen Leistungen und Gütern, die direkt zu unserem Wohlergehen und unserem ökonomischen Reichtum beitragen (Costanza et al., 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; TEEB, 2010; de Groot et al., 2012; Crossman et al., 2013). Diese Leistungen und Güter werden unter dem Begriff Ökosystemleistungen zusammengefasst. Eine wichtige Initiative, die stark dazu beigetragen hat, Ökosystemleistungen in den Fokus des Interesses zu rücken, war das *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA). Dabei handelte es sich um einen internationalen Zusammenschluss aus über 1000 Wissenschaftlern weltweit, der von den Vereinten Nationen ins Leben gerufen wurde und von 2001 bis 2005 bestand. Das MEA untersuchte die 24 weltweit wichtigsten Funktionen von Ökosystemen und erstellte einen Überblick darüber, wie es weltweit um diese Ökosystemfunktionen bestellt ist (MEA, 2003). Außerdem lieferte es grundlegende Definitionen zum Themenbereich der Ökosystemleistungen. Dies ist von besonderer Wichtigkeit, da einige Kontroversen bezüglich der Abgrenzung zentraler Begrifflichkeiten herrschen. Die ausführliche Definition zu Ökosystemleistungen des MEA lautet:

„The benefits people obtain from ecosystems. These include provisioning services such as food and water; regulating services such as regulation of floods, drought, land degradation, and disease; supporting services such as soil formation and nutrient cycling; and cultural services such as recreational, spiritual, religious and other nonmaterial benefits.” (MEA, 2003 p. 3)

Eine weitere Definition von Ökosystemleistungen stammt von Costanza & Folke. Nach ihnen sind Ökosystemleistungen ein Nutzen, den die menschliche Population - direkt oder indirekt - aus Ökosystemfunktionen ziehen kann (Costanza & Folke, 1997, p. 253). Wichtig ist es auch, die Begriffe Ökosystemfunktion und Ökosystemleistung voneinander abzugrenzen. Für Ökosystemfunktionen liefert de Groot (1992) folgende Definition:

“The capacity of natural processes and components to provide goods and services that satisfy human needs, directly or indirectly.” (de Groot, 1992, p. 7)

Ökosystemfunktionen stellen also die ökologischen Grundlagen dar, aus denen die Ökosystemleistungen letztlich hervorgehen. Ökosystemfunktionen hängen ihrerseits von den gegebenen ökologischen Strukturen und Prozessen ab (de Groot et al., 2010).

Der Gedanke, dass natürliche Ökosysteme einen komplexen Nutzen für die Menschheit liefern könnten, geht zurück bis mindestens Plato (ca. 400 v. Chr.). Er verstand bereits, dass die Abholzung von Wäldern z.B. zu Bodenerosion führen würde, welche dem Menschen schaden könnte. Der Begriff der „Ökosystemleistungen“ wurde erstmals von Ehrlich & Ehrlich (1981) eingeführt. Doch schon zuvor wurde der gesellschaftliche Wert von Funktionen, die uns die Natur liefert, von einer Reihe von Autoren betont (King, 1966; Ehrlich & Ehrlich, 1970; Dee et al., 1973). Inzwischen gewinnt das Konzept in der Wissenschaft immer mehr an Bedeutung (Potschin & Haines-Young, 2011) und spätestens im Laufe des vergangenen Jahrzehnts ist die Erforschung von Ökosystemleistungen zu einem bedeutsamen Forschungsfeld herangewachsen (z.B. de Groot et al., 2002; Fisher et al., 2009; Haines-Young et al., 2008). Das Manuskript „Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment“ des bereits erwähnten MEA ist dabei in der Forschung an Ökosystemleistungen von zentraler Bedeutung. Die Anzahl an Veröffentlichungen, die sich auf Ökosystemleistungen beziehen, ist seither enorm gestiegen (Fisher et al., 2009; Maes et al., 2009).

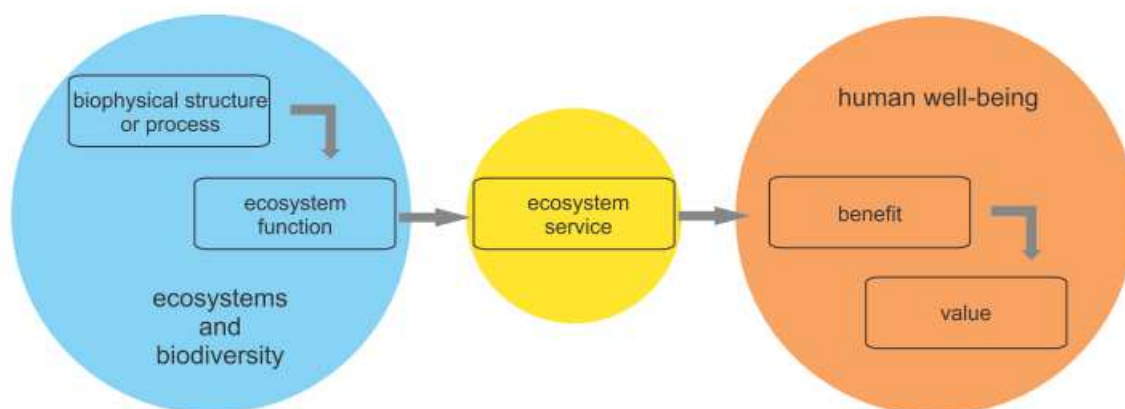


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Ökosystemen und Biodiversität und dem menschlichen Wohlergehen; nach Haines-Young & Potschin (2010) und Hermann et al. (2011).

Ein wichtiger Grund für dieses gestiegene Interesse liegt sicherlich in der Erkenntnis, dass Phänomene wie Habitatzerstörung und Fragmentierung von Landschaften immer

weiter voranschreiten. Diese führen letztlich zur Gefährdung der Biodiversität und somit zur Verringerung von Ökosystemleistungen (MEA, 2003).

Bezüglich der Beziehung der genannten Schlüsselbegriffe untereinander haben Haines-Young & Potschin (2010) ein allgemein anerkanntes System entwickelt (Abbildung 1). Die Arbeitsgruppe um Ass. Prof. Dr. Thomas Wrбка verwendet dieses System, so auch diese Masterarbeit. Wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, wird zwischen ökologischen Prozessen, Funktionen und Leistungen sowie dem Nutzen für den Menschen unterschieden. Ökosysteme liefern biophysikalische Prozesse und Strukturen, aus denen Ökosystemfunktionen hervorgehen. Letztere stellen Ökosystemleistungen bereit, die wiederum einen bestimmten Nutzen bzw. Wert für das menschliche Wohlergehen haben. So liefern Ökosysteme beispielsweise Primärproduzenten, die für die Entstehung von Biomasse (Ökosystemfunktion) verantwortlich sind. Biomasse stellt die Grundlage für Ernteprodukte (Ökosystemleistung) dar, die wiederum zum menschlichen Wohlergehen (Nutzen) beisteuern. Der Nutzwert kann mit der Zahlungsbereitschaft für diese Produkte gemessen werden (Haines-Young and Potschin, 2010; Hermann et al., 2011).

Neben der Definition der Begrifflichkeiten und der Zusammenhänge ist auch die Kategorisierung der Ökosystemleistungen von großer Bedeutung. Eine Reihe von Autoren hat unterschiedliche Herangehensweisen vorgeschlagen (z.B. Costanza et al., 1997; Daily, 1997; de Groot et al., 2010; Fisher et al., 2009; Hermann et al., 2011). In dieser Masterarbeit wird die Methodik der Arbeitsgruppe um Ass. Prof. Dr. Thomas Wrбка übernommen, der die Systematik von de Groot (2006) zugrunde liegt.

Nach de Groot (2006) sind die einzelnen Leistungen fünf Hauptfunktionen zugeteilt: (1) den regulierenden Funktionen, (2) den Habitatfunktionen, (3) den bereitstellenden Funktionen, (4) den kulturellen Funktionen und (5) den Carrier-Funktionen. Bei den regulierenden Funktionen geht es darum, dass Kulturlandschaften die Kapazität haben, essenzielle ökologische Prozesse und Lebensgrundlagen zu regulieren. Die Habitatfunktionen dagegen stehen dafür, dass Kulturlandschaften als Rückzugs- und Reproduktionshabitate für freilebende Tiere und Pflanzen dienen. Die bereitstellenden Funktionen beziehen sich auf die Versorgung mit natürlichen Ressourcen wie essbare Tier- und Pflanzenarten, Rohmaterialien oder genetische Ressourcen. Die kulturellen Funktionen umfassen alle Funktionen, die mit geistiger Bereicherung, kognitiver

Entwicklung, Erholung oder ästhetischen Aspekten zu tun haben. Carrier-Funktionen dagegen beschreiben die Kapazität von Landschaften, passende Substrate (Boden) für Anbau, Siedlungen oder Transport zu liefern (Hermann et al., 2013). Details mit Beispielen zu den einzelnen Funktionen sind in der Tabelle im Methodenteil des Manuskripts zu finden.

2 Hintergrund und Fragestellung

Das Naturschutzprojekt „Grünes Band“ wurde kurz nach dem Mauerfall 1989 vom Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) und dem Freistaat Thüringen ins Leben gerufen, um die Bereiche, die durch die innerdeutsche Grenze Jahrzehnte lang isoliert waren, zu erhalten und zu schützen. Das Grüne Band erfüllt unterschiedliche Funktionen: Zum einen dient es als Rückzugsraum für Tier- und Pflanzenarten. Diese Eigenschaft erhält ein umso größeres Gewicht, als dass ein Großteil des Grünen Bandes quer durch intensive Agrarlandschaften verläuft (Geidezis & Kreutz, 2009). Neben dieser Rückzugsfunktion ist die enge Verzahnung der verschiedenen Biotope innerhalb des Grünen Bandes von herausragender Bedeutung. Das Grüne Band stellt mit 1393km Länge den größten Biotopverbund Deutschlands dar. Zusätzlich grenzen diverse Naturschutz- oder anderweitig geschützte Gebiete an das Grüne Band an. Das Grüne Band ist von großer Wichtigkeit für den Naturschutz: Bei fast der Hälfte aller Biotope (48%) handelt es sich nach der Roten Liste Deutschland um gefährdete Biotope, 28% der Gesamtfläche sind als Naturschutzgebiete ausgewiesen und bei 38% handelt es sich um Flora-Fauna-Habitat-Gebiete. Über 1200 gefährdete Pflanzen- oder Tierarten (nach der Roten Liste Deutschland) leben im Grünen Band. Landschaftlich wird das Grüne Band von Wasserkörpern, Graslandökosystemen und Wäldern dominiert. Es besteht aus einem vielfältigen Habitatmosaik, was eine hohe biologische Diversität und einen sehr speziellen Charakter zur Folge hat (BUND, 2012).

Da die fortschreitende Zerschneidung und Fragmentierung der Landschaft eine erhebliche Bedrohung im Naturschutz darstellt, gewinnt die Vernetzung naturschutzfachlich relevanter Biotope - wie es beim Grünen Band der Fall ist - immer mehr an Bedeutung. Mit dem Grünen Band einher geht die Tatsache, dass innerhalb und in seiner direkten Umgebung aufgrund der Sperrzonen um die innerdeutsche Grenze von 1952 bis 1989 knapp 40 Jahre lang nahezu ungestörte natürliche Prozesse ablaufen

konnten. Das Grüne Band Deutschland ist Teil des länderübergreifenden Projektes Grünes Band Europa. Dieses hat eine Gesamtlänge von 12.500km und reicht vom Norden Norwegens bis hin zum Schwarzen Meer und durchläuft 24 Länder quer durch Europa. Schirmherr der Naturschutzinitiative European Green Belt ist die IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). Durch seine Einmaligkeit und seine naturschutzfachlich sowie kulturgeschichtlich hohe Bedeutung ist es von großem Interesse, sein Fortbestehen und seine Erweiterung zu fördern (Geidezis & Kreutz, 2009).

Die Tatsache, dass Ökosystemleistungen in der Forschung von immer größerem Interesse sind, hat auch Auswirkungen auf die naturschutzfachliche Arbeit. So wird die Notwendigkeit des Erhalts von Ökosystemen verstärkt damit begründet, dass wir sie für die Bereitstellung lebenswichtiger Ökosystemleistungen brauchen. Auf der 10. Vertragsstaatenkonferenz (COP10) zur Biodiversitätskonvention im Jahr 2010 wurde der Strategische Plan (2011-2020) für den Erhalt der Biodiversität verabschiedet. In den Strategischen Zielen nehmen Ökosystemleistungen eine wichtige Rolle ein: Es ist zum einen festgehalten, dass bis 2020 Gebiete von besonderer Bedeutung in erster Linie für die biologische Vielfalt und für die Ökosystemleistungen geschützt werden (Kernziel 11). Zum anderen sollen bis 2020 die „Ökosysteme, die wesentliche Leistungen einschließlich wasserbezogener Leistungen bereitstellen und zu Gesundheit, Existenzsicherung und Wohlergehen beitragen [...] wiederhergestellt und gesichert“ (Bundesamt für Naturschutz, 2010) werden (Kernziel 14). Die Europäische Union - als Teil der Biodiversitätskonvention - hat diese Ziele in der „Biodiversitätsstrategie der EU bis 2020“ festgeschrieben. So sollen bis 2020 Ökosysteme und Ökosystemleistungen in der EU erhalten und wiederhergestellt werden (Europäische Union, 2011a). Auch über den Biodiversitäts- und Ökosystemschutz hinaus erlangen Ökosystemleistungen immer mehr Bedeutung, wie zum Beispiel in der Land- und Forstwirtschaft. Im Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den ELER ist zum Beispiel die Wiederherstellung und die Erhaltung von Ökosystemleistungen eine der gelisteten Prioritäten (Europäische Union, 2011b). Die genannten Maßnahmen sind ein Anzeichen dafür, dass immer mehr erkannt wird, welchen hohen Stellenwert Ökosystemleistungen, die wir aus der Natur beziehen, in unserer Wirtschaft und Gesellschaft haben (Daily & Matson, 2008; Ervin et al., 2012;

Maes et al., 2012). Die wichtige Verbindung zwischen dem Schutz von Gebieten und den Ökosystemleistungen, die sie bereitstellen, ist dabei offensichtlich.

Auch für den Schutz und ein verbessertes Biotopmanagement im Grünen Band könnte es von großer Bedeutung sein, Daten zu den Ökosystemleistungen, die es bereitstellt oder unterstützt, zu kennen. Solche Daten könnten unter anderem unterstützend wirken, um Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft von der Wichtigkeit des Grünen Bandes zu überzeugen, letztlich mit dem Ziel eine nachhaltige und naturverträgliche Regionalentwicklung zu initialisieren.

Das grundlegende Ziel dieser Studie war es, Erkenntnisse in Bezug auf das Grüne Band und seine Bedeutung für Ökosystemleistungen zu erlangen. Die (geschützten) Gebiete des Grünen Bandes selber sind sicherlich auch Lieferanten wichtiger Ökosystemleistungen. Denn dass geschützte Gebiete mit ihrer Vielzahl an Ökosystemleistungen einen positiven Einfluss auf die umgebende Landschaft haben, zeigten beispielsweise Palomo et al. (2013) anhand des Doñana und des Sierra Nevada Nationalparks. Diese Tatsache wurde in der vorliegenden Masterarbeit jedoch nur randsächlich behandelt. Im Fokus dagegen liegt der Einfluss, den das Grüne Band auf die Ökosystemleistungen der Umgebung hat. Wenn das Grüne Band in Bezug auf Ökosystemleistungen förderlich auf seine Umgebung wirkt, sollte die Landschaft im direkten Umkreis des Grünen Bandes mehr Ökosystemleistungen liefern als weiter entfernte Gebiete.

Biotopkartierungen stellen hier die Datengrundlage dar, um zu testen, ob ein Einfluss auf die Ökosystemleistungen der Umgebung vorhanden ist. Die Umgebung des Grünen Bandes wurde in fünf Entfernungsklassen unterteilt. Ein Vergleich zwischen den Ökosystemleistungen in den unterschiedlichen Entfernungsklassen soll Aufschluss geben: Besteht ein positiver Einfluss des Grünen Bandes, sollten die Ökosystemleistungen in den näheren Entfernungsklassen besser bzw. zahlreicher sein als in weiter entfernten Klassen. Wie bereits erwähnt, können Ergebnisse zu der Bereitstellung von Ökosystemleistungen, die in Zusammenhang mit dem Naturschutzgroßprojekt stehen, von großer Relevanz für den Erhalt und die Erweiterung des Grünen Bandes sein.

3 Untersuchungsgebiet

Bei der Auswahl des Untersuchungsgebiets gab es verschiedene Kriterien, die zu berücksichtigen waren:

- Das Gebiet musste sich am Grünen Band befinden.
- Innerhalb des Gebietes sollte es möglich sein, drei Regionen, die im Grad ihrer Naturnähe und des menschlichen Einflusses variieren, voneinander abzugrenzen:
 - o Region 1, in der das Grüne Band sowie die Landschaft, die das Grüne Band umgibt, naturnah bis natürlich ist und bedeutungsvolle Ökosystemleistungen erwarten lässt
 - o Region 2, in der ein Grünes Band vorhanden ist und die Umgebung auf weniger ausgeprägte Ökosystemleistungen schließen lässt
 - o Region 3, in der das Grüne Band kaum vorhanden ist und die stark anthropogen geprägt ist
- Das Gebiet sowie die drei Regionen untereinander mussten (mit Öffentlichen Verkehrsmitteln) von Nürnberg aus gut erreichbar sein.

Bei der Auswahl eines Untersuchungsgebiets, das den genannten Kriterien entsprach, wurden Dr. Helmut Schlumprecht (Büro für ökologische Studien, Bayreuth) und Karin Kowol (Projektleiterin „Grünes Band“, BUND Thüringen) zu Rate gezogen. Die Wahl fiel auf das im Folgenden ausgeführte Untersuchungsgebiet.

Das gesamte Gebiet erstreckte sich entlang des ehemaligen Eisernen Vorhangs zwischen Frankenheim an der Rhön und Gleichamberg. Es umfasste Bereiche sowohl auf der bayerischen als auch auf der thüringischen Seite des früheren Grenzstreifens, und zwar innerhalb der Landkreise Schmalkalden-Meiningen und Hildburghausen in Thüringen und Rhön-Grabfeld in Bayern. Die erste Untersuchungsregion befand sich innerhalb des UNESCO Biosphärenparks Rhön. Dieser erstreckt sich mit einer Fläche von 184.939ha über das gesamte zentrale Gebiet des Rhöngebirges - einem Mittelgebirge in Bayern, Hessen und Thüringen. Die Rhön ist bekannt für ihr raues und kaltes Klima. Das Untersuchungsgebiet erstreckte sich von einer Höhe von 450m auf über 800m ü. NN. Es ist gekennzeichnet durch hohe Niederschlagsmengen (Frankenheim: 1000mm/a) und niedrige Temperaturen (Frankenheim: 5-5.5°C Jahresdurchschnittstemperatur) (Biosphärenpark Rhön, 2013). Ursprünglich bestand die

Rhön aus Buchenwäldern, gemischten Buchenwäldern, Bächen und Mooren. Doch da der Mensch seit Langem Buchenwälder wirtschaftlich nutzt, sind diese auch in der Rhön stark zurückgegangen. Sie bedecken heute noch eine Fläche von ca. 30% der Rhön. Großflächiges Grünland ist daher heute ebenso charakteristisch für die höher gelegenen Teile der Rhön (Biosphärenpark Rhön, 2014). Da die innerdeutsche Grenze die Rhön durchquerte, kann die Landschaft hier als eine naturschutzfachlich wertvolle, recht unberührte, semi-natürliche Kulturlandschaft bzw. teils auch natürliche Landschaft angesehen werden (BUND, 2006).

Die zweite und dritte Untersuchungsregion befanden sich beide im Grabfeld. Beim Grabfeld handelt es sich um eine flache bis hügelige Landschaft. Es liegt zwischen den Mittelgebirgen Rhön und Thüringer Wald. Im Grabfeld herrschen vergleichsweise günstige Klimabedingungen vor. Es liegt im Regenschatten der Rhön und weist durchschnittlich lediglich einen Jahresniederschlag von 550mm/a auf, damit zählt es zu den trockensten Gebieten Bayerns. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 8 °C (Landkreis Rhön-Grabfeld, 2013). Das Grabfeld ist stark ackerbaulich geprägt. Dies liegt nicht nur an den Klima-, sondern ebenso an den Bodenverhältnissen. Es weist fruchtbaren Lössboden auf, der stark landwirtschaftlich genutzt wird. Das Grabfeld-Becken ist jedoch auch recht inhomogen, so dass es auch Bereiche mit ausgeprägtem Relief gibt. Hier herrscht eher Wald vor (StMELF, 2013). Die Unterscheidung zwischen der zweiten Region und der dritten Region liegt in der Ausprägung der landwirtschaftlichen Nutzung bzw. der Naturnähe. In der zweiten Region befinden sich neben landwirtschaftlichen Flächen vor allem mehrere Naturschutzgebiete (Poppenholz, Milzgrund, Warthuegel), die allesamt nahe des Grünen Bandes liegen. Hier konnte die Natur nach Öffnung des Eisernen Vorhangs weiterhin durch Unterschutzstellung erhalten werden. Das Grüne Band selber ist in dieser Region durch einen ausgeprägten Streifen extensiven Graslandes mit einer hohen Artenvielfalt repräsentiert. In der Untersuchungsregion 3 dagegen ist das Grüne Band teilweise gar nicht vorhanden. In den Abschnitten, in denen es existiert, besteht es in der Regel aus intensivem, artenarmem Grasland. Auch durchquert die Autobahn A71 das Grüne Band in dieser Region. Großflächige naturnahe Bereiche sind nicht vorhanden.

1 Introduction

The Green Belt Germany is a network of valuable biotopes and protected areas which arose from the border strip at the Inner German border between the two former German states (1949 to 1989). Due to the strict prohibition of access that strip of land could develop nearly untouched. As a result, nowadays the Green Belt consists of habitats which have been isolated for decades. It is the backbone of a connected habitat bordering on nine federal states in Germany and measuring 1393km in length (Geidezis & Kreutz, 2009). It contains and connects valuable international or national significant conservation areas as well as natural, semi-natural and extensively used biotopes. In sum, the Green Belt fulfils a nationally unique function for nature conservation and as a habitat network (Geidezis et al., 2002). After the opening of the border in 1989 and as a consequence of natural succession arboreous areas have increased in many parts of the Green Belt zone. As open habitats belong to the most important habitat types of the Green Belt, the maintenance and/or establishment of semi-open respectively open habitats is in the focus. This intention as well as the development of a biotope network for species with different ecological requirements is the concept (*Leitbild*) of the biotope management at the Green Belt (BUND, 2012).

The ecological network of the Green Belt can serve as a continuous trans-border migration and dispersal corridor across Europe. For example, it matches the main bird migration routes in several areas and, thus, functions as important stepping-stone for them. Zmelik et al. (2011) claim that it also mitigates climatic change effects on European wildlife: According to them the response of many species to changing climate conditions is influenced by the spatial configuration of their habitats. Hence, connectivity among and in ecosystem networks can contribute to prevent a loss of biodiversity due to climate change.

The local function of the Green Belt as connected habitat system and refuge for endangered species is undeniable and its importance increases with rising agricultural intensity of the surrounding environment. But what about other functions - especially functions that affect human well-being even more directly? As highlighted by many authors (e.g. Costanza et al., 1997; de Groot et al., 2012; Hermann et al., 2011)

¹ Das folgende englischsprachige Publikationsmanuskript ist zur Veröffentlichung in einem geeigneten, aber noch nicht näher spezifizierten Fachjournal (z.B. Landscape Online) vorgesehen.

ecosystems provide a majority of services that are of great importance for human well-being. Such functions and services are summarized as “ecosystem functions” or “ecosystem services”. As defined by Costanza & Folke’s (1997, p. 253) and the MEA (MEA, 2003, p. 3) ecosystem services are the benefits human populations derive, directly or indirectly, from ecosystem functions. Whereas ecosystem functions represent “the capacity of natural processes and components to provide goods and services that satisfy human needs, directly or indirectly” (de Groot, 1992, p. 7). Consequently, ecosystem functions represent the potential of ecosystems to deliver services and these functions depend on ecological structures and processes (de Groot et al., 2010).

The aim of this study was to assess whether the Green Belt has an influence on the ecosystem functions in its surrounding environment. Thus, the following hypotheses were investigated:

- a. Landscape sections around the Green Belt provide higher or different ecosystem functions compared to the surrounding environment.
- b. The provision of ecosystem functions by landscape sections depends on their distance to the biotope system Green Belt.

2 Concept and methods

2.1 Study area

To obtain data for testing the hypotheses, field work was carried out in three different study regions along the Green Belt between Bavaria (BY) and Thuringia (TH). The three study regions (sr) were supposed to differ in naturalness and human pressure: From sr1 with a prevailing natural/near-natural landscape around the Green Belt zone over sr2 - which represents an intermediate state - to sr3 where cultural landscape strongly dominates. The entire sr1 is located inside the UNESCO Rhön Biosphere Reserve. Because of the Inner German Border, that traversed the Rhön, today the landscape is well preserved and is considered an unspoiled, semi-natural cultural and natural landscape (BUND, 2006). That is why sr1 represents a landscape where the Green Belt zone as well as the surrounding environment is in a natural to semi-natural state. sr2 and sr3 are both located in Grabfeld - an inhomogeneous basin with an average altitude of 300m above sea level. Situated in the rain shadow of the Rhön mountains it is characterized by low rainfall (around 550mm/a) with an average temperature of 8°C (Landkreis Rhön-Grabfeld, 2013). Besides these favorable climatic conditions there is

quite fertile soil (loess) compared to the surrounding environment. These are the reasons why in large parts the Grabfeld is used for cultivation (StMELF, 2013). As the landscape is quite inhomogeneous there are also extended forests in zones with stronger relief. In sr2 the Green Belt zone is quite well preserved forming a continuous stripe of open extensive grassland. In the direct surrounding area of the Green Belt exist various nature reserves (*Naturschutzgebiete* Poppenholz, Milzgrund, Warthuegel). Besides these, most of the remaining sr2 is characterized by agriculture and cultivation. sr3 is with almost no exception a landscape strongly characterized by agriculture and infrastructure. In many parts the Green Belt is represented by only a narrow strip of grassland directly bordering on intensive crop or root crop fields. Additionally, the motorway A71 (built in 2006) crosses the Green Belt in this region. In the environment an increased infrastructure in general as well as compensatory measures are evident. For data analysis each study region was divided into two sub-study regions (ssr): a Bavarian and a Thuringian section.

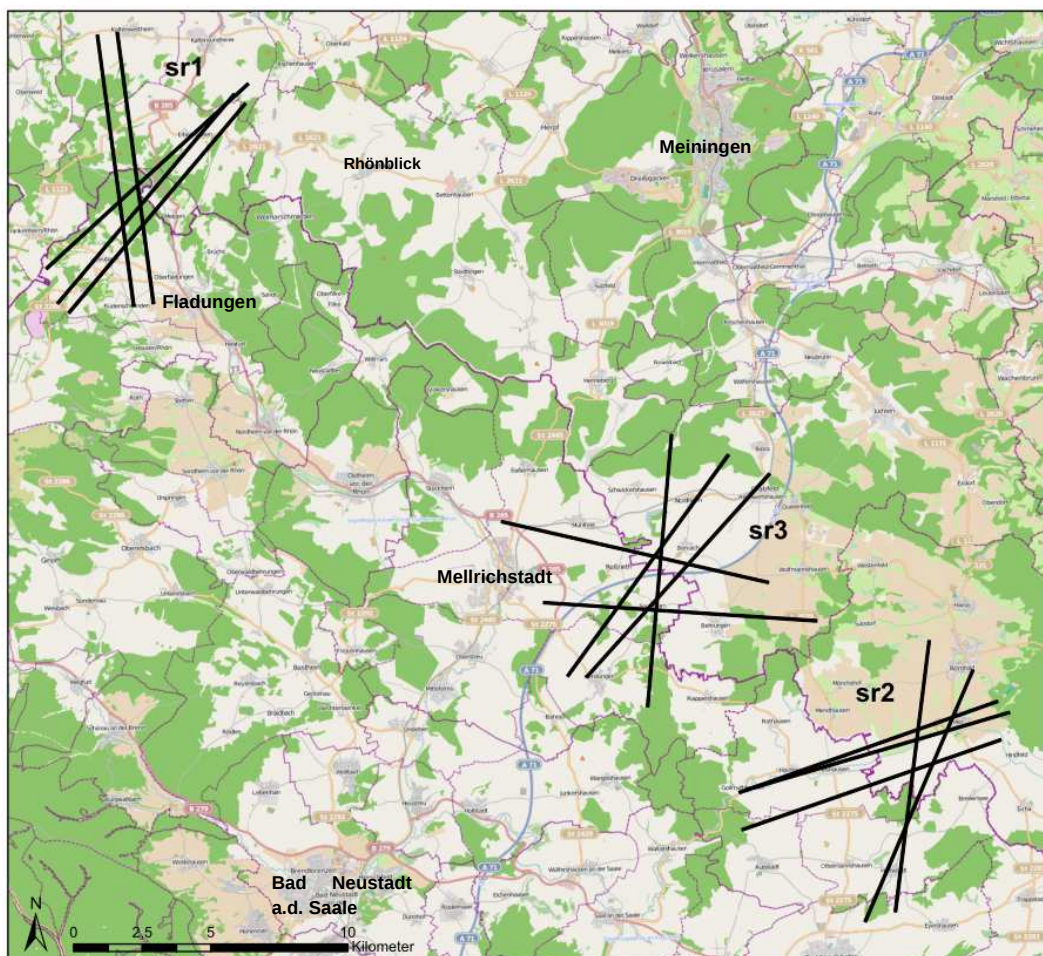


Figure 1: Location of the investigation area. Map is made with Openstreetmap and ArcGIS.

2.2 Field work method

Within each region, five transects of 100m width and 10km length (5km on the Thuringian and 5km on the Bavarian side) crossing the Green Belt at right angles were randomly selected (see Figure 1). The central points of the transects in the Green Belt had to be at least 250m away from each other. Also, the transects must not cross the Green Belt more than once. Each landscape element (LEL) of at least 25m² (linear elements: at least 0,5m wide and 25m long) that was encountered by any of the transects was included in the mapping. Figure 2 shows the data form that was used during field mapping with all collected data categories. The LEL were classified according to a list of land use types (see appendix 6.1) and - if available - within that classification specified according to another list of biotope types (see appendix 6.2). An old solitary apple tree for example was classified as the land use type “old solitary tree” and as the biotope type “fruit tree old”. Besides the standard attributes that are obtained during biotope mappings (hemeroby, trophic state, diversity) a list of qualifiers concerning pressures, management, broader habitat structure and valuable attributes was used to assess specific site conditions (see appendix 6.3). The qualifiers provide additional individual information about the LEL (for a more detailed description of the field mapping method see Hermann et al., 2013).

Datum			Transekt/Bl.			Elementnr.		
Breite			Länge			Korr. Element		
Beschreibung								
NT	RWF	RNN	DIA	RGL	INB	HEM	TRO	DIV
BT	RWT	RNS	DIN	CPL	INU			
Gefährdung		Struktur		Management			Wertbestimmend	

Figure 2: Data form for each biotope during field mapping

Every single transect was divided into ten distance classes (dc) starting at the respective central points in the Green Belt (up to 1km from the Green Belt, up to 2km, 3km etc. on Thuringian and Bavarian side) leading to 30 distance classes in total. These represent the fundamental units the data analysis is based on. For an illustrated overview see Figure 3).

2.3 Data analysis

The capacity to provide ecosystem functions was assessed by applying the broader habitat approach as used by Haines-Young and Potschin (2008). It is based on the use of a matrix of habitats and their related functions. In that matrix, biotope types are linked to their capacity to provide various ecosystem functions. The setup was performed by expert evaluations (for details see Hermann et al., 2013). As a result, all used biotope types are categorised concerning each ecosystem function (adapted from Burkhard et al., 2009). This biotope function value (BIF) can range between 0 (no relevant link between land use type and specific function) and 5 (very high relevant link). The matrix serves as one of the input tables for data analysis. In a second step the qualifiers (QUAL) derived from field survey are included in the analysis. Each qualifier has either a positive (+1), a negative (-1), or no effect (0) on the provision of an ecosystem function. This way the BIFs can be increased, decreased, or remain the same. Thus, the qualifiers represent another input table for data analysis. Since the area of a biotope also influences the provision of ecosystem functions, it is included in the analysis as well. The BIFs charged against the QUALs are multiplied by the area and afterwards again categorized from 0 to 5 based on quantiles. In a further step the arithmetic mean for each ecosystem sub function per distance class was determined leading to one single value for each sub function (DCF; distance class function value). Subsequently, by pooling the mean values of the sub functions, the main function values for all five main function groups were obtained. In order to compare the provision of ecosystem functions in the different study regions the main function groups were extrapolated to the different distance classes. For data analysis each distance class was pooled to the sub study region it belongs to. The main groups were plotted onto a 5 axes spider web diagram illustrating their trade-offs.

2.4 Classification of ecosystem services

There are several ways to classify ecosystem services. Hermann et al. (2011) summarized five of the most common approaches. Despite some exceptions, the typology of ecosystem services and functions is broadly the same (for details see Hermann et al., 2011). In the present study, the classification of ecosystem services is adopted from Hermann et al. (2013) which is mainly based on de Groot (2006). Individual sub-services are grouped into five main categories: *regulation*, *habitat*, *production*, *information*, and *carrier* functions.

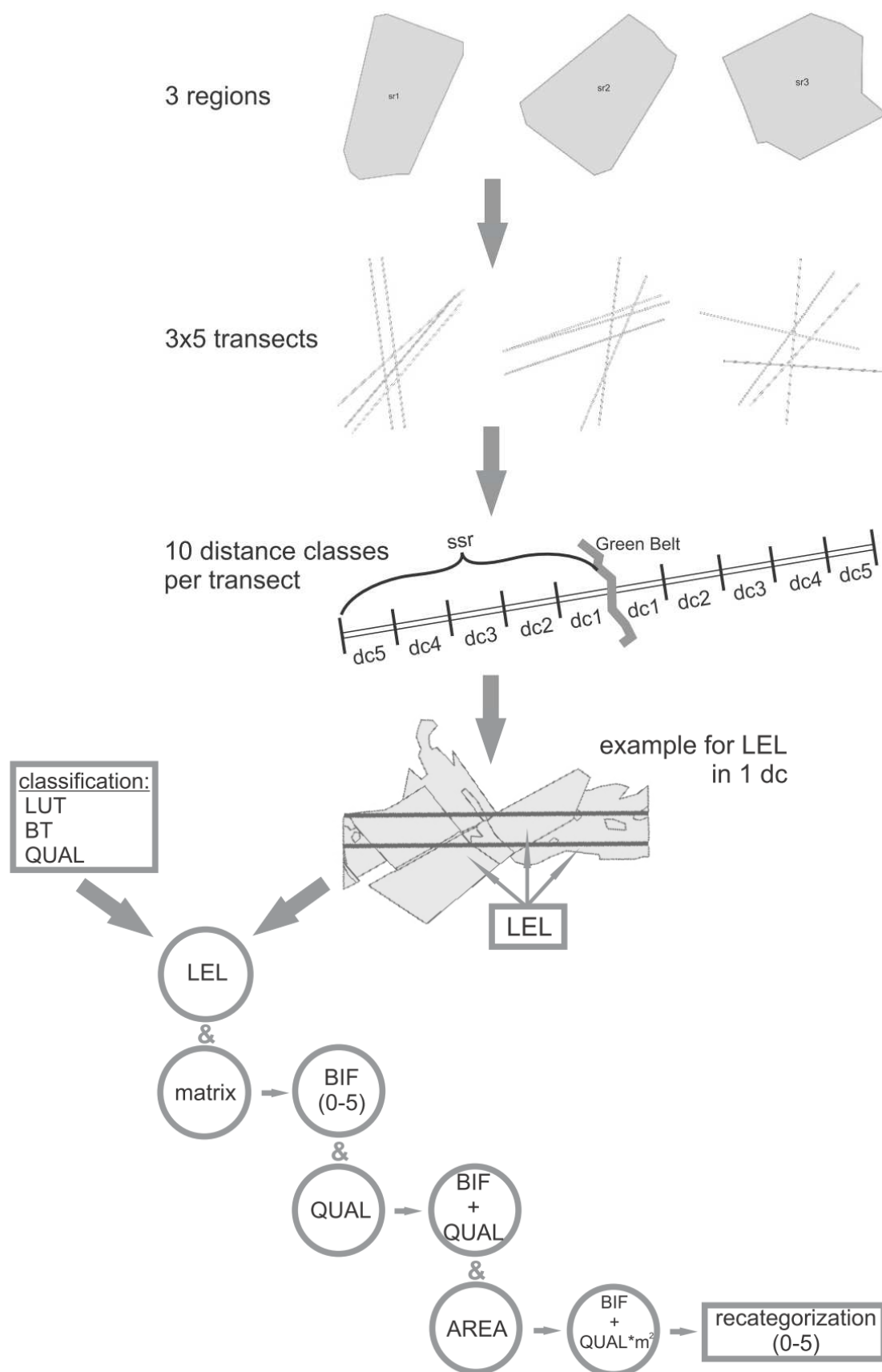


Figure 3: Illustrated overview of the field work concept and the data analysis. sr = study region; ssr = sub-study region; dc = distance class; LEL = landscape element; LUT = land use type; BT = biotope type; QUAL = qualifier; BIF = biotope function value

1. *Regulation* functions and services: They describe the capacity of natural and cultural landscapes to regulate essential ecological processes. The regulation is driven by biochemical cycles and other biospheric processes. Regulation functions provide important pre-conditions for all other functions.
2. *Habitat* functions and services: Natural as well as cultural landscapes can provide suitable living space for wild plant and animal species. By offering refuge and reproduction habitat they contribute to conserving the biodiversity.
3. *Production* functions and services: Photosynthesis and carbon uptake by autotrophs lead to the conversion of energy, carbon dioxide and nutrients to carbohydrate structures which are then converted by secondary producers into a large variety of living biomass.
4. *Information* functions and services: Especially natural ecosystems but also cultural systems give great opportunity for reflection, spiritual enrichment, cognitive development, recreation, and aesthetic experience.
5. *Carrier* functions and services: This function summarizes all functions that are needed for most human activities to support the associated infrastructure. Ecosystems deliver suitable space, substrate and medium. (Natural) ecosystems are here turned into semi-natural or even artificial systems, The conversion of the ecosystem is usually of a permanent nature (de Groot, 2006).

Table 1 contains details and examples for the different function groups.

Table 1: List of ecosystem functions - classified into main function groups with definitions and examples for related ecosystem services (adapted from de Groot, 2006 and Hermann et al., 2013).

Function	Definition	Services (examples)
Regulation functions	Maintenance of essential ecological processes and life support systems	
Local climate regulation	Influence of land cover on climate	Maintenance of a favourable local climate for e.g. human habitation, health, cultivation
Disturbance prevention	Influence of ecosystem structure on environmental disturbances	Storm protection or flood prevention (e.g. by wetlands and forests)
Water regulation	Role of land cover in regulating runoff and river discharge	Drainage and natural irrigation
Water supply	Filtering, retention and storage of fresh water	Provision of water for consumption
Soil retention	Role of vegetation root matrix and soil biota in soil retention	Maintenance of arable land; prevention of damage from erosion/siltation
Soil formation	Weathering of rock,	Maintenance of natural productivity

Nutrient regulation	accumulation of organic matter Role of biota in storage (buffer) and recycling of nutrients	on arable land Maintenance of healthy and productive ecosystems
Pollination	Role of biota in movement of floral gametes	Pollination of wild plant species or crops
Habitat functions	Providing habitat (suitable living space) for wild plant and animal species	
Refugium function	Suitable living space for wild plants and animals	Maintenance of biological and genetic diversity
Nursery function	Suitable reproduction space	Maintenance of commercially harvested species
Production functions	Provision of natural resources	
Food	Conversion of solar energy into wild edible plants and animals	Maintenance of edible wild plants, game and fish
Raw materials	Conversion of solar energy into biomass for human construction and other uses	Material for human constructions (building and manufacturing), like lumber, fuel and energy wood
Genetic resources	Genetic material and evolution in wild plants and animals	Improve crop resistance to pathogens and pests and maintenance of old cultivated plants
Medicinal resources	Variety in biochemical substances in natural biota	Drugs and pharmaceuticals
Information functions	Providing opportunities for cognitive development	
Aesthetic information	Attractive landscape features and views	Enjoyment of scenery (scenic roads, housing, etc.)
Recreation	Variety in landscapes with (potential) recreational uses	Travel to natural ecosystems for eco-tourism and (recreational) nature study
Cultural and artistic information	Variety in natural features with cultural and artistic value	Use of nature as motive in books, film, painting, folklore, national symbols, architect, advertising, etc.
Science and education	Variety in nature with scientific and educational value	Use of nature for scientific research
Carrier functions	Providing a suitable substrate for human activities and infrastructure	
Habitation	Providing suitable space for human living	Living space (ranging from small settlements to urban areas)
Cultivation	Providing suitable substrate for cultivation(actual available)	Cultivated food and fodder
Energy conversion	Providing suitable substrate or medium for energy conversion	Energy facilities (only wind)
Waste disposal	Providing suitable substrate for waste disposal	Space for solid waste disposal
Transportation	Providing suitable substrate or medium for transportation	Main and side roads as well as railroad tracks

As listed in Table 1 the main function group *information* includes four sub-functions. The investigation methodology of this study is based on Hermann et al. (2013). Also, the matrix used for data analysis was developed by the latter. In this matrix, only the *information* function “*science and education*” is included in the valuation of the different land use/biotope types. Instead of applying the broader habitat approach the *information* functions were analyzed by applying the socio-cultural approach (see Hermann et al., 2013). As the socio-cultural approach follows a completely different procedure and needs much more input data it is beyond the extent of this thesis. Consequently, *science and education* was included as the only *information* function into the investigation and was analyzed by applying the broader habitat approach. The *carrier* function “*energy conservation*” that was included in the methodology by Hermann et al. (2013) did not occur in the investigation area. Therefore, it was not integrated into the data analysis either.

3 Results

Altogether, 2265 polygons were mapped during the period from June to August 2012; 1073 polygons lie on the Thuringian and 1592 on the Bavarian side of the former border. At the sample sites 54 land use types were identified; many of them representing the agricultural activities in the region around the Green Belt. After specification they were classified into 77 different biotope types. Additionally, 3744 qualifiers were obtained. Of those qualifiers, valuable attributes account for 40.6% whereas qualifiers concerning the broader habitat structure account for 37.17%. Management qualifiers amount to 13.65% and pressure qualifiers to 8.63%. The biotopes that were included in data analysis and assessed during the fieldwork cover a total area of 7764ha.

3.1 Biotope mapping

Figure 4 shows the 10 leading biotope types in the study area sorted by distance classes. In most distance classes intensive grain or root crop fields are dominating. Also natural to semi-natural beech or oak forests are present to a large extent. Furthermore meadows of different kind (extensive to intensive) occur a lot in the study area. The extent of the various biotope types differs between the distance classes. Intensive fields for example reach from ~25% of the total biotope types in Bavaria's dc2 to ~70% in the Thuringian dc1. In total, in Thuringia the intensive agriculture is more pronounced whereas in Bavaria forests generally take a bigger part than in Thuringia. In Bavaria it can be

noticed that the proportion of intensive agriculture increases in the distance classes further away compared to the classes closer to the Green Belt. This is accompanied by a decline of forest area. In Thuringia only a slight change in the proportion of intensive agriculture occurs.

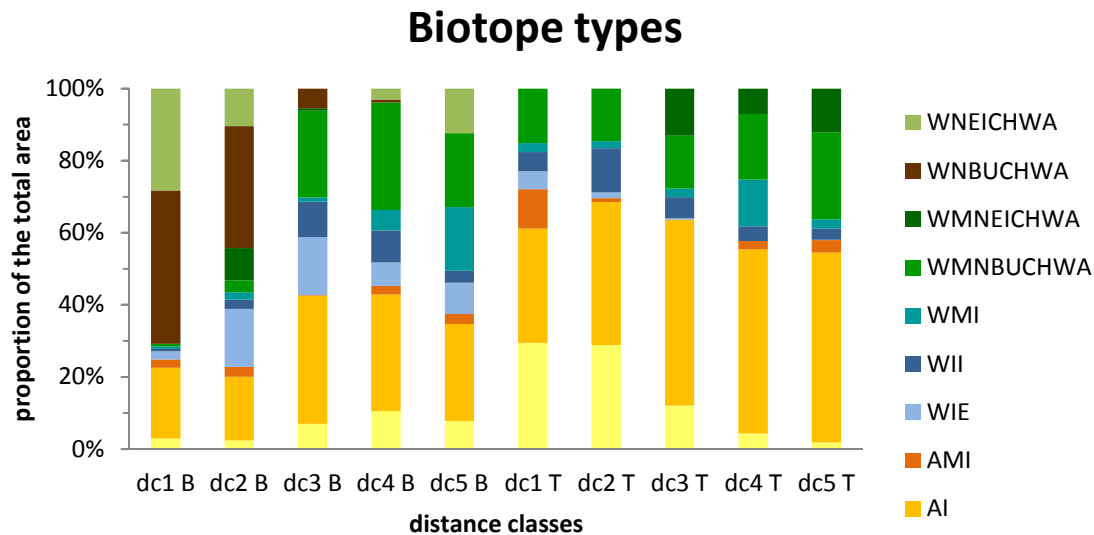


Figure 4: The 10 leading biotope types regarding the total study area and their proportion in the different distance classes. dc = distance class; B = Bavaria; T = Thuringia; AHI = Root crop intensive; AI = Grain fields intensive; AMI = Grain fields medium intensive; WIE = Extensive meadow; WII = intensive meadows; WMNBUCHWA = Seminatural beech forests and spruce-fir-beech forests ; WMNEICHWA = Seminatural mixed oak and hornbeam-oak forests; WNBUCHWA = Natural beech forests and spruce-fir-beech forests; WNEICHWA = Natural oak forests

3.2 Trade-offs between the main function groups within the study area

Figure 5 shows the value range for the provision of the main function groups *regulation*, *habitat*, *provision*, *information*, and *carrier* in the sub-study regions. Whereas most function values range between 0 and 2, the results for dc1 and dc2 in sr1 show up to medium to high (3-4) *regulation*, *habitat*, *information*, and *production* function supply. Hence, there is a big difference concerning the results in sr1 compared to the ones in sr2 and sr3: In sr1 exists a clear distinction between the distance classes concerning the provision of ecosystem functions in four of the five main function groups (all but *carrier* functions).

Region 1

In the Bavarian sr1 (Figure 5.a) the *information*, *production*, *habitat*, and *regulation* functions have reached the highest relevance with a medium to high relevant link. In dc1, which is the closest to the Green Belt, the *information* function excels the others reaching

almost a high relevance (3.91). In the Thuringian ssr1 (Figure 5.b) the results look quite alike with a little less relevance for the four function groups (highest values alternate around “medium relevant link”).

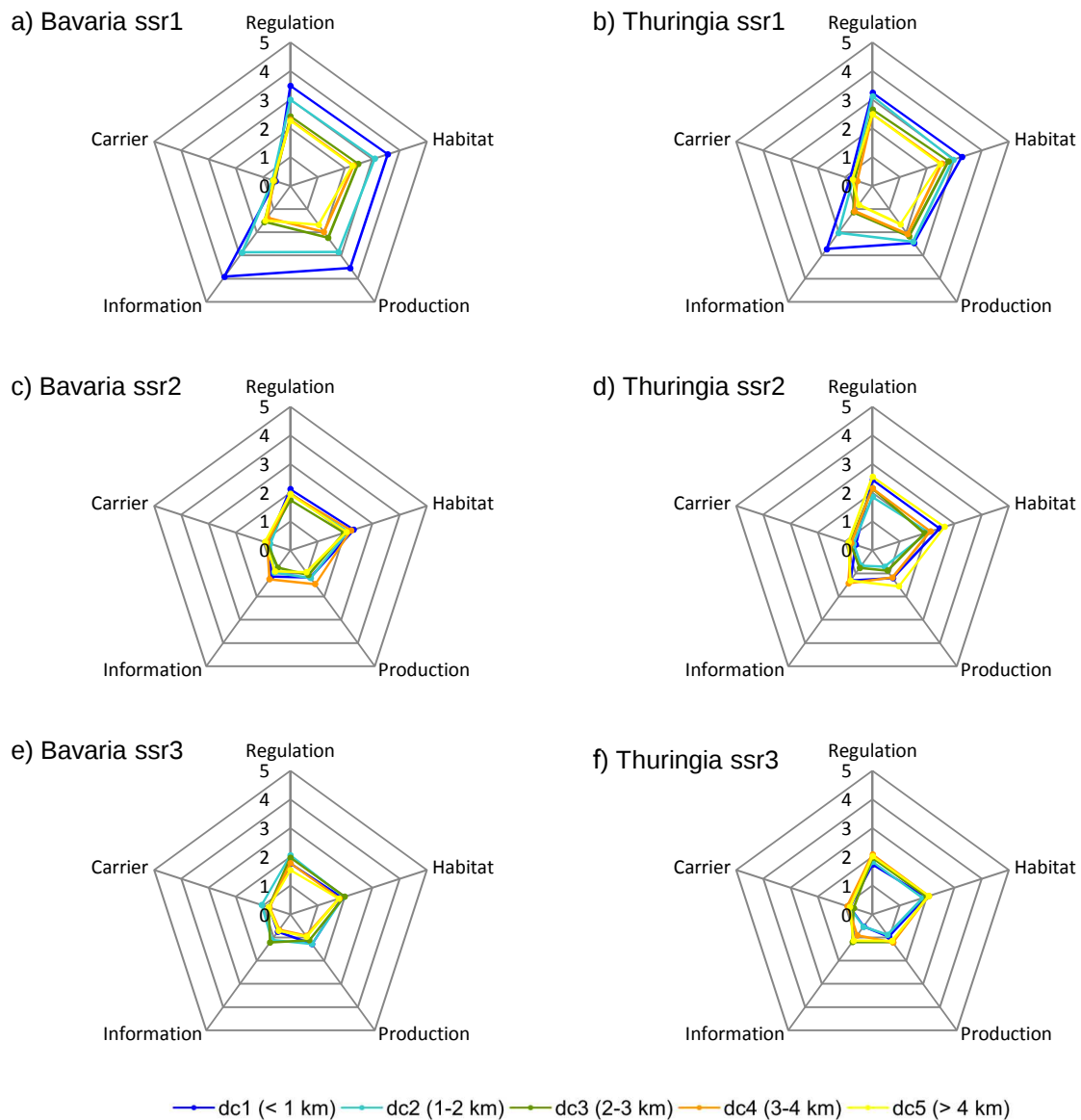


Figure 5: Spider web diagrams showing the allocation and trade-offs in landscape function provision in the six sub-study regions. The distance classes represent the distance from the respective central point in the Green Belt zone. 0 = no relevant link; 1 = low relevant link; 2 = relevant link; 3 = medium relevant link; 4 = high relevant link; 5 = very high relevant link.

Also, the *production* functions in dc1 backslide a little compared to *regulation*, *habitat*, and *information* functions. For sr1 applies: The *regulation*, *habitat*, *production*, and *information* function groups show a straight decline with increasing distance from the respective central points in the Green Belt zone (one exception: the *information* function

in the Bavarian dc5). So, the nearer to the particular spots in the Green Belt the areas are, the higher the link is to the ecosystem function groups *regulation*, *habitat*, *production*, and *information*. For example, Figure 6 shows the stepwise decrease of the provision of *climate regulation* functions in detail. It drops from a value higher than medium relevance to almost low relevance with increasing distance from the particular points in the Green Belt zone.

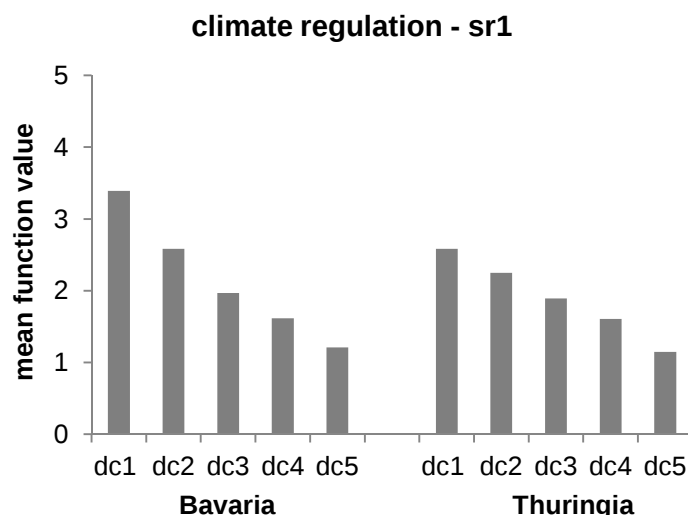


Figure 6: Histogram showing the capacity of the distance classes (dc1-dc5) to provide the ecosystem function climate regulation in region 1. 0 = no relevant link; 1 = low relevant link; 2 = relevant link; 3 = medium relevant link; 4 = high relevant link; 5 = very high relevant link.

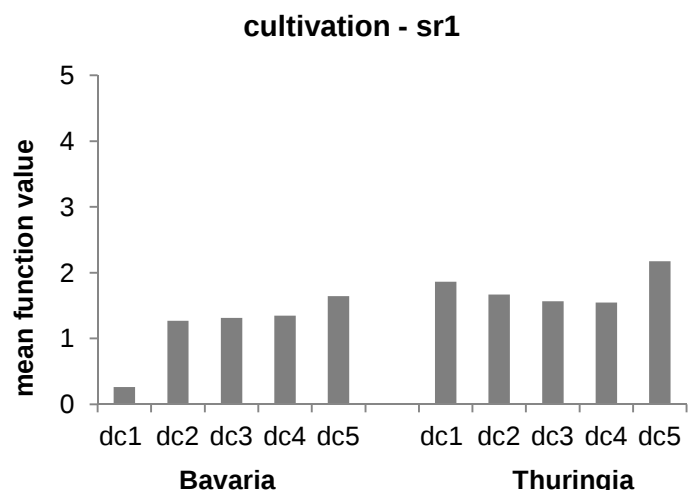


Figure 7: Histogram showing the capacity of the distance classes (dc1-dc5) to provide the ecosystem function cultivation. 0 = no relevant link; 1 = low relevant link; 2 = relevant link; 3 = medium relevant link; 4 = high relevant link; 5 = very high relevant link.

So far *only regulation, habitat, information, and production* functions were mentioned. Concerning *carrier* functions the entire Bavarian and Thuringian ssr1 show values below a low relevance. Summarized they show no observable trend at all. An exception here is the ecosystem function *cultivation*. In the Bavarian ssr1 it shows the diametrically opposed trend as do the other function groups: With increasing distance from the respective central points in the Green Belt the availability of suitable substrate for cultivation increases (figure 5). In the Thuringian ssr1, *cultivation* decreases slightly with increasing distance from the particular points in the Green Belt zone. An exception is dc5, which shows the highest *cultivation* value in the Thuringian ssr1.

Region 2 and 3

In sr2 and sr3 (Figure 5.c-f) the capacity to provide *regulation* and *habitat* functions is the highest with values around a relevant linkage (2). dc1 and dc5 in the Thuringian ssr2 surpass the others with a relevance reaching 2.5 and above (up to 2.64). The *information* and *production* functions do not reach a relevance higher than 1.31 (low to relevant link) here. In contrast to sr1 neither in sr2 nor in sr3 it is possible to find a general trend of the ecosystem function provision to decrease with increasing distance from the particular spots in the Green Belt. The Bavarian ssr3 exhibits a decline in *regulation* and *production* functions (Figure 8 and figure 7), with one exception for each function group. The Thuringian ssr2 shows - with exception of the dc1-value - an increasing provision of *production* functions (figure 7). In addition, an opposite trend can be recognized as well: In the Thuringian ssr3 (Figure 5.f) the main function groups *information, regulation, production, and habitat* become more relevant with greater distance from the respective spots in the Green Belt Zone - but the trend is not monotonically increasing.

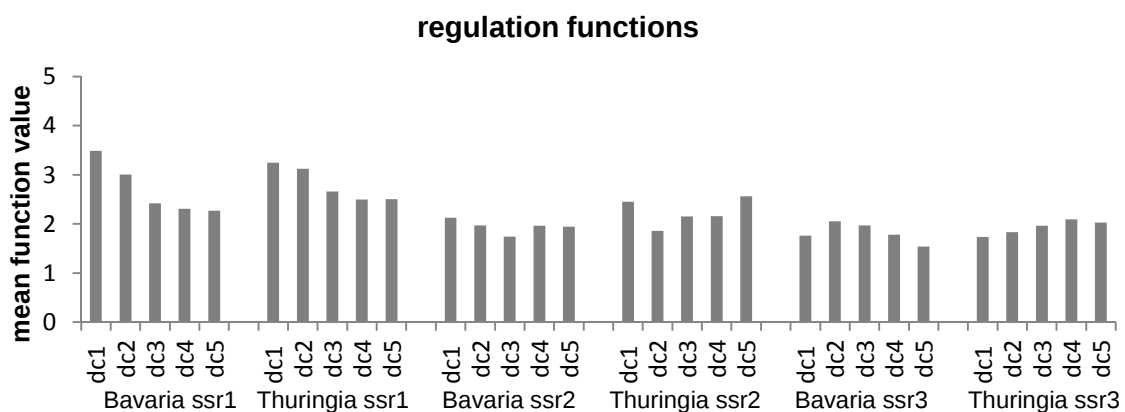


Figure 8: Histogram showing the capacities of the distance classes (dc1-dc5) to provide regulation functions. 0 = no relevant link; 1 = low relevant link; 2 = relevant link; 3 = medium relevant link; 4 = high relevant link; 5 = very high relevant link.

For the remaining sub-study regions - that were not mentioned so far – no obvious trend for the distribution of the values can be observed. Such as in *sr1 carrier* functions have the lowest relevance with values not reaching the low relevance level (1). Again the only *carrier* function with higher results is the *cultivation* function. But no dependence on the distance from the particular points in the Green Belt could be detected.

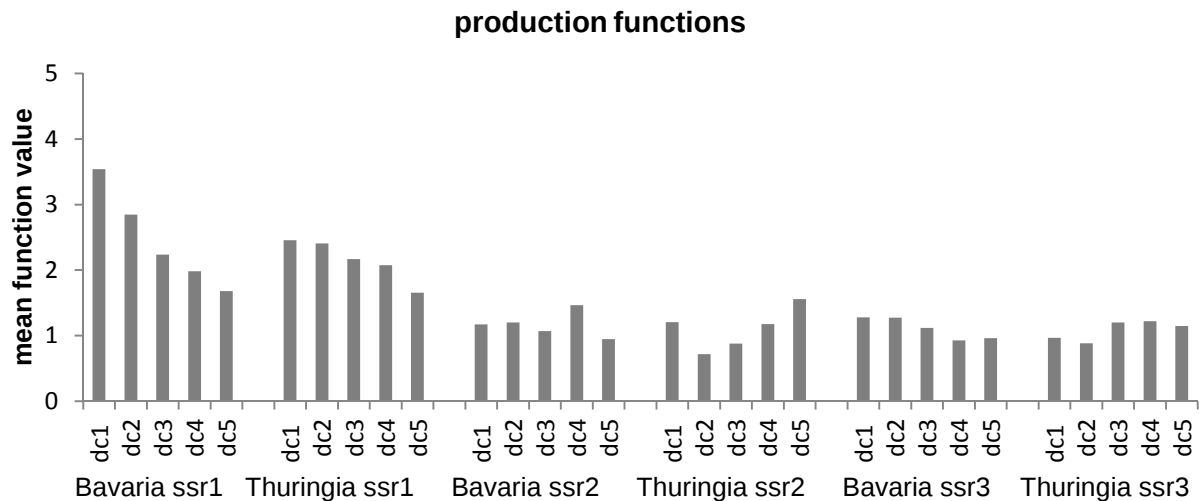


Figure 9: Histogram showing the capacities of the distance classes to provide production functions. 0 = no relevant link; 1 = low relevant link; 2 = relevant link; 3 = medium relevant link; 4 = high relevant link; 5 = very high relevant link.

3.3 Individual ecosystem function maps - hot and cold spots

As a result of the GIS data analysis the ecosystem function value for each landscape element can be visualized. Hence, maps revealing the local difference in the provision of ecosystem functions can be presented. For all ecosystem functions hot and cold spots in the study area were determined. For 15 of the 19 ecosystem functions, dc1 in the Bavarian ssr1 represents the hot spot area. For two other ecosystem functions it is dc1 in the Thuringian ssr1. Eleven of the cold spot areas are located in the Thuringian ssr2 and ssr3 and four are located in the Bavarian ssr2 and ssr3. The cold spots are spread over the regions, there is no particular focus concerning the distance classes. Figure 10 to Figure 14 display the cold and hot spot areas for selected ecosystem functions that have a notably high span concerning minimum and maximum provision of that ecosystem function.

climate regulation function

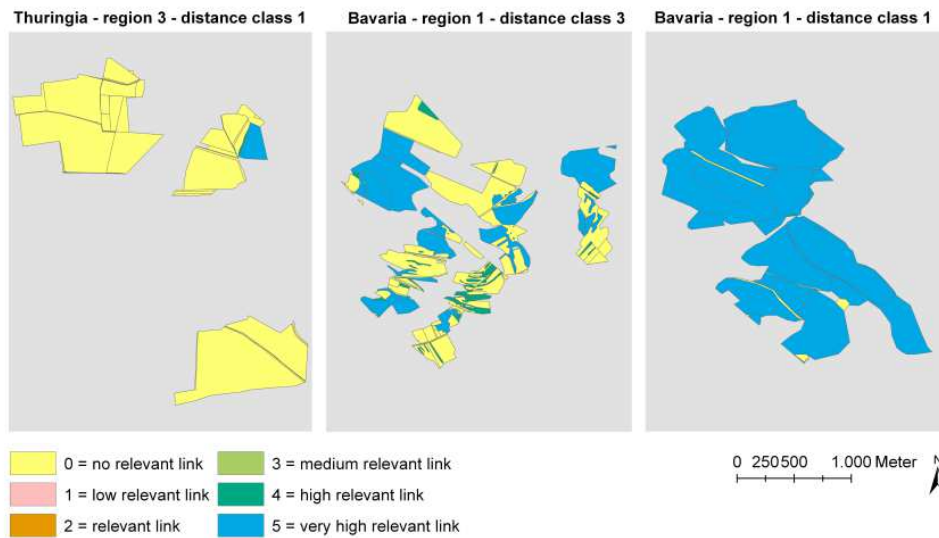


Figure 10: The distance classes with lowest, medium and highest (left to right) capacity to provide climate regulation functions.

Genetic resources function

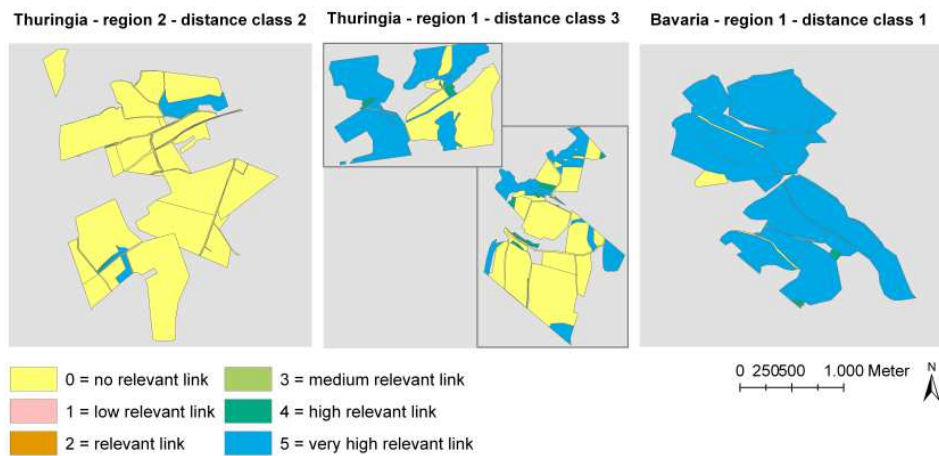


Figure 11: The distance classes with lowest, medium and highest (left to right) capacity to provide genetic resources functions.

The provision of *climate regulating* functions (Figure 10) reaches its maximum in the Bavarian *ssr1 dc1*. So do the provision of *genetic resources* (Figure 11) and the provision of *nursery* functions (Figure 12). *dc1* right next to the Green Belt zone in the Thuringian *ssr3* is the cold spot for *water regulation* provision (Figure 13). *Nursery* is worst provided in the Thuringian *ssr2* in *dc3* and *genetic resources* in *dc2* in the same sub-study region.

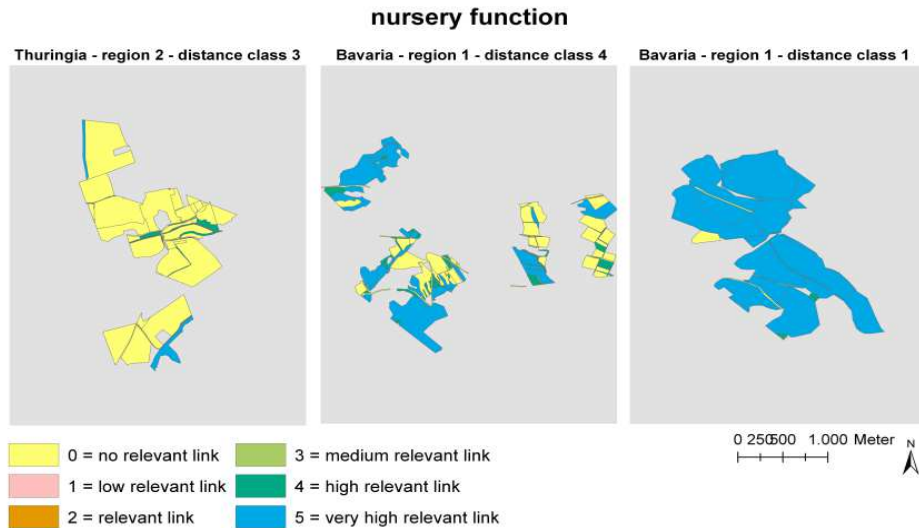


Figure 12: The distance classes with lowest, medium and highest (left to right) capacity to provide nursery functions.

Water regulation is best provided in the Thuringian ssr1 dc1 (Figure 13). Also the cold spot (Bavarian ssr3, dc5) still shows a relevant provision of *water regulating* functions. Figure 14 depicts that dc4 in the Bavarian ssr3 is the hot spot area for *cultivation* possessing a relevant to medium relevant link. Whereas Bavaria's dc1 in sr1 shows the lowest capacity for *cultivation*.

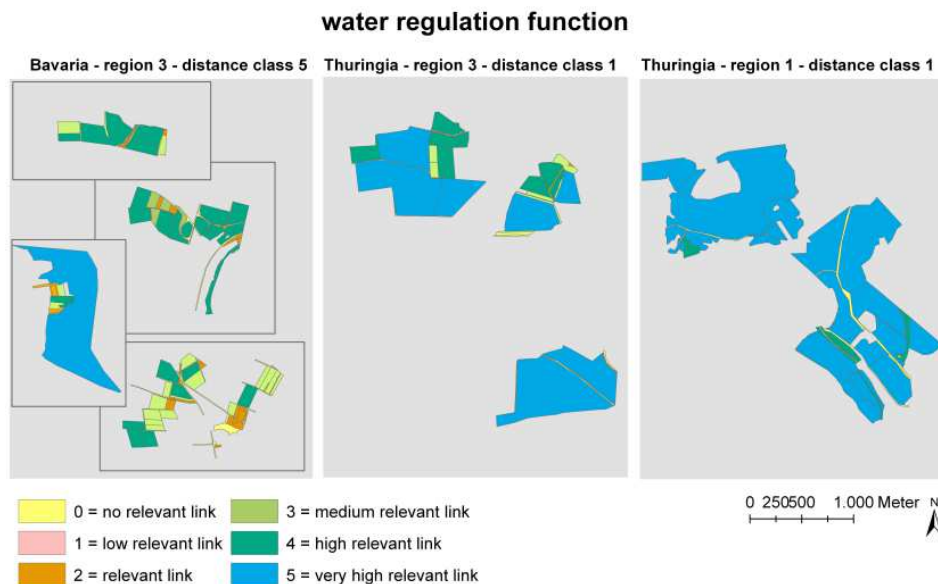


Figure 13: The distance classes with lowest, medium and highest (left to right) capacity to provide water regulation functions.

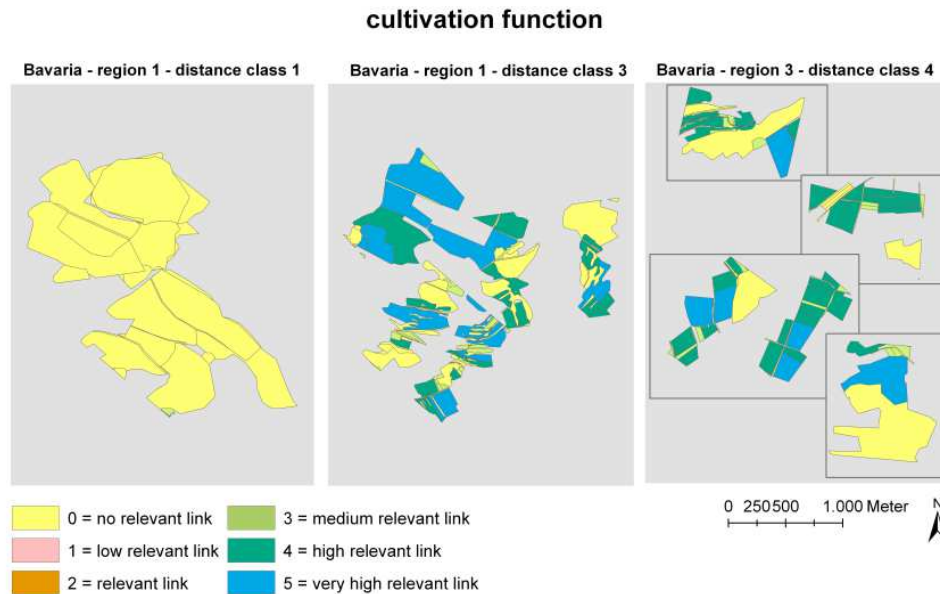


Figure 14: The distance classes with lowest, medium and highest (left to right) capacity to provide cultivation functions.

4 Discussion

4.1 Overview

The main goal of this study was to investigate the influence from the Green Belt between Bavaria and Thuringia on its surrounding landscape concerning particular ecosystem functions. This task was approached by applying the habitat perspective as used in Haines-Young & Potschin (2008). The trade-offs between the ecosystem functions within the different regions and distance classes were calculated and compared to each other. Within the different distance classes the hot and cold spots of function provision were mapped. If the Green Belt influences its surrounding landscape, the function values for the ecosystem functions should show a detectable trend with rising distance to the particular central points in the Green Belt. This should happen either in an increasing or in a decreasing way. As described in the methods, the investigation took place in three different sections of the Green Belt. Each sections is characterised by different conditions in the surrounding environment as well as in the Green Belt zone itself. On that basis, the assumptions differed between the regions. Since in sr1, the Green Belt Zone is distinctive and well pronounced it was expected to provide the highest ecosystem functions. Thus, also a positive effect on the ecosystem functions of the surrounding environment was suspected. In sr3 the Green Belt is more or less reduced to a narrow strip of (intensive) grassland. First, there was no high provision of ecosystem

functions expected. Second, as the areas are not protected and do not show natural or near-natural character they were unlikely expected to influence the surrounding landscape. sr2 represents an intermediate state between sr1 and sr3. So, the assumptions concerning influence on ecosystem functions in the surroundings were between sr1 and sr3 as well. The expectations were met insofar as that in sr1 an explicit trend of ecosystem functions declining with increasing distance to the respective spots in the Green Belt zone was recognized. In sr2 and sr3 such a clear trend was not detected. A distinction between sr2 and sr3 was not obvious. The following sections will interpret the results in detail.

4.2 Dependence of ecosystem function provision on distance to the respective central points in the Green Belt

Region 1

For sr1 it is indicated that the capacity to provide certain ecosystem functions depends on the distance to the Green Belt zone. *Regulation, habitat, production, and information* functions decline with increasing distance to the particular central points in the Green Belt. This decrease in ecosystem function provision exists on both sides of the former border zone and is reasonably consistent. This can be seen as an indication that in this region the Green Belt respectively the former Iron Curtain has/had an influence on the surrounding landscape. sr1 is located in the Rhön Mountains. The area close to the former Iron Curtain belonged to a spacious restricted zone. Today the whole landscape of sr1 is situated inside the Rhön Biosphere Reserve. All transects of the Bavarian ssr1 lay inside buffer areas of the biosphere reserve (Biosphärenpark Rhön, 2007). In the Thuringian ssr1 three transects are mostly situated in the transition zone, only about 1km (dc1) belongs to the buffer area.

The outstanding feature that leads to the high function values in dc1 and dc2 in Bavaria and Thuringia is the high percentage of wooded area. In this area, as potential natural vegetation beech forests with scattered groups of other trees would be dominating. Because of the Iron Curtain with its prohibited zone on the Thuringian and its transition zone (*Randzonenbereich*) on the Bavarian side, today this region is well preserved and is considered an unspoiled, semi-natural cultural and natural landscape (BUND, 2006). The forests here are responsible for the high function values and decrease with increasing distance to the respective spots in the Green Belt and are replaced by more agricultural areas. This replacement is responsible for the decreasing function values for

habitat, regulation, information, and production functions. These findings are not surprising as forests possess very high ecosystem functions - this will be discussed later in more detail.

Unlike the ecosystem functions in the other four function groups, in the Bavarian *ssr1 cultivation* increases with increasing distance to the particular central points in the Green Belt. The distance classes closer to their central points in the Green Belt are dominated by only slightly used woods and in the distance classes further away more intensive agricultural landscape is found. The *cultivation* function can, therefore, be seen as an indicator for human interventions in nature. In *sr1*, the area close to the Green Belt zone (*dc1* and *dc2*) shows a largely natural character which is supported by the fact that *cultivation* reaches only low relevance and its cold spot is located in Bavaria's *ssr1 dc1*. Furthermore, most of the single ecosystem functions have their hot spots in these distance classes: the hot spots of the summarized main function groups are all located in Bavaria's or Thuringia's *ssr1 dc1*.

Region 2

In *sr2* no general dependence between the provision of ecosystem functions and the distance to the respective points in the Green Belt can be found. In this study region the nature reserves (*Naturschutzgebiete* - NSG) Poppenholz, Milzgrund, and Warthuegel are located right next to the Green Belt zone within *dc1* on both sides of the Green Belt. The NSG Poppenholz primarily includes a mixed oak forest which is rich in plant and animal species. Adjacent to the forest, neglected grassland areas and fields dominate (Regierung von Unterfranken, n. y.). The NSG Milzgrund as well as the NSG Warthuegel are both spacious extensive grasslands with occurrence of endangered species like *Anrica montana*, orchids, and various endangered bird species (Faber, 2011). As in many other areas the remoteness around the former inner German border prevented negative landscape developments at that time. After the opening of the border, many valuable biotopes were immediately appointed nature reserves to retain this undisturbed state (Regierung von Unterfranken, n.y.). The same applies to the nature reserves mentioned above in *sr2*. The biotope types which are prevailing in the nature reserves (mixed oak forests and extensive grasslands) supply high *regulation* and *habitat* functions. The fact that they are strongly represented in *dc1* leads to slightly higher values than in most other classes in *sr2*. An exception is *dc5* in Thuringia - 33% of the area is covered by semi-natural deciduous forest, which also has a quite high relevance

for both *regulation* and *habitat* functions. Concerning the rest of the distance classes in sr2 there is no distribution scheme observable. In conclusion, in sr2 the remoteness in the direct surrounding of the Green Belt zone influences the provision of certain ecosystem functions in a slightly positive way. But no influence can be detected in distances over 1km from the particular points in the Green Belt.

Region 3

In sr3 it is not possible to find any evidence for a direct influence of the Green Belt Zone on the capacity of the surrounding environment to provide ecosystem functions. In this area the Green Belt zone consists of grassland, mainly (medium) intensively used meadows. As noted in the methods section, the area surrounding the former border in sr3 was not supposed to differ from the rest of the study region concerning its degree in naturalness. Hence, the expectation that there is no effect by the Green Belt zone on the provision of ecosystem functions in this study region was fulfilled. This statement is supported by the fact that of all distance classes in the whole study area, the cold spot for *water regulation* is situated in the Thuringian dc1 right next to the Green Belt zone. The low values for *water regulation* are achieved by an environment dominated by intensive maize and crop fields crossed by the motorway A71 and its associated infrastructure.

For the Bavarian sub-study region there is a declining trend for *regulation* functions with increasing distance from the respective spots in the Green Belt indeed. One exception is mentioned in the results and it concerns dc1, which should show the highest values of all (if there was an influence). Instead, the function value is lower than in dc2, dc3, and dc4. In dc1, 71.3% of the biotopes show a linkage that is less than “relevant” to the *regulation* functions. Apart from intensive agricultural areas there are also 11.62ha of compensatory area (created for the newly built motorway A71 crossing the Green Belt zone here). It consists of extensive meadows that host numerous endangered species - first and foremost the Orthoptera *Polysarcus denticauda*, which is listed as critically endangered in Germany (BfN, 1998). Despite of these valuable biotopes the *regulation* functions remain low in comparison to the more remote classes. The declining capacity to provide *regulation* functions from dc2 to dc5 can be explained by a changing ratio of wooded areas and grasslands on the one hand and (mainly intensively) cultivated fields and infrastructure on the other hand. Wooded areas and most grasslands are of much higher value for *regulation* functions (≥ 3.5) than the other two types.

On the Thuringian side, the capacity to provide *regulation, habitat, production, and information* functions is more pronounced in classes at a larger distance from the respective points in the Green Belt zone. Also, the Thuringian ssr3 is dominated by an intensively used landscape. Two transects end in a wooded area covered by mixed deciduous trees (oak is prevailing). This explains the high function values at large distance from the particular spots in the Green Belt.

Comparison between the three regions

The project Green Belt aims to protect habitats in which strong economic development was inhibited from 1945 until 1989 (Schindler et al., 2011). This definitely applies for sr1 (as explained before) and also for sr2. All five transect areas inside the Green Belt in sr2 are extensively used grasslands with a high degree of biodiversity and floral splendor. There are also three nature reserves directly adjacent to the former border strip. In contrast, in sr3 the areas of the Green Belt are mostly intensively used grasslands poor in biodiversity and directly bordering on other intensively used agricultural land as well as a freeway. Still there is no outstanding difference between the two regions concerning the provision of ecosystem functions. This fact leads to the conclusion that the existence of a pronounced Green Belt with adjacent nature reserves cannot ensure that the surrounding landscape provides higher ecosystem system functions compared to a landscape strongly dominated by intensive agriculture.

4.3 Focus on selected biotope types, ecosystem functions and multifunctionality

In sr1 the function groups *information, regulation, production, and habitat* have a comparably high importance which leads to the conclusion that this study region shows a high multifunctionality. This can be observed on both sides of the former border zone. The multifunctionality applies in particular for the first two distance classes with medium to high linkage to *regulation, habitat, production* as well as *information* functions. The four classes (Bavarian and Thuringian ssr1, dc1 and dc2) possess outstandingly high function values - compared not only to the rest of sr1 but also to the whole investigation area. In the Bavarian dc1 wooded area covers 98.98% of the total area and is therefore responsible for the high capacity to provide different ecosystem functions. It is widely accepted that forests are among the most important providers of ecosystem functions (Fischlin et al., 2007). They sequester a large fraction of terrestrial ecosystem carbon stocks, they provide timber and other products, provide habitat and play an outstanding

role in local and global climate regulation, as well as in soil and water protection or purification (Fischlin et al., 2007, Nasi et al., 2002). This applies to natural and in parts also to man-made or altered forests. Also, forests show a high relevance in serving as recreational places and offer a great basis for scientific investigations (Haines-Young et al., 2008). Thus, they represent highly multifunctional ecosystems. In addition to dc1 in Bavaria this fact can also be supported by the Thuringian dc1: Here, woods cover 72.76% as well. In the Bavarian dc2 forests still take up 63.22% and in the Thuringian dc2 they account for 50.24%. There are a few other classes that have comparably high forest ratios (e.g. dc1 in the Bavarian ssr2 with 66.71%). Still they do not reach similar high function values. The reason for this is that the remaining area of these latter classes is characterized by intensively used fields. These possess quite low values concerning the function groups mentioned above. In sr1 on the other hand a large part of the area (that is not wooded) is taken up by grasslands. That is 19.49% of the total area in the Thuringian dc1, 24.51% in dc2 and 32.53% in the Bavarian dc2. Concerning for example *regulation* functions they all have a BIF of 3.5 or higher. Especially in terms of pollination and soil formation extensive meadows (27.41% in Bavarian dc2, 11.94% in Thuringian dc1, and 3.58% in Thuringian dc2) but also semi-intensive meadows possess high relevance. The same reasons account for the high capacity to provide *habitat* functions as extensive meadows have an equally high relevance (5) to provide suitable living space as most natural forests and an even higher one than most semi-natural forests. Other studies also highlight the outstanding function of grasslands in providing great benefits to human society (e.g. Götzl et al., 2011; Hönigová et al., 2012; Matzdorf et al., 2010). In particular, grasslands that are rich in species are emphasized to contribute to high ecosystem service values. For grasslands in the Czech Republic among others, water regulation is a dominant component, followed by livestock provision and soil erosion (Hönigová et al., 2012).

The *carrier* function group pooling the ecosystem functions *habitation*, *transportation*, *cultivation*, and *waste disposal* revealed only low results as the whole investigation area only shows no to low relevant linkage. This phenomenon can be explained by different approaches. Only 3.79% of the study area provides suitable space for human living, in terms of villages, detached or single family houses, or settlements. That is why the ecosystem function *habitation* suffers a low relevance. Besides, the investigation area offers just a small amount of suitable spaces for *waste disposal*. The low capacity of the study area to provide suitable substrate/medium for *transportation* can be explained by the design of the analysis: Nested sampling design may not be representative to show

the actual state of this function whereas another approach using the absolute running meters of the transportation networks as applied in Hermann et al. (2013) seems to be more appropriate. This supplemental analysis, though, is beyond the scope of this thesis but could be applied in future projects. As described in the results section *cultivation* functions are the only *carrier* functions that are well represented in the investigation area. This is hardly surprising as sr2 and sr3 in particular are intensively used for agricultural purposes. However, the general low availability of substrate for cultivation (centring on 2 = “relevant link” for all classes) as well as the fact that values for sr1 do not differ substantially from the other two study regions truly is a surprise. Still, a closer look at the biotopes reveals a distinctive difference: In sr2 and sr3 intensive maize and crop fields form the main part of the cultivated substrate. In sr1 however, a big part (in many classes the main part) is taken up by meadows, pastures or tree plantations. Often fields only play a minor role (e.g. only 22.79% of cultivated biotope are fields in Bavarian ssr1, dc5). Although, the contribution of grasslands and fields to the provision of the ecosystem function *cultivation* is comparable, their contribution to other ecosystem functions differs a lot: Grasslands (in particular extensive grasslands) hold a high capacity to provide suitable living space for wild plants and animals, they play a role in the prevention of damage from erosion, they contribute to the improvement of water quality and support pollination activity. By converting arable farmland into grassland water quality, water retention capacity, soil formation and soil retention as well as the aesthetic value of the landscape can be improved (Bazzoffi, 2009; Götzl et al., 2011). Hence, sr1 has a comparable value concerning *cultivation* but in ecosystem functions contributing to *regulation* and *habitat* provision it exceeds sr2 and sr3 by far. This finding goes along with the fact that most of sr1 is situated in the buffer zone of the Rhön biosphere reserve. And in buffer zones there should be only careful use of land compatible with nature.

4.4 Comparison between the Bavarian and the Thuringian side

The field mapping in Bavaria resulted in about one third more polygons than there are in Thuringia (1592 versus 1072 polygons). This result reflects the fact that there is a major difference between the sizes of the agricultural area (AA) in former West and East Germany: In the new federal states of Germany you can find much bigger agricultural holdings with 226ha AA on average. The western and especially the southern federal states are traditionally dominated by smaller family holdings with an average AA of only 32ha in Bavaria (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2011). This different size of the AA has historical reasons: In Southern Germany the Gavelkind system

(*Realerbteilung*) - in which land was divided equally among sons or other heirs - was a common procedure. It favored the development of the prevailing small structured agriculture. On the other hand, during the GDR era, the establishment of *Agricultural Production Cooperatives* (Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaften, LPG) was forced by law. This resulted in huge cooperatives with lots of land (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2011). But despite these differences - that can be confirmed by this study - the results do not show significant differences between Bavaria and Thuringia concerning the provision of ecosystem functions. On that basis it seems that the provision of ecosystem functions does not depend on whether the area mapped was small structured or not. Since the study design used here sums up the areas of the different landscape elements it is impossible to detect a difference between small or larger structured landscapes. As it is widely accepted that small structured heterogeneous landscapes possess higher values concerning e.g. biodiversity, or pollination a positive effect on several ecosystem functions can be expected and would be interesting to investigate.

4.5 Limitation of the methodology

As described in the methods, the transects had to fulfill some conditions. One of them stated that they were allowed to cross the Green Belt only once. The idea was to prevent effects coming from the Green Belt at more than one spot. The methodology still shows at least one major limitation: All transects are aligned to the particular central points in the Green Belt that were selected randomly and run in right angles to the orientation of the Green Belt at that particular position. However, the course of the Green Belt is quite curvaceous in the investigation area. Therefore, it could not be avoided that some transects approached the Green Belt again. Thus, side effects coming from these approaches cannot be excluded and should be taken into consideration when analyzing the results. In the Bavarian *ssr1* there is one transect which runs reasonably parallel to a part of the Green Belt and therefore, all distance classes show a close nearness to different sections of the Green Belt. Figure 15 shows the function values of these distance classes concerning all five function groups. It can be noted that the *regulation*, *habitat*, *production*, and *information* functions still decline with increasing distance to their central point in the Green Belt although they are close to other sections of the Green Belt. This special case shows that the findings discussed above have to be treated with caution. It has to be taken into account that the decline of ecosystem functions in *sr1* might not be dependent on the distance to the Green Belt. Instead local conditions of the

landscape could also influence the provision of the ecosystem functions without any influence from the Green Belt. Considering this scenario the arrangement of the landscape elements that leads to the strong decline would have happened at random. In general, for unambiguous results a larger sample size would be necessary, so that special local conditions like the ones described above can be averaged out.

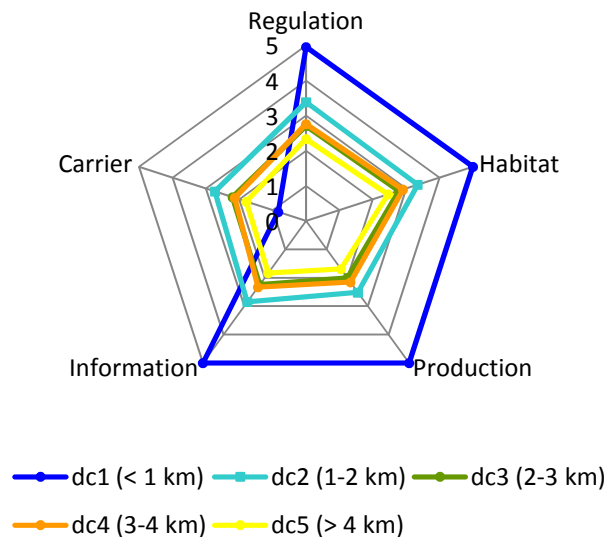


Figure 15: Spider web diagram showing the allocation and trade-offs in landscape function provision in transect 5 in the Bavarian ssr1. 0 = no relevant link; 1 = low relevant link; 2 = relevant link; 3 = medium relevant link; 4 = high relevant link; 5 = very high relevant link.

Furthermore, the data analysis was based on the assessment of single ecosystem functions that are subsequently aggregated to different main function groups. This approach results in a loss of information and could also explain why differences between the function groups partly are not remarkable (Hermann et al., 2013). As Hermann et al. (2013) describe, some kind of weighting of the sub-functions within the function groups could alleviate the problem.

As mentioned earlier, for the *carrier* function *transportation* the method applied here turned out not to be appropriate. For further research it is recommended to measure the absolute running meters of transportation networks as done in Hermann et al. (2013).

As a follow-up study to this thesis it also would be interesting to apply the socio-cultural approach on the investigation area. That way the rest of the *information* functions could be investigated and for the *science and education* function the results could be compared between the broader habitat and the socio-cultural approach.

4.6 Conclusion

This study design represents one approach to assess ecosystem functions at a local scale. It focused on the influence the Green Belt zone has on the ecosystem functions in the surrounding landscape and delivered results about the provision of ecosystem functions on 7764ha. It came to the conclusion that in the Rhön Biosphere Reserve the remoteness of the landscape surrounding the former Iron Curtain led to a preservation of valuable landscape elements with high function values for numerous ecosystem functions. Most ecosystem functions decline with increasing distance to the particular points in the Green Belt. As the study design turned out not to be ideal to analyze the assumptions made, it remains open if this decline really can be traced back to the influence from the Green Belt. In the second area the positive influence due to the former remoteness is only preserved inside the nature reserve itself but it has largely lost its effect outside. Also, with the broader habitat method as it was used in this study no outstanding difference between the Thuringian and the Bavarian side concerning the provision of ecosystem services could be detected. It should be further examined within the scope of another study design whether this is accurate or if this represents another limitation of the methodology.

5 Zusammenfassung

Ökosystemleistungen stellen den Nutzen dar, den die menschliche Population - direkt oder indirekt - aus der Natur ziehen kann (Costanza & Folke, 1997). Bereitgestellt werden sie von Ökosystemfunktionen, welche ihrerseits von den gegebenen ökologischen Strukturen und Prozessen abhängen (de Groot et al., 2010). Die Bedeutung von Ökosystemleistungen gewinnt anlässlich der fortschreitenden Habitatzerstörung und -fragmentierung immer mehr an Wichtigkeit.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Bewertung von Ökosystemfunktionen entlang des Grünen Bandes zwischen Bayern und Thüringen. Im Fokus liegt dabei der Einfluss, den das Grüne Band auf die Ökosystemfunktionen der umliegenden Landschaft hat. Das Naturschutzprojekt „Grünes Band“ wurde kurz nach dem Mauerfall 1989 ins Leben gerufen, um die Bereiche, die durch die innerdeutsche Grenze Jahrzehnte lang isoliert waren, zu erhalten und zu schützen. Es stellt einen Rückzugsraum für Tier- und Pflanzenarten dar und sorgt für Vernetzung von Biotopen in einer teils intensiven Agrarlandschaften (Geidezis & Kreutz, 2009). Für den Schutz und ein verbessertes Biotopmanagement kann es von großer Bedeutung sein, Daten zu den Ökosystemleistungen, die das Grüne Band bereitstellt oder unterstützt, zu kennen.

Biotopkartierungen in unterschiedlichen Entfernungsklassen vom Grünen Band sowie eine Bewertungsmatrix der Biotoptypen in Bezug auf ihre Bereitstellung ausgewählter Ökosystemleistungen stellten die Datengrundlage dar, um zu testen, ob ein Einfluss auf die Ökosystemfunktionen der Umgebung vorhanden ist. Die Studie liefert Daten zu der Bereitstellung von Ökosystemfunktionen auf einer Gesamtfläche von 7764ha um das Grüne Band herum. Es zeigte sich, dass ein Großteil der Ökosystemfunktionen in der naturnahsten Region mit zunehmender Entfernung vom Grünen Band an Wert verliert. Hier ist ein positiver Einfluss des ehemaligen Grenzstreifens auf die umliegende Natur weiterhin messbar. In den beiden anderen Regionen konnte kein Einfluss des Grünen Bandes auf die Ökosystemfunktionen in der Umgebung festgestellt werden. Ein Unterschied zwischen der bayerischen und der thüringischen Grenzseite konnte ebenfalls nicht festgestellt werden. Im Laufe der Studie deutete sich an, dass die Untersuchungsmethode möglicherweise Lücken in Bezug auf die zu untersuchenden Hypothesen aufweist. Die erzielten Ergebnisse mit einer alternativen Methode zu untersuchen, wäre daher sinnvoll.

6 Referenzen

- Bazzoffi, P. (2009). Soil erosion tolerance and water runoff control: minimum environmental standards. *Regional Environmental Change* 9, 169-179.
- BfN - Bundesamt für Naturschutz (ed), (1998). Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Biosphärenpark Rhön (ed.), (2007). Biosphärenreservat Zonierung Stand 1994. Bosch und Partner GmbH.
- Biosphärenpark Rhön (2013). Wetter und Klima in der Rhön. <http://biosphaerenreservat-rhoen.de/de/56-wetter> [08.04.2013].
- Biosphärenpark Rhön (2014). Natural conditions. <http://biosphaerenreservat-rhoen.de/en/22-natural-conditions> [02.02.2014].
- Geidezis, L., Schlumprecht, H., & Frobel, K. (2002). Das Grüne Band - Ein Handlungsleitfaden. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland.
- BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (ed.), (2012). Biotopmanagement im Grünen Band. Nürnberg.
- BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (ed.), (2006). Natur erleben - Herbe Naturschönheit: Das Grüne Band in der Rhön.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN), 2010: Strategischer Plan 2011 - 2020 für den Erhalt der Biodiversität. http://www.bfn.de/0304_2010ziel.html#c107982 [08.01.2014].
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., & Windhorst, W. (2009). Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. *The Official Journal of the International Association for Landscape Ecology*, Chapter Germany, 15, 1-22.
- Costanza, R. & Folke, C. (1997). Valuing ecosystem services with efficiency, fairness, and sustainability as goals. In: Daly, G.C (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington (DC), Island Press. 49-68.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R.S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruel, J., Raskin, R.G., Sutton, P., & Van den Belt,

- M. (1997). The value of the world's ecosystem service and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
- Crossman, N.D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemsen, L., Petz, K., Palomo, I., Drakou, E.G., Martín-López, B., McPhearson, T., Boyanova, K., Alkemade, R., Egoh, B., Dunbar, M.B., Maes, J., 2013. A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem services* 4:4-14.
- Daily, G.C., (ed.) (1997). *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington DC: Island Press.
- Dee, N., Baker, J., Drobny, N., Duke, K., Whitman, I. & Fahringer, D. (1973). An environmental evaluation system for water resource planning, *Water Resources Research*, 9:523-535,
- De Groot, R.S. (1992). *Functions of Nature: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Groningen, Wolters-Noordhoff BV.
- De Groot, R.S. (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, 175-186.
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., & Boumans, R.M.J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41,393-408.
- De Groot, R.S., Fisher, B., Christie, M., Aronson, J., Braat, L.C., Haines-Young, R., Gowdy, J., Maltby, E., Neuville, A., Polasky, S., Portela, R., & Ring, I. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. In: Kumar, P. (Ed.), *TEEB Foundations 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Ecological and Economic Foundations*. Earthscan, London, 9-40.
- De Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P. McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L.C., ten Brink, P., & van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem services* 1, 50-61.

- Ehrlich, P.R. & Ehrlich, A.H. (1970). Population, Resources, Environment: Issues in Human Ecology, San Francisco (W.H. Freeman).
- Ehrlich, P.R. & Ehrlich, A.H. (1981). Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species, New York (Random House).
- Europäische Union, 2011a. Die Biodiversitätsstrategie der EU bis 2020. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg.
- Europäische Union, 2011b. Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER). Europäische Union, Brüssel.
- Faber, A., (2011). 20 Jahre Grünes Band am innerdeutschen Grenzstreifen - Rückgrat der Artenvielfalt in Deutschland. Deutschlandradio: <http://www.dradio.de/dlf/sendungen/umwelt/1527491/> [03.05.2013].
- Fischlin, A., Midgley, G.F., Price, J.T., Leemans, R., Gopal, B., Turley, C., Rounsevell, M.D.A., Dube, O.P., Tarazona, J., & Velichko, A.A. (2007). Ecosystems, their properties, goods, and services. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., and C.E. Hanson (Eds). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 211-272.
- Fisher, B., Turner, R.K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics 68, 642-652.
- Geidezis, L., & Kreutz, M. (2009). Green Belt Germany - Biotope features and importance for conservation. In: T. Wrabka K. Zmelik, & F.M. Grünweis (Eds.), The European Green Belt: Borders. Wilderness. Future. Weitra: Verlag Bibliothek der Provinz. 308-313.
- Götzl, M., Schwaiger, E., Sonderegger, G., & Süßenbacher, E. (2011). Ökosystemleistungen und Landwirtschaft - Erstellung eines Inventars für Österreich. Umweltbundesamt GmbH, Wien.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2008): England's Terrestrial Ecosystem Services and the Rationale for an Ecosystem Approach. Full Technical Report, Defra Project

Code NR0107., London (Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). 1-89.

Hermann, A., Schleifer, S., & Wrška, T. (2011). The concept of Ecosystem Services Regarding Landscape Research: A Review. *Living Reviews in Landscape Research*, 5, 4-37.

Hermann, A., Kuttner, M., Hainz-Renetzeder, C., Konkoly-Gyuró, É, Tirászi, Á, Brandenburg, C., Allex, B., Ziener, K., & Wrška, T. (2014). Assessment framework for landscape services in European cultural landscapes: An Austrian Hungarian case study. *Ecological Indicators* 37:229-240.

Hönigová, I. Vačkář, D., Lorencová, E., Melichar, J., Götzl, M., Sonderegger, G., Oušková, V., Hošek, M., & Chobot, K. (2012). Survey on grassland ecosystem services. Report to the EEA – European Topic Centre on Biological Diversity. Prague: Nature Conservation Agency of the Czech Republic, 78.

King, R.T. (1966). Wildlife and man, *New York Conservationist*, 20:8-11.

Kumar, P. (ed.), (2010), TEEB Foundations 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Ecological and Economic Foundations. Earthscan, London, 9-40.

Landkreis Rhön-Grabfeld (2013). Wissenswerte Informationen zu Lage - Fläche - Flüsse - Topographie - Klima. <http://www.rhoen-grabfeld.de/Landkreis--Gemeinden/Allgemeines>. [08.04.2013].

Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liqueste, C., Vihervaara, P., Schägner, J.P., Grizzetti B., Drakou E.G., La Notte, A., Zulian G., Bouraoui, F., Paracchini, M.L., Braat, L., Bidoglio, G., 2012: Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services* 1:31-39.

Matzdorf, B., Reutter, M., & Hübner, C. (2010). Bewertung der Ökosystemdienstleistungen von HNV-Grünland (High Nature Value Grassland). Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg.

MEA - Millennium Ecosystem Assessment (2003). Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment, Millennium Ecosystem Assessment Series, Washington, DC: Island Press.

- Mooney, H.A., & Ehrlich, P.R. (1997). Ecosystem Services: A Fragmentary History. In: G.C. Daily (ed.), Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Washington DC: Island Press. 11-19.
- Nasi, R., Wunder, S., & Campos A., J.J. (2002). Forest ecosystem services: can they pay our way out of deforestation?. Bogor, Indonesia, CIFOR for the Global Environmental Facility (GEF).
- Palomo, I., Martín-López, B., Potschin, M., Haines-Young, R., Montes, C., 2013. National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. *Ecosystem services* 4:104-116.
- Potschin, M., Haines-Young, R., 2011. Ecosystem services: exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography* 35:5, 575–594.
- Regierung von Unterfranken (ed.) (n. y.): Schutzgebiete im Grabfeldgau. – Drei Naturschutzgebiete mit unvergleichbarer Artenvielfalt. Würzburg: Regierung von Unterfranken.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2011). Agrarstrukturen in Deutschland - Einheit in Vielfalt. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart.
- StMELF - Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2013). http://www.alf-ns.bayern.de/daten_fakten/21665/index.php [04.03.2013].
- Zmelik, K., Schindler, S., & Wrbka, T. (2011). The European Green Belt: International collaboration in biodiversity research and nature conservation along the former Iron Curtain. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 24, 273-294

7 Anhang

7.1 Überblick der Landnutzungstypen (*land use types*)

Gruppe	Code	Nutzungstyp
ACKERLAND	AE	Getreideacker extensiv
	AFF	Acker mit Feldfutteranbau
	AHE	Acker Hackfrucht extensiv
	AHI	Acker Hackfrucht intensiv
	AHM	Acker Hackfrucht mäßig intensiv
	AI	Getreideacker intensiv
	AMI	Getreideacker mäßig intensiv
	AS	Acker Spezial
BRACHEN	BG	Brache mit Gehölzflur
	BJ	Brache jung
	BS	Brache mit Staudenflur
GEWÄSSER	GMN	Fließgewässer mäßig naturnah
	GN	Fließgewässer naturnah
	GV	Fließgewässer verbaut
	PFK	periodisches Fließgewässer künstlich
	PFN	periodisches Fließgewässer natürlich
	PSK	periodisches Stillgewässer künstlich
	PSN	periodisches Stillgewässer natürlich
	STK	Stillgewässer künstlich
	STL	Stillgewässer natürlich
	STN	Stillgewässer naturnah
	UFER	Alluvionen und Ufer der Fließgewässer
	UFPION	Uferpionierstandorte der Stillgewässer
KLEINSTUKTUREN	ALLA	Allee alt
	ALLJ	Allee jung
	EBA	Einzelbaum alt
	EBB	Einzelbusch und Strauchgruppe
	EBJ	Einzelbaum jung
	FG	Feldgehölz
	FKA	flächige Kleinarchitektur
	FR	Feldraine
	HB	Hecke Baum
	HS	Hecke Strauch
	HSTAUD	Hochstauden- und Hochgrasfluren
	LKA	Lineare Kleinarchitektur
	PKA	punktförm. Kleinarchitektur
SIEDLUNG	BZV	Blockrand- bzw. Zeilenverbauung verdichtet
	DEP	Materialdeponien
	DFKA	Dorfkern aufgelockert
	DFKV	Dorfkern verdichtet
	DFRA	Dorfrand aufgelockert
	DFRV	Dorfrand verdichtet
	EIGA	Einzelgehöfte und Kleinweiler aufgelockert
	EIGV	Einzelgehöfte und Kleinweiler verdichtet
	EIH	Einzelhausbebauung
	EIHV	verdichtete Einzelhausbebauung
	IGA	Industrie- und Gewerbegebiet aufgelockert

	IGV	Industrie- und Gewerbegebiet verdichtet
	MAT	Materialentnahmestellen
	PG	Parks und Gärten
	SG	Siedlung grün
	SV	Siedlung versiegelt
SONDERBIOTOPE	SONK	Sonderbiotope künstlich
	SONN	Sonderbiotope natürlich
VERKEHRSWEGE	VB	Verkehrswege begrünt
	VS	versiegelte Sonderflächen
	VV	Verkehrsweg versiegelt
	VW	Verkehrsweg wassergebunden
	WS	wassergebundene Sonderflächen
WÄLDER UND FORSTE	W	nicht beschriebener Wald
	WFA	Wald Forst alt
	WFJ	Wald Forst jung
	WMN	Wald mäßig naturnah
	WN	Wald naturnah
WEIN- UND OBSTGÄRTEN	DAUER	Dauerkulturen
	GP	Gehölzplantagen
	WGE	Weingarten extensiv
	WGI	Weingarten intensiv
	WGM	Weingarten mäßig intensiv
WIESEN- UND WEIDELAND	BWA	Baumwiese alt
	BWEA	Baumweiden alt
	BWEJ	Baumweiden jung
	BWJ	Baumwiese jung
	WEE	Weide extensiv
	WEI	Weide intensiv
	WEMI	Weide mäßig intensiv
	WIE	Wiese extensiv
	WII	Wiese intensiv
	WMI	Wiese mäßig intensiv
ANDERE	RUDERAL	Ruderalfluren
	SCHLAG	Schlagfluren
	XXX	kein Wert

7.2 Überblick der Biotoptypen (*biotope types*)

Nutztyp-Code	Biotoptyp-Code	Biotoptyp
ALLA	OBSTREIHA	BT Obstbaumreihe und -allee
	LAUBREIHA	BT Laubbaumreihe und -allee
	NADEREIHA	BT Nadelbaumreihe und -allee
	LANAREIHA	BT Laubbaum-Nadelbaumreihe und -allee
ALLJ	OBSTREIHJ	BT Obstbaumreihe und -allee
	LAUBREIHJ	BT Laubbaumreihe und -allee
	NADEREIHJ	BT Nadelbaumreihe und -allee
	LANAREIHJ	BT Laubbaum-Nadelbaumreihe und -allee
BWA	OBSTGEXTA	BT Streuobstbestand alt
	SOBAUMWIA	Sonstige Baumwiesen alt

BWEA	BAUMWESGA	Baumweide aus standortsgerechten Schlußbaumarten alt
	SOBAUMWEA	Sonstige Baumweiden alt
BWEJ	BAUMWESGJ	Baumweide aus standortsgerechten Schlußbaumarten jung
	SOBAUMWEJ	Sonstige Baumweiden jung
BWJ	OBSTGEXTJ	BT Streuobstbestand jung
	SOBAUMWIJ	Sonstige Baumwiesen jung
DAUER	HOPF	BT Hopfenkulturen
	OBSTGINT	intensiver Obstbaumbestand
	OBSTSTR	Fruchtstrauchkultur
DEP	DEPORG	organische Materialien
	DEPANORG	nicht-organische Materialien
EBA	EBOA	BT Obstbaum
	EBLA	BT Laubbaum
	EBNA	BT Nadelbaum
EBJ	EBOJ	BT Obstbaum
	EBLJ	BT Laubbaum
	EBNJ	BT Nadelbaum
FG	FGST	Strauchgruppen, u.a. auf Stock gesetzte Feldgehölze
	FGFREMDB	Feldgehölz aus standortsfremden Baumarten
	FGLAUTYP	Laubbaumfeldgehölz aus standortstypischen Schlussbaumarten
	FGNADTYP	Nadelbaumfeldgehölz aus standortstypischen Schlussbaumarten
	FGPIONBA	Feldgehölz aus Pionierbaumarten
FR	STAURAIN	BT Staudenreicher Ackerrain
	GLRAIN	BT Grünland-Ackerrain
	RUDRAIN	BT Ruderaler Ackerrain
GMN	GMNFLUSTALNMN	Fluss der Talniederung
	GMNGEBIBACHMN	Gebirgsbach
	GMNHUEGBACHMN	Hügellandbach
	GMNNIEDBACHMN	Niederungsbach
GN	GNFLUSTALN	Fluss der Talniederung
	GNGBIBACH	Gebirgsbach
	GNHUEGBACH	Hügellandbach
	GNNIEDBACH	Niederungsbach
GV	GVFLUSTALNV	Fluss der Talniederung
	GVGBIBACHV	Gebirgsbach
	GVHUEGBACHV	Hügellandbach
	GVNIEDBACHV	Niederungsbach
HB	HB	Hecke Baum
	WINDSTRF	Windschutzstreifen
MAT	SAND	Sandgrube
	SCHOTTER	Schottergrube
	MATSONST	sonstige Materialentnahmestellen, z.B. Steinbruch

PFK	KANAL	Kanal
	GRABGEWA	Naturfernes Grabengewässer
PFN	TEMPWILD	Temporärer Wildbach
RUDERAL	RUFLOF	BT Ruderalflur Standorte mit offener Pioniervegetation
	RUFLGE	BT Ruderalflur Standorte mit geschlossener Vegetation
SONK	LESE	Lesesteinriegel, Lesesteinhaufen
	SONK	Sonderbiotope künstlich
	GARTEN	Gemüsegarten
SONN	QUELL	Quellfluren
	SEGR	Großseggenrieder
	RÖ	Röhrichte
	SEKL	Kleinseggenrieder
	SCHWING	Übergangsmoore und Schwinggrasen
	MOOR	Hochmoore
	SALZ	Salzwiesen und Salztrockenrasen
	SERP	Serpentinrasen und Schwermetallfluren
	ZWERG	Zwergstrauchheiden
	STEILW	Steilwände aus Lockersubstrat
	FELS	anstehender Fels
	SCHUTT	Block-und Schutthalden
	FELSBLOC	Felsblock, Restling und Findling
	KARBTR	Karbonattrockenrasen
	SILITR	Silikattrockenrasen
	GRUSWAND	Grussteilwand
	SONSTSOND	sonstige Sonderbiotope
	NIEDER	Niedermoor
STL	HGBTUEM	Hochgebirgstümpel
	MOORSEE	Moorsee
	LACKE	permanente Lacke
WFA	NAFOA	Nadelbaumforste
	LAUBFOA	Laubbaumforste
	MIFOA	Laub-und Nadelbaummischforst
WFJ	NAFOJ	Nadelbaumforste
	LAUBFOJ	Laubbaumforste
	MIFOJ	Laub-und Nadelbaummischforst
WGE	EXWGKARB	Extensiver Weingarten über Karbonat
	EXWGSILI	Extensiver Weingarten über Silikat
WMN	WMN-AUWAWEID	Strauchweidenau
	WMN-AUWAWEICH	Weichholzauwälder
	WMN-AUWAHART	Hartholzauwälder
	WMN-AUWANAD	Nadelbaumreiche Auwälder
	WMN-EICHWA	Eichenmischwälder und Eichen-Hainbuchenwälder
	WMN-BUCHWA	Buchenwälder und Fichten-Tannen-Buchenwälder
	WMN-KASTANW	Edelkastanienreiche Mischwälder
	WMN-HOPFWA	Hopfenbuchenwälder
	WMN-LÄRCHWA	Lärchen-und Lärchen-Zirbenwälder
	WMN-FICHTWA	Fichtenwälder und Fichten-Tannenwälder
	WMN-FÖHRWA	Föhrenwälder
	WMN-ESCHAHWA	Eschen-und Ahorn-dominiertes Laubwald
	WMN-EDELLBUG	Edellaubbaumreicher Ufergehölzstreifen

	WMN-ERLENRUG	Erlenreicher Ufergehölzstreifen
	WMN-GERLAUWA	Grauerlenauwald
	WMN-WEIDENUG	Weidenreicher Ufergehölzstreifen
	VORWA	Vorwälder
	NATFUFGE	Naturferne Ufergehölzstreifen
WN	WN-AUWAWEID	Strauchweidenau
	WN-AUWAWEICH	Weichholzauwälder
	WN-AUWAHART	Hartholzauwälder
	WN-AUWANAD	Nadelbaumreiche Auwälder
	BRUCHWA	Bruch-und Sumpfwälder
	RANDMOWA	Moor-und Moorrandwälder
	BLOCKWA	Block-, Schutt-und Hangwälder
	WN-EICHWA	Eichenmischwälder und Eichen-Hainbuchenwälder
	WN-BUCHWA	Buchenwälder und Fichten-Tannen-Buchenwälder
	WN-KASTANW	Edelkastanienreiche Mischwälder
	WN-HOPFWA	Hopfenbuchenwälder
	WN-LÄRCHWA	Lärchen-und Lärchen-Zirbenwälder
	WN-FICHTWA	Fichtenwälder und Fichten-Tannenwälder
	WN-FÖHRWA	Föhrenwälder
	WN-ESCHAHWA	Eschen-und Ahorn-dominiertes Laubwald
	WN-EDELLBUG	Edellaubbaumreicher Ufergehölzstreifen
	WN-ERLENRUG	Erlenreicher Ufergehölzstreifen
	WN-GERLAUWA	Grauerlenauwald
	WN-SONNATUG	Sonstiger naturnaher Ufergehölzstreifen
	WN-WEIDENUG	Weidenreicher Ufergehölzstreifen
	WN-EICH	Eichenwälder

7.3 Überblick der *Qualifizier*-Merkmale

Gruppe	Code	Definition
1. Gefährdungs-Merkmale	B01	Zerstörung des LEL (allg.)
	B02	Verbauung (allg.)
	B03	Wegebau, Straßenbau
	B04	Zerschneidung
	B05	Schutt-/Müllablagerung
	B06	Verfüllung
	B07	Geländekorrektur
	B08	Betritt
	B09	Überweidung
	B10	Wildverbiss/Verfegung
	B11	Verbuschung
	B12	Einwanderung von Neobiota
	B13	großflächiger Kahlschlag
	B14	unsachgemäße Durchforstung
	B15	Abbrennen
	B16	Drainage
	B17	Gewässerräumung
	B18	Verlandung
	B19	Eutrophierung
	B20	Biozideintrag
	B21	Auspflanzen von standortfremden Gehölzen
	B22	Abwässer, Trinkwasser-Verschmutzung
	B23	Erosion
	B24	anthropogene Störung (z.B. Tourismus)
	B25	Wasserentnahme

	B26	Intensivierung
	B27	Unternutzung
2. Management-Merkmale	M01	Fischbestand
	M02	Alte Kultursorte, z.B. verbrachte Obstbäume
	M03	Informationstafeln + Lehrpfadtafeln
	M04	Hinweisschilder und Wegweiser (touristisch)
	M05	Ziehbrunnen
	M06	Hütten (Unterstände) - traditionell
	M07	Hütten (Unterstände) - modern
	M08	Verkaufsstände (Heurigenhütten)
	M09	Feldbrunnen
	M10	Parkplatz
	M11	Selbstpflücken
	M12	Selbstanbauen/Ernten
	M13	Glashaus, Folientunnel
	M14	Niederwald
	M15	Hochwald
	M16	Mittelwald
	M17	bewässert
	M18	junge, noch nicht tragende Dauerkulturen
	M19	Unterfrucht landwirtschaftlich nutzbar
	M20	Beerenobst (auf bewirtschafteten Flächen)
	M21	Stein-/Kernobst (auf bewirtschafteten Flächen)
	M22	Christbaum
	M23	Kuhweide
	M24	Schafweide
	M25	Ziegenweide
	M26	Pferd-, Eselweide
	M27	permanente Koppel
	M28	temporäre Koppel
	M29	Anbau von Zierpflanzen (gewerbsmäßig)
	M30	Acker Gemüse
	M31	Acker Leguminosen
	M32	Kultivierungsrichtung der Hackfrucht normal zur Hangrichtung
	M33	Untersaat bei Getreideäckern
	M34	Windenergieanlage
	M35	Masten und Sender
	M36	religiöse Bauten (Marterl, Kapellen, ...)
	M37	Hochstand
	M38	Aussichtsturm, -plattform, -punkt
	M39	Bienenhütten
	M40	Energiegehölz
3. Strukturmerkmale	S01	Damm
	S02	Überflutungsfläche
	S03	feuchte Mulde ("Sutte")
	S04	Offenbodenvegetation, Sand/Grus/Löß
	S05	Offenbodenvegetation, Fels
	S06	Offenbodenvegetation, Torf, Schlick
	S07	Offenbodenvegetation, Mutterboden
	S08	niederwüchsiger geschlossener Rasen
	S09	geschlossener Hochgrasbestand
	S10	Knickschicht vorhanden
	S11	vorjährige Halme/Stängel vorhanden
	S12	üppige Hochstaudenflur
	S13	lückiger Gehölzbestand
	S14	geschlossener Gehölzbestand
	S15	begrünter Weingarten
	S16	eine Baumschicht ausgebildet

	S17	mehrere Baumschichten ausgebildet
	S18	markante Einzelbäume, Überhälter
	S19	Altholz
	S20	Totholz stehend >30%
	S21	Totholz liegend >30%
	S22	Gehölzverjüngung
	S23	Stockausschläge
	S24	hallenartiger Forst, frisch durchforstet
	S25	randlich vorhandene. Strauchschicht
	S26	fragmentarisch vorhandene Strauchschicht
	S27	lockere Strauchschicht (30-60 %)
	S28	dichte Strauchschicht
	S29	gut entwickelte Saumvegetation
	S30	Kusselgelände
	S31	Felsblöcke, Blockstreu
	S32	Trockenmauer
	S33	Felswand
	S34	Wand aus Sedimentgestein (Konglomerat, ...)
	S35	Wand aus Lockersedimenten (Sand, Löss, ...)
	S36	langsam fließend
	S37	schnell fließend
	S38	Wasserkörper strukturiert
	S39	Steilufer
	S40	Flachufer, Flachwasserbereich
	S41	Uferanrisse
	S42	Schlickfläche
	S43	Sand-/Kies-/Schotterbank
	S44	organische Ablagerungen (Heu, Reisig)
	S45	Zwergsträucher
	S46	Unterwasservegetation
	S47	Schwimtblattvegetation
4. wertbestimmende Merkmale	W01	Strukturvielfalt
	W02	Vorkommen seltener/gefährdeter Tiere
	W03	Vorkommen seltener/gefährdeter Pflanzen
	W04	erhaltenswerter Altbaumbestand
	W05	erhaltenswerter traditioneller Nutzungstyp
	W06	erhaltenswerte natürliche Reliefform
	W07	erhaltenswerte künstliche Reliefform
	W08	kulturgeschichtliche Bedeutung
	W09	wissenschaftliche Bedeutung
	W10	Blütenreichtum
	W11	essbare Wildfrüchte
	W12	medizinisch verwertbar

7.4 Bewertung der Landnutzungs-/Biotoptypen in Bezug auf die Bereitstellung ausgewählter Ökosystemleistungen

	Climate_regulation	Disturbance_prevention	Genetic_resources	Pollination	Refugium_function	Soil_formation	Food	Water_regulation	Medicinal_resources	Soil_retention	Raw_materials	Nutrient_regulation	Science_and_education	Energy_conversion	Habitation	Mining	Transportation	Cultivation	Nursery_Function	Waster_disposal	Water_supply
AE	0	1	1	2	2	3	0	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	3	1	0	1
AFF	0	2	0	3	1	3	0	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	1
AHE	0	1	1	1	1	3	0	2	1	3	0	2	0	0	0	0	0	3	1	0	1
AHI	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0
AHM	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0
AI	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0
AMI	0	0	0	0	1	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0
AS	0	1	0	2	1	2	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	1
BAUMWESGA	1	3	1	3	4	4	1	4	1	4	1	3	1	0	0	0	0	2	3	0	3
BAUMWESGJ	0	2	0	2	2	4	1	3	1	4	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	2
BG	2	4	1	3	3	4	3	4	2	4	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	2
BJ	0	2	0	2	2	3	1	3	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
BLOCKWA	5	5	0	2	5	5	2	5	3	5	2	5	3	0	0	0	0	0	2	0	3
BRUCHWA	5	5	0	2	5	5	2	5	2	4	2	5	3	0	0	0	0	0	5	0	4
BS	1	3	1	2	2	3	1	4	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	2
BZV	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
DEPANORG	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
DEPORG	0	1	0	2	1	0	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0
DFKA	3	2	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	5	0	3	0	2	0	0
DFKV	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3	0	0	0	0
DFRA	3	2	0	1	1	0	1	0	2	1	1	1	0	0	5	0	3	0	1	1	1
DFRV	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	3	0	0	0	0
EBB	0	2	0	2	3	3	2	2	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1
EBLA	1	1	0	2	1	4	0	1	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1
EBLJ	0	2	0	2	3	4	0	2	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
EBNA	1	1	0	1	1	4	0	1	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1
EBNJ	0	2	0	1	3	4	0	2	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
EBOA	1	2	3	4	3	4	1	2	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1
EBOJ	0	1	3	3	1	4	1	1	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
EIGA	0	1	0	3	2	1	1	1	2	1	1	0	0	0	5	0	1	0	2	1	1
EIGV	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0
EIH	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0
EIHV	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
EXWGKARB	0	2	3	2	3	4	1	3	1	2	1	2	1	0	0	0	0	3	1	0	2
EXWGSILI	0	2	3	2	3	4	1	3	1	3	1	2	1	0	0	0	0	3	1	0	2
FELS	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FELSBLOC	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FGFREMDB	4	3	0	3	2	4	2	4	1	5	4	4	0	0	0	0	0	0	2	0	3
FGLAUTYP	4	3	1	3	4	5	2	4	1	5	4	4	0	0	0	0	0	0	3	0	3
FGNADTYP	4	3	1	1	4	5	2	4	1	5	4	4	0	0	0	0	0	0	3	0	3
FGPIONBA	4	3	1	3	3	5	2	4	1	4	3	4	0	0	0	0	0	0	1	0	3

FGST	3	3	0	3	3	4	2	4	1	5	3	4	0	0	0	0	0	0	2	0	2
FKA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
FLUSTALN	4	4	0	1	4	0	3	4	0	0	0	4	2	0	0	0	3	0	4	0	5
FLUSTALNMN	4	3	0	1	3	0	3	4	0	0	0	3	1	0	0	0	4	0	2	0	5
FLUSTALNV	4	2	0	0	1	0	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	5	0	1	0	5
GARTEN	0	1	3	2	2	3	0	2	3	3	0	1	0	0	0	0	0	5	1	1	1
GEBIBACH	4	4	0	0	4	0	2	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4	0	5
GEBIBACHMN	4	3	0	0	3	0	3	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	5
GEBIBACHV	4	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
GLRAIN	0	1	2	2	1	4	1	3	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2
GP	3	2	0	1	2	3	1	3	0	4	5	3	0	0	0	0	0	5	0	0	2
GRABGEWA	3	4	0	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
GRUSWAND	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HB	3	4	1	3	3	4	2	4	1	5	2	4	0	0	0	0	0	0	3	0	3
HGEBTUEM	5	3	0	1	5	0	1	4	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5
HOPF	0	2	0	1	1	3	0	3	3	2	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0	2
HS	2	3	1	3	3	4	2	3	1	5	2	4	0	0	0	0	0	0	3	0	2
HSTAUD	0	2	0	2	2	4	1	3	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	2
HUEGBACH	4	4	0	0	4	0	2	4	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4	0	5
HUEGBACHMN	4	3	0	0	3	0	3	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	5
HUEGBACHV	4	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
IGA	0	1	0	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	1	1	0
IGV	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	1	0
KANAL	3	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
KARBTR	0	2	1	3	5	1	1	2	1	2	0	3	3	0	0	0	0	0	5	0	1
LACKE	5	4	0	1	5	0	2	5	0	0	0	3	3	0	0	0	0	2	3	0	5
LANAREIHA	0	3	0	2	3	4	0	3	0	4	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	2
LANAREIHJ	0	2	0	1	2	4	0	2	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
LAUBFOA	5	5	0	2	3	4	2	5	0	4	5	4	0	0	0	0	0	4	3	0	3
LAUBFOJ	5	3	0	1	2	4	1	3	0	4	4	3	0	0	0	0	0	4	1	0	2
LAUBREIHA	0	2	0	2	2	4	0	2	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1
LAUBREIHJ	0	3	0	3	3	4	1	3	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2
LESE	0	1	0	2	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
LKA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
MATSONST	3	2	0	1	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	5	0	0	1	0	0
MIFOA	5	4	0	1	3	4	2	4	0	4	5	4	0	0	0	0	0	4	3	0	3
MIFOJ	5	3	0	1	2	4	1	3	0	4	4	3	0	0	0	0	0	4	1	0	2
MOOR	3	5	0	1	5	5	2	5	3	3	4	5	3	0	0	0	0	0	3	0	5
MOORSEE	5	4	0	1	5	0	2	5	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	5
NADEREIHA	0	3	0	1	3	4	0	3	0	4	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2
NADEREIHJ	0	2	0	1	1	4	0	2	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
NAFOA	5	3	0	1	2	4	2	3	0	4	5	4	0	0	0	0	0	4	2	0	3
NAFOJ	5	2	0	1	1	4	1	3	0	4	4	3	0	0	0	0	0	4	1	0	2
NATFUFGE	3	4	0	1	2	5	2	4	2	5	2	5	2	0	0	0	0	0	1	0	4
NIEDBACH	4	4	0	1	4	0	2	4	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	4	0	5
NIEDBACHMN	4	3	0	1	3	0	3	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	5
NIEDBACHV	4	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
NIEDER	3	4	0	2	5	5	1	5	2	3	3	5	2	0	0	0	0	0	3	0	4
OBSTGEXTA	1	3	4	5	4	4	1	4	2	4	2	3	1	0	0	0	0	3	3	0	3
OBSTGEXTJ	0	2	4	4	2	4	1	3	2	3	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	2
OBSTGINT	0	2	0	3	1	3	1	3	0	3	1	2	0	0	0	0	0	5	0	0	2
OBSTREIHA	0	3	3	4	3	4	5	3	0	4	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	2
OBSTREIHJ	0	2	3	3	2	4	2	2	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1

OBSTSTR	0	2	0	3	1	3	1	2	0	3	1	2	0	0	0	0	5	0	0	2
PERLACKE	3	5	0	1	4	0	2	5	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	4
PG	2	4	0	4	3	4	1	3	2	4	1	2	3	0	0	0	0	2	0	3
PKA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSK	3	5	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
QUELL	0	1	0	1	4	3	0	4	0	1	0	2	2	0	0	0	0	1	0	5
RANDMOWA	5	5	0	2	5	5	2	5	2	5	3	5	3	0	0	0	0	0	0	4
RÖ	3	4	1	1	4	3	2	4	0	3	4	4	3	0	0	0	0	2	0	4
RUDRAIN	0	1	0	2	2	4	1	3	3	2	0	2	1	0	0	0	0	1	0	2
RUFLGE	0	3	1	2	2	3	1	3	3	2	0	2	1	0	0	0	0	2	0	2
RUFLOF	0	2	0	2	2	3	1	2	3	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
SALZ	0	2	0	2	5	3	1	3	0	3	0	3	3	0	0	0	0	2	0	0
SAND	3	2	0	2	3	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	1	3
SCHLAG	0	3	2	4	3	3	2	3	2	3	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2
SCHOTTER	3	2	0	1	3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	1	2
SCHUTT	1	1	0	0	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
SCHWING	2	5	0	1	5	5	2	5	2	2	0	4	3	0	0	0	0	2	0	5
SEGR	2	4	1	1	4	5	1	4	0	3	1	4	2	0	0	0	0	2	0	4
SEKL	1	3	0	1	4	5	0	4	0	3	0	4	2	0	0	0	0	1	0	4
SERP	0	1	0	2	5	1	0	1	0	2	0	2	3	0	0	0	0	1	0	0
SG	3	2	0	2	2	1	1	2	1	3	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
SILITR	0	1	1	3	5	1	1	2	1	2	0	3	3	0	0	0	0	5	0	1
SOBAUMWEA	1	3	1	3	4	4	1	4	1	4	1	3	1	0	0	0	0	2	3	3
SOBAUMWEJ	0	2	0	2	2	4	1	3	1	4	0	2	0	0	0	0	0	2	1	2
SOBAUMWIA	1	3	2	4	4	4	1	4	2	4	1	3	1	0	0	0	0	2	3	3
SOBAUMWIJ	0	2	2	3	2	4	1	3	2	3	0	2	0	0	0	0	0	2	2	2
SONK	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SONSTSOND	0	3	0	2	4	2	0	3	0	2	0	3	1	0	0	0	0	3	0	2
STAURAIN	0	1	0	2	2	4	2	3	2	3	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2
STEILW	0	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STK	5	3	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	5
STN	5	4	1	1	3	0	3	5	0	0	0	4	2	0	0	0	0	3	4	5
SV	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	4	0	0	0
TEMPWILD	3	4	0	0	3	0	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	4
UFER	0	4	0	2	4	4	1	4	0	2	0	3	1	0	0	0	0	3	0	4
UFPION	0	4	0	2	4	3	2	4	0	2	0	1	1	0	0	0	0	2	0	3
VB	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1
VORWA	3	4	0	2	4	5	2	5	2	5	3	5	2	0	0	0	0	1	0	3
VS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
VV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
VW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
W	5	5	0	2	4	5	3	5	1	5	4	5	3	0	0	0	0	0	0	3
WEE	0	3	3	4	5	4	1	3	1	3	0	3	1	0	0	0	0	3	3	2
WEI	0	2	0	2	2	3	0	3	0	2	0	2	0	0	0	0	0	5	0	2
WEMI	0	3	1	3	3	4	1	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	4	2	2
WGI	0	1	0	0	1	4	1	3	0	3	1	1	0	0	0	0	0	5	0	2
WGM	0	1	0	1	2	4	1	3	0	3	1	1	0	0	0	0	0	4	0	2
WIE	0	3	3	4	5	4	2	3	2	3	0	3	1	0	0	0	0	3	3	2
WII	0	2	0	2	1	2	0	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	5	0	2
WINDSTRF	3	4	1	3	3	4	2	4	1	5	2	4	1	0	0	0	0	0	0	3
WMI	0	3	1	3	3	4	2	3	1	3	0	3	0	0	0	0	0	4	2	2
WMNAUWAHART	5	5	1	3	4	5	3	5	3	5	4	5	2	0	0	0	0	4	0	3
WMNAUWANAD	5	5	1	2	4	5	2	5	2	5	4	5	2	0	0	0	0	2	0	3

WMNAUWAWEICH	5	5	1	3	4	5	3	5	3	5	4	5	2	0	0	0	0	4	0	4
WMNAUWAWEID	5	4	1	3	4	5	2	5	2	5	4	5	2	0	0	0	0	3	0	4
WMNBUCHWA	5	5	1	2	4	5	2	5	3	5	5	5	2	0	0	0	0	4	0	3
WMNEDELLBUG	3	4	1	2	3	5	2	5	2	5	3	5	2	0	0	0	0	2	0	4
WMNEICHWA	5	5	1	2	4	5	3	5	3	5	5	5	2	0	0	0	0	4	0	3
WMNERLENRUG	3	4	1	2	3	5	2	4	2	5	3	5	2	0	0	0	0	2	0	4
WMNESCHAHWA	5	5	1	3	4	5	2	5	3	5	3	5	2	0	0	0	0	4	0	3
WMNFICHTWA	5	5	1	2	4	5	3	5	3	5	5	5	2	0	0	0	0	3	0	3
WMNFÖHRWA	5	5	1	2	4	5	2	4	2	5	5	5	2	0	0	0	0	3	0	3
WMNGERLAUWA	5	5	1	2	4	5	2	5	2	5	3	5	2	0	0	0	0	3	0	4
WMNHOPFWA	5	5	1	2	4	5	3	5	3	5	4	5	2	0	0	0	0	4	0	3
WMNKASTANW	5	5	1	3	4	5	4	5	3	5	3	5	2	0	0	0	0	4	0	3
WMNLÄRCHWA	5	5	1	2	4	5	3	5	3	5	5	5	2	0	0	0	0	3	0	3
WMNWEIDENUG	3	4	1	2	3	5	2	4	2	5	3	5	2	0	0	0	0	2	0	4
WNAUWAHART	5	5	2	3	5	5	3	5	3	5	4	5	3	0	0	0	0	5	0	3
WNAUWANAD	5	5	2	2	5	4	2	5	2	5	4	5	3	0	0	0	0	4	0	3
WNAUWAWEICH	5	5	2	3	5	5	3	5	3	5	4	5	3	0	0	0	0	5	0	4
WNAUWAWEID	5	4	2	3	5	5	2	5	2	5	4	5	3	0	0	0	0	4	0	4
WNBUCHWA	5	5	2	2	5	5	3	5	3	5	5	5	3	0	0	0	0	5	0	3
WNEDELLBUG	3	4	2	2	4	5	2	4	2	5	3	5	3	0	0	0	0	3	0	4
WNEICH	5	5	2	2	5	5	3	5	3	5	5	5	3	0	0	0	0	5	0	3
WNEICHWA	5	5	2	2	5	5	3	5	3	5	4	5	3	0	0	0	0	5	0	3
WNERLENRUG	3	4	2	2	4	5	2	4	2	5	3	5	3	0	0	0	0	3	0	4
WNESCHAHWA	5	5	2	3	5	5	2	5	3	5	3	5	3	0	0	0	0	5	0	3
WNFICHTWA	5	5	2	2	5	5	3	5	3	5	5	5	3	0	0	0	0	4	0	3
WNFÖHRWA	5	5	2	2	5	5	2	4	2	5	5	5	3	0	0	0	0	2	0	3
WNGERLAUWA	5	5	2	2	5	5	2	5	2	5	3	5	3	0	0	0	0	5	0	4
WNHOPFWA	5	5	2	2	5	5	3	5	3	5	4	5	3	0	0	0	0	5	0	3
WNKASTANW	5	5	2	3	5	5	4	5	3	5	3	5	3	0	0	0	0	5	0	3
WNLÄRCHWA	5	5	2	2	5	5	3	5	3	5	5	5	3	0	0	0	0	4	0	3
WNSONNATUG	3	4	2	2	4	5	2	4	2	5	4	5	3	0	0	0	0	3	0	4
WNWEIDENUG	3	4	2	3	4	5	2	4	2	5	4	5	3	0	0	0	0	3	0	4
WS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
ZWERG	0	2	0	2	4	4	1	3	1	3	0	3	1	0	0	0	0	2	0	2

8 Danksagung

An allererster Stelle möchte ich meinem Betreuer Herrn Ass. Prof. Dr. Thomas Wrbka danken. Ich danke ihm für die verlässliche Betreuung und die wertvollen Tipps und Hinweise, die maßgeblich zu einem Gelingen dieser Arbeit beitrugen.

Ich danke auch Mag. Michael Kuttner des CVL für seine Hilfestellung bei der Auswertung meiner Daten.

Zusätzlich möchte ich Dr. Liana Geidezis und Melanie Kreutz vom BUND-Projektbüro Grünes Band für ihre Unterstützung und ihr Interesse danken.

Des Weiteren danke ich herzlich Dr. Helmut Schlumprecht vom Büro für ökologische Studien und Karin Kowol (BUND Thüringen) für die große Hilfe bei der Auswahl meiner Untersuchungsgebiete.

Mark Nichols und Linda Tiszl möchte ich sehr für die sprachliche Unterstützung bei der Verfassung meines englischsprachigen Publikationsmanuskripts danken.

9 Lebenslauf

Name	Marie Radicke (geb. Fengler)
E-Mail	marie-radicke@posteo.de
Geburtsdatum	28.07.1982
Geburtsort	Frankfurt/M.

BERUFSERFAHRUNG

seit April 2013	Umweltpädagogin, Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V., Umweltstation Rothsee, Hilpoltstein
-----------------	---

NEBENTÄTIGKEITEN

seit Okt 2013	Freie Mitarbeiterin, Projekt „Kluge Köpfe sparen Energie“, Umweltstation Nürnberg, Nürnberg
seit Juni 2012	Freie Mitarbeiterin, Bund Naturschutz in Bayern e.V., Nürnberg
Aug 2009 - April 2013	Freie Mitarbeiterin, Zoologische Beratung Filander-Verlag, Fürth

BILDUNGSWEG

seit Okt 2010	Masterstudium „Naturschutz und Biodiversitätsmanagement“, Universität Wien
Okt 2003 - Nov 2009	Diplomstudium Biologie, Universität Bonn
Juni 2002	Abitur, Hulda-Pankok-Gesamtschule Düsseldorf

FACHSPEZIFISCHE PRAKTIKA

Juli 2011 - Sept 2011	Praktikum, Bund Naturschutz in Bayern e.V., Nürnberg
Mai 2010 - Sept 2010	Praktikum, Wiederansiedlungsprojekt des Europäischen Nerzes, Euronerz e.V., Marpingen-Berschweiler
April 2009 - Juni 2009	Praktikum inkl. Datensammlung Diplomarbeit, Lobopark Antequera, Spanien
Okt 2007	Freiwilligenarbeit, Meeresschildkröten-Projekt „La Tortuga Feliz“, Costa Rica
Mai 2007 - Juni 2007	Praktikum, Biologische Station, Bonn
Sept 2004	Freiwilligenarbeit, „Ekipaz - Hellenic Wildlife Hospital“, Griechenland
Mai 2003 - Aug 2003	Freiwilligenarbeit, „Archelon - Sea Turtle Protection Society of Greece“, Griechenland