

Loseblatt # 17

AGROFORST UND LANDSCHAFTSBILD – TEIL 3: LANDSCHAFTSSTRUKTURANA- LYTISCHE EIGNUNGSBEWERTUNG – FLÄCHENKLASSIFIZIERUNG MIT GIS UND LANDSCHAFTSSTRUKTURMAßEN

Rico Hübner, Isabel Augenstein, Bernhard Förster



Agroforst und Landschaftsbild – Teil 3: Landschaftsstrukturanalytische Eignungsbewertung – Flächenklassifizierung mit GIS und Landschaftsstrukturmaßen

Autoren

Rico Hübner*, Isabel Augenstein, Bernhard Förster

Anschriften und Kontaktdaten

Dr. Rico Hübner, Dr. Isabel Augenstein, Dr. Bernhard Förster, Technische Universität München, Lehrstuhl für Strategie und Management der Landschaftsentwicklung, Emil-Ramann-Straße 6, 85354 Freising-Weihenstephan

*e-mail: rico.huebner@tum.de

Forschungsprojekt

"Innovationsgruppe AUFWERTEN – Agroforstliche Umweltleistungen für Wertschöpfung und Energie"

Projektlaufzeit: 01.11.2014 bis 31.07.2019

URL: <http://agroforst-info.de/>

Förderung und Förderkennzeichen:

Die Förderung des Projektes erfolgte durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenprogramms Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA)

Förderkennzeichen: 033L129

Die Verantwortung für den Inhalt dieses Loseblattes liegt bei den Autoren.

Freising, den 11.05.2020

INHALTSVERZEICHNIS_Toc58790273

Verzeichnis der Abkürzungen	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	5
Zusammenfassung	6
1 Landschaftsstrukturanalyse mittels GIS und Auswertung von Fernerkundungsdaten	7
2 Berechnung landschaftsästhetischer Indizes	7
2.1 Bewertungsrahmen- und Kriterien	7
2.2 Ausarbeitung einer Gebietskulisse zur Eignung von AFS nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten	8
2.2.1 A – Eignungsgebiete	9
2.2.2 B – Eignungsgebiete unter besonderen gestalterischen Anforderungen	9
2.2.3 C – Ausschlussgebiete	11
2.3 Überblick zu den berechneten Indices	12
2.4 Kammerung der Landschaft	12
2.4.1 Zielstellung und Vorgehensweise (Index #1)	12
2.4.2 Berechnung (Index #1)	13
2.4.3 Verifizierung (Index #1)	19
2.4.4 Aufbereitung für die Anwendung in Meta-AfS (Index#1)	29
2.5 Diversität der Landschaft	30
2.5.1 Zielstellung und Vorgehensweise (Index #2)	30
2.5.2 Berechnung (Index #2)	31
2.5.3 Verifizierung (Index #2)	39
2.5.4 Aufbereitung für die Anwendung in Meta-AfS (Index#2)	47
2.6 Bestehende Beeinträchtigungen – Verdeckung technischer Strukturen	48
2.6.1 Zielstellung und Vorgehensweise (Index #3)	48
2.6.2 Berechnung (Index #3)	49
2.7 Freihaltung besiedelter sowie ästhetisch oder kulturhistorisch bedeutsamer Bereiche	53
2.7.1 Zielstellung und Vorgehensweise (Index #4)	53
2.7.2 Berechnung (Index #4)	53
2.8 Verknüpfung der berechneten landschaftsästhetischen Indices	57
2.8.1 Zielstellung und Vorgehensweise	57
2.8.2 Verknüpfung Index #1 und #2	57
2.8.3 Verknüpfung Index #3 und „offenes Umfeld“ #4	58
3 Fazit zur Agroforstwirtschaft und Landschaftsbild	58
3.1 Hinweise zur gestalterischen Optimierung von AFS	58
3.2 Epilog	60
Literatur	60
Anhang	I
Tabellen	I

Skripte	III
GPS_Testdaten.r	III
SQL Abfragen	V

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

AFS	— Agroforstsysteme
ATKIS	— Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem
AUFWERTEN	— Agroforstliche Umweltleistungen für WERTschöpfung und ENergie
BauGB	— Baugesetzbuch
BB	— Brandenburg
BNatSchG	— Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege
BTLN	— Flächendeckenden Biotop- und Landnutzungskartierung
CIR	— Color-Infrarot
DHDN	— Deutsches Hauptdreiecksnetz
ED	— <i>Edge Density</i>
EE	— Erneuerbaren Energien
ELC	— <i>European Landscape Convention</i>
ESRI	— <i>Environmental Systems Research Institute</i>
EW	— Einwohner
GAP	— Gemeinsame Agrarpolitik der EU
GIS	— Geoinformationssystemen
GPS	— <i>Global Positioning System</i>
ha	— Hektar
HNV	— High Nature Value
Int.	— Intervall
LBE	— Landschaftsbildeinheit
LE	— Landschaftselement
LF	— landwirtschaftlich genutzten Fläche
MRB	— Multiple Ring Buffer
ROG	— Raumordnungsgesetz
SHDI	— Shannon's Diversitätsindex
THG	— Treibhausgase
VO	— Verordnung
WEA	— Windenergieanlagen

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Definition einer dreigliedrigen Gebietskulisse zur Eignung von AFS nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten	8
Abbildung 2: <i>Join Data</i> -Dialog in ArcMap.....	14
Abbildung 3: Kartenausschnitt mit ausgewählten Flächendaten der BTLN	15
Abbildung 4: Kartenausschnitt zeigt Flächendaten nach dissolve (a) und nach aggregate polygon (b).....	15
Abbildung 5: Karte zur Liniendichte im Hintergrund (blau); aggregierte Waldflächen (grün) 16	
Abbildung 6: Karte zur „Kammerung der Landschaft“ basierend auf Flächendaten der Biotoptypenkartierung.....	17
Abbildung 7: Karte zur „Kammerung der Landschaft“ basierend auf Liniendaten der Biotoptypenkartierung.....	17
Abbildung 8: Ergebniskarte zur „Kammerung der Landschaft“ basierend auf Flächen- und Liniendaten.....	18
Abbildung 9: <i>Zonal Statistics as Table</i> -Dialog.....	18
Abbildung 10: Ergebnis der Zonal Statistics as Table-Berechnung.....	18
Abbildung 11: <i>Join</i> -Dialog zur Kammerung	19
Abbildung 12: Gesamtkarte mit Darstellung der „Kammerung der Landschaft“ je Flurstück im Modellgebiet in 10 Klassen	21
Abbildung 13: Lage des Transektes zur Verifizierung von Index #1 „Kammerung der Landschaft“ in der Indexkarte (a) und im Luftbild (b)	22
Abbildung 14: R-Dialog nach Ausführung des Skriptes.....	23
Abbildung 15: Neu angelegte *.gpx-Datei nach Ausführen des R-Skriptes	23
Abbildung 16: Übertragen der Wegpunkte mit dem Programm MapSource	23
Abbildung 17: Panoramaaufnahmen zur Verifizierung der „Kammerung der Landschaft“	25
Abbildung 18: Gesamtkarte mit Festlegung der Eignungskategorien A-B-C je Flurstück im Modellgebiet.....	28
Abbildung 19: Zuordnung des Indexwertes „Kammerung der Landschaft“ zur Eignungsklasse A, B oder C.....	29
Abbildung 20: Die Biotoptypenkarte wird mittels <i>Fishnet</i> in Analysefelder unterschiedlicher Größe zerlegt a) 125 m, b) 250 m, c) 500 m)	31
Abbildung 21: Tabelleneigenschaften der Diversitätsdatenbank	32
Abbildung 22: Tabellen (a) und Abfragen (b) der Access Datenbank.....	32
Abbildung 23: Ergebnistabelle aus der MS-Access Berechnung mit den Werten für „Shannon“ und „Evenness“	33
Abbildung 24: <i>Customize</i> -Dialog im ArcCatalog	33
Abbildung 25: Dialog zur Erstellung neuer Datenquellen in Windows (a) und ODBC-Setup Dialog (b)	34
Abbildung 26: Histogramme des SHDI (a) und der Evenness (b) in der Modellregion	34

Abbildung 27: Gesamtkarte zu Shannons Diversitäts Index (SHDI) im Modellgebiet (gleiche Intervallgröße)	35
Abbildung 28: <i>Dissolve</i> -Dialog	36
Abbildung 29: Zwischenergebnisse für die „Diversität der Landschaft“ (Shannon’s Index) nach dem Zusammenführen der Werte (a) und nach <i>dissolve</i> (b)	37
Abbildung 30: Zwischenergebnisse für die „Diversität der Landschaft“ (Evenness) nach dem Zusammenführen der Werte (a) und nach <i>dissolve</i> (b)	37
Abbildung 31: Gesamtkarte mit Darstellung der „Diversität der Landschaft“ je Flurstück im Modellgebiet (SHDI-Werte)	38
Abbildung 32: Lage des Transektes zur Verifizierung des Index #2 „Diversität der Landschaft“ in der Indexkarte (a) und im Luftbild (b)	39
Abbildung 33: Panoramaaufnahmen zur Verifizierung der „Landschaftsdiversität“	41
Abbildung 34: Luftbildausschnitte zur Verifizierung von Index #2 „Diversität der Landschaft“	44
Abbildung 35: Gesamtkarte mit Festlegung der Eignungskategorien A-B-C je Flurstück im Modellgebiet	46
Abbildung 36: Zuordnung des Indexwertes „Kammerung der Landschaft“ zur Eignungsklasse A, B oder C	48
Abbildung 37: Multiple Ring Buffer-Dialog	50
Abbildung 38: Zwischenergebnisse zur Pufferung der Landschaftsbeeinträchtigung basierend auf flächen- und punktförmigen Daten in ausgewählten Kartenausschnitten ...	50
Abbildung 39: Ausschnitt der Empfehlungskarte zu Bestehende Beeinträchtigungen mit dem Ziel der Verdeckung technischer Strukturen	51
Abbildung 40: Gesamtkarte zur empfohlenen Verdeckung bestehender landschaftsästhetischer Beeinträchtigung im Modellgebiet	52
Abbildung 41: Zwischenergebnisse für MRB „Offenes Umfeld“ auf Basis von Punktdaten (a) und Flächendaten (b)	55
Abbildung 42: Gesamtkarte zur empfohlenen Freihaltung besiedelter sowie ästhetisch oder kulturhistorisch bedeutsamer Bereiche im Modellgebiet	56
Abbildung 43: Verknüpfung der Eingangsdaten zum Ergebnislayer	57
Abbildung 44: Entscheidungslogische Verknüpfung der Zwischenergebnisse zur „Kammerung der Landschaft“ und „Diversität der Landschaft“	58

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Überblick berechneter Indices und deren Bezug zur Ausweisung von Eignungsgebieten	12
Tabelle 2:	Metadaten „Kammerung der Landschaft“	13
Tabelle 3:	Auswahl der Elemente zur Berechnung der „Kammerung der Landschaft“	14
Tabelle 4:	Überblick zu Wegpunkten und Koordinaten für Index #1 „Kammerung der Landschaft“	24
Tabelle 5:	Ergebnisse der Expertenbewertung für Index #1 „Kammerung der Landschaft“ ..	27
Tabelle 6:	Flächenauswirkungen der Anwendung der Eignungskategorien für Index #1 „Kammerung der Landschaft“	27
Tabelle 7:	Flächenauswirkungen der Anwendung der Eignungskategorien für Index #1 „Kammerung der Landschaft“	29
Tabelle 8:	Metadaten „Diversität der Landschaft“	30
Tabelle 9:	Überblick zu Wegpunkten und Koordinaten für Index #2 „Diversität der Landschaft“	40
Tabelle 10:	Ergebnisse der Expertenbewertung für Index „Diversität der Landschaft“	45
Tabelle 11:	Flächenauswirkungen nach Eignungskategorien für Index #2 „Diversität der Landschaft“	47
Tabelle 12:	Flächenauswirkungen der Anwendung der Eignungskategorien für Index #2 „Kammerung der Landschaft“	47
Tabelle 13:	Metadaten „Bestehende Beeinträchtigungen“	48
Tabelle 14:	Auswahl der Elemente zur Berechnung der Landschaftsbeeinträchtigung	49
Tabelle 15:	Metadaten „Offenes Umfeld“ (Index #4)	53
Tabelle 16:	Auswahl der Elemente zur Berechnung des „Offenen Umfeldes“	54
Tabelle 17:	Überblick etablierter Landschaftsstrukturmaße (Teil 1)	I
Tabelle 18:	Überblick etablierter Landschaftsstrukturmaße (Teil 2)	II

ZUSAMMENFASSUNG

Für eine Klassifizierung von landwirtschaftlich genutzten Flächen bezüglich ihrer Eignung für Agroforstsysteme finden die Erkenntnisse aus „Agroforst und Landschaftsbild – Teil 1“ und „Teil 2“ eine planerische Berücksichtigung sowie technische Umsetzung für die Ebenen Flurstück, Betrieb, Kommune und Landkreis.

Als Möglichkeit zur Identifizierung geeigneter Agrarflächen für die Anlage von Agroforstsystemen aus landschaftsästhetischer Sicht, wurde eine Berechnung anhand von Landschaftsstrukturmaßen bzw. Landschaftsindizes, d.h. Merkmale der Landschaft, mittels Geoinformationssystemen (GIS) erfasst und ausgewertet. Zur Verifizierung der Berechnungsmethodik wurden Vor-Ort-Untersuchungen und ein Expertenbewertungsverfahren durchgeführt.

Zunächst wurden die Landschaftsstrukturindikatoren „Diversität der Landschaft“ und „Kammerung der Landschaft“ sowie Eignungs- bzw. Abstandsempfehlungen für „Bestehende visuelle Beeinträchtigungen“ sowie das sog. „Offene Umfeld“, d.h. die Freihaltung besiedelter sowie ästhetisch oder kulturhistorisch bedeutsamer Bereiche, ermittelt. Diese vier Komponenten wurden methodisch so weiterentwickelt, dass sie sich für eine halbautomatische Flächenprognose eignen. Ziel dieser Dokumentation ist es, die detaillierte Vorgehensweise Schritt für Schritt zusammenzufassen sodass diese Methode auch für andere Gebiete oder Regionen genutzt werden kann.

Die berechneten Indices münden in Empfehlungen für die Modellregion AUFWERTEN, d.h. in konkreten Flächenzuweisungen unterschiedlicher Eignung für die Anlage von Agroforstsystemen (A – sehr geeignet, B – geeignet und C – Ausschlussfläche). Die Flächeneignung bezieht sich dabei nur auf die zu erwartenden landschaftsästhetischen Implikationen und stellt damit lediglich ein Kriterium in der Multikriterien-Analyse des Entscheidungsunterstützungstools META-AFS dar.

Abschließend wird ein Fazit zu den Auswirkungen der Agroforstwirtschaft auf das Landschaftsbild gezogen und Hinweise zur gestalterischen Optimierung gegeben.

1 LANDSCHAFTSSTRUKTURANALYSE MITTELS GIS UND AUSWERTUNG VON FERNERKUNDUNGSDATEN

Aus welchen Elementen sich eine Landschaft zusammensetzt und in welcher Struktur diese Elemente angeordnet sind, hat einen wesentlichen Einfluss auf die visuell wahrgenommene Attraktivität einer Landschaft. Neuere Ansätze nutzen daher die Möglichkeiten, welche die Landschaftsstrukturanalyse mit Hilfe von Geoinformationssysteme (GIS) und der Auswertung von Fernerkundungsdaten wie z. B. Orthofotos bieten, um das landschaftsästhetische Potential von großen Räumen einzuschätzen.

Zur Landschaftsstrukturanalyse bietet sich ein umfangreicher Erfahrungsschatz an (vgl. z. B. Blaschke 2002, Botequilha Leitão u. a. 2006, Herbst u. a. 2007, Johnson & Patil 2007, Lang & Blaschke 2007, Uuemaa u. a. 2009, Walz 2006). Die Konzepte der „*Landscape Metrics*“ haben ihre konzeptionelle Verankerung primär in landschaftsökologischen Zusammenhängen (Fry u. a. 2009). Dennoch bietet sich eine Reihe von Anknüpfungspunkten. Für die Bewertung der Landschaftsästhetik sind einige Landschaftsstrukturmaße sehr gut geeignet, wenn nicht gar prädestiniert, einen Landschaftsraum zu analysieren und anschließend zu bewerten. Sang u. a. (2008) untersuchten beispielsweise den Zusammenhang, *“how well landscape metrics predict the results on preference from the Visulands Pan European Survey and the implications of this for the role of preference metrics and visualisation methods in planning processes such as landscape character assessment.”* Die Verknüpfung zwischen *Landscape Metrics* und Landschaftsästhetik-Parametern im speziellen – neben zahlreichen anderen Punkten – ist bei Palmer (2004) und in einer Metaanalyse von Uuemaa u. a. (2009) ausführlich dargestellt. Die vielfältigen Berechnungsmöglichkeiten für Landschaftsstrukturmaße können mit dem Programm FRAGSTATS (2015) durchgeführt werden. An dieser Stelle sei auch auf die Dokumentation des Programms verwiesen, die viele der gängigen Landschaftsstrukturmaße vorstellt. Einen Überblick weiterer im Einzelfall geeigneter Ansätze etablierter Landschaftsstrukturmaße aus der Literatur liefern Tabelle 17 und 16 im Anhang.

Die Vielfalt der Landschaft wird im Besonderen durch die Vielfalt der Landnutzung geprägt, d.h. grundlegend im Muster bzw. Verteilung der Acker und Grünlandflächen sowie dem Vorhandensein von Landschaftselementen oder Biotopen. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass Ackerflächen und Grünlandflächen ab einer gewissen Größe als monoton angesehen werden (Liebhard 2007).

In Anlehnung an die Wasser-Präferenz-Theorie nach Bourassa (1991) wird auf die herausgehobene Bedeutung von Gewässern für Präferenzurteile zum Landschaftsbild hingewiesen (Roth 2012). Sowohl die landwirtschaftliche Nutzung als auch die Gewässer sind im Rahmen der flächendeckenden Biotoptypenkartierung erfasst (Landesumweltamt Brandenburg 2007). Walz (2011a, 2013) beispielsweise unterscheidet bei der Landschaftsvielfalt in naturräumliche Vielfalt (z. B.: Relief, Boden, Gewässer) und der kulturlandschaftlichen Vielfalt (z. B.: Anteile der Hauptlebensräume, Vielfalt der Flächennutzung, Anzahl der Ökotope, Vernetzung der Lebensräume). Als Datenbasis verwendete Walz (2011a, 2013) ATKIS-Daten.

2 BERECHNUNG LANDSCHAFTSÄSTHETISCHER INDIZES

2.1 Bewertungsrahmen- und Kriterien

Bei der Etablierung der Agroforstwirtschaft als neue Landnutzungsform in Deutschland sind positive wie negative Auswirkungen auf den Zustand des Landschaftsbildes zu erwarten (Klein u. a. 2015, Reeg & Brix 2008). Einerseits kann ein Risiko der Verschlechterung des Landschaftsbildes bestehen, andererseits kann ein Potenzial einer Verbesserung bestehen. Für viele Experten sind

durch die Etablierung von AFS eher positive Effekte auf das Landschaftsbild zu erwarten. Beispielsweise kann nach Schumann (2005) die Attraktivität der Landschaft durch AFS gesteigert werden, insbesondere auch mit positiver Wirkung auf die Naherholungsfunktion der Landschaft. Darüber hinaus sind Ausprägungen der Landschaft zu erwarten, in denen – je nach AFS-Typ – eine Verbesserung oder eine Verschlechterung des Landschaftsbildes eintritt. Diese Bereiche erfordern eine besondere Berücksichtigung der Ausgestaltung bzw. der Auswahl des AFS-Typs. Im **Loseblatt # 15** werden Agroforstsysteme systematisiert und fünf charakteristische Typenklassen gebildet (Hübner u. a. 2019a).

Für das Modellgebiet AUFWERTEN wird daher für die Gebietseignung bezüglich AFS eine dreigliedrige Gebietskulisse erstellt (eine detaillierte Beschreibung der Eignungsklassen erfolgt in **Loseblatt # 54** (Böhm u. a. 2019):

- A) Uneingeschränkte Eignungsgebiete für AFS;
- B) Eignungsgebiete unter besonderen gestalterischen Anforderungen;
- C) Ausschlussgebiete für AFS;

Datengrundlagen zur Bestimmung der Eignung unter diesen Aspekten sind beispielsweise Landnutzungsdaten, Biotopkartierungen oder Materialien zu Landschaftsrahmenprogrammen der Länder. Neben der Eignung aus landschaftsästhetischer Sicht sind selbstverständlich auch anderer Aspekte für die Gesamtbetrachtung zur Eignung zu berücksichtigen (vgl. **Loseblatt # 55** von Tsonkova u. a. (2019)).

Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, auch eine Kategorie für Einzelfallentscheidungen für Fälle einzufordern, die nur durch direkte Anschauung im Gelände entschieden werden können.

2.2 Ausarbeitung einer Gebietskulisse zur Eignung von AFS nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten

Für die Bewertung der Eignung der Landschaft für die Anlage von AFS wird für die Eignungsbewertung eine dreigliedrige Gebietskulisse genutzt. Diese ist durch eine vierte Kategorie „Einzelfallentscheidung“ im Bedarfsfall zu untersetzen (Abbildung 1).

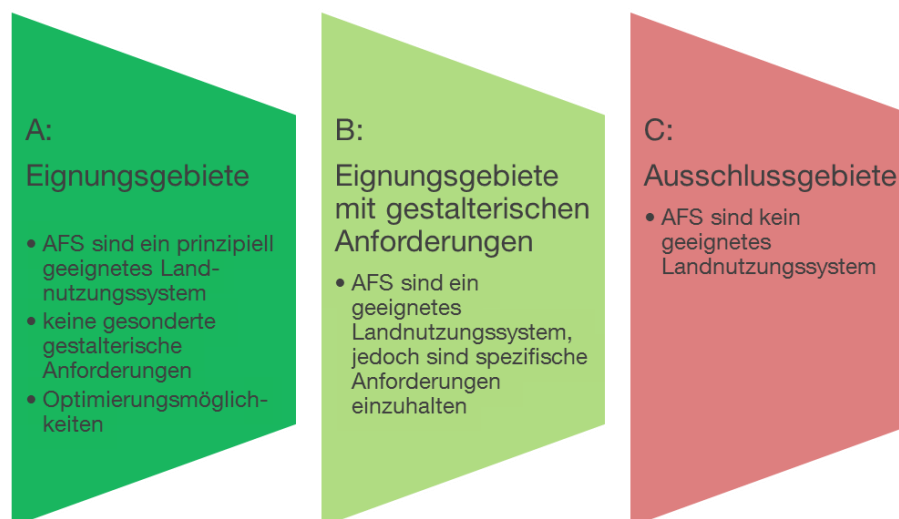


Abbildung 1: Definition einer dreigliedrigen Gebietskulisse zur Eignung von AFS nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten

2.2.1 A – Eignungsgebiete

Als Eignungsgebiet für Agroforstsysteme wird eine räumliche Abgrenzung verstanden, in denen solche Systeme verglichen zur derzeitigen Flächennutzung ein prinzipiell geeignetes Landnutzungssystem darstellen, ohne dass mit negativen Effekten auf das Landschaftsbild gerechnet werden müsste, auf die mit gestalterischen Anforderungen gesondert zu reagieren wäre.

Zunächst wirkt der Anteil an Wald und Gehölzen in der jeweiligen Region für das Landschaftsbild prägend (vgl. Blaschke 1999, von Schnakenburg & Schmieder 2008). In waldarmen Gebieten stellen geschlossene Gehölzkomplexe eine Bereicherung des Landschaftsbildes dar (Hofmann 2002, 2007). Die Anzahl und Anordnung begrenzender naturbürtiger Strukturen ist maßgeblich für den wahrnehmbaren Sichtraum und das Landschaftsempfinden (Augenstein 2002). Auch die Erkenntnisse im Zusammenhang mit Aufforstungsprojekten in den 1980er Jahren haben auf die positive, bereichernde Rolle von Wald- und Gehölz hingewiesen (Ammer & Pröbstl 1988). Auch können Gehölzstrukturen in der Agrarlandschaft positive Umweltleistungen erbringen¹.

Bei der Bewertung von AFS bezüglich der landschaftsästhetischen Auswirkungen steht zunächst der positive Effekt einer Bereicherung von strukturarmen bzw. vegetationsarmen Räumen im Vordergrund (Bender u. a. 2009). Bezüglich dieses Aspekts werden AFS auch durch Fachbehörden begrüßt, so durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2007), hernach Feldstreifen mit schnellwachsenden Baumarten die Struktur ausgeräumter Agrarlandschaften verbessern können. Wobei der Charakter des AFS als landwirtschaftliche Kultur anerkannt ist und somit nicht die gleichen Anforderungen gestellt werden, wie beispielsweise gegenüber Naturschutzhecken, da moderne Agroforststreifen zur Energieerzeugung erfahrungsgemäß deutlich artenärmer zu bewerten sind. Das Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) (2014) konnte darlegen, dass auch mit schnellwachsenden Baumarten begründete Feldstreifen eine Bereicherung offener Agrarlandschaften darstellen.

Vorrangig sind für die Handlungsempfehlung im Entscheidungsunterstützungstool Meta-AfS (vgl. **Loseblatt # 54** von Böhm u. a. (2019)). Gebiete als Eignungsgebiete zu identifizieren, die eine unterdurchschnittliche Bewaldung aufweisen: wie z. B. weiträumige Ackerbaugelände in denen naturnahe Landschaftselemente durch Maßnahmen der Flurbereinigung weitgehend entfernt wurden, Landschaften geringer Konnektivität der Landschaftselemente (Schäfer 2006) sowie Landschaften geringer Kammerung (Augenstein 2002).

2.2.2 B – Eignungsgebiete unter besonderen gestalterischen Anforderungen

Die Berücksichtigung von landschaftsästhetischen Aspekten erfordert vielfach (planerische) Vorbehalte bzw. Einzelfallentscheidungen. In den meisten Fällen kann durch Gestaltung der AFS (Bewirtschaftungsrichtung, Abstände, Artenmischungen, AFS-Typ, etc.) auf die Gegebenheiten reagiert werden.

Sensibilität ist bei der Standortwahl für AFS in touristisch stark frequentierten Räumen gefragt. Wenn die Erholungsfunktion der Landschaft im Vordergrund steht, können AFS durchaus für eine Verbesserung in Betracht gezogen werden, jedoch ist es hierbei wichtig, die Präferenzen der Nutzer zu kennen und zu berücksichtigen. AFS-Flächen könnten nach Nohl (2001) durchaus in der Nähe zu touristisch attraktiven Landschaften angelegt werden, insbesondere können AFS hier „reizarme

¹ Gesamtökologische Vorteile von AFS in der Landschaft liegen vor allem im Bereich Erhöhung der Strukturvielfalt und Habitatdiversifikation aber auch im Bereich der Reduktion von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Diese Effekte werden umso Größer sein, je intensiver die Flächen bisher landwirtschaftlich genutzt wurden. Auch aus naturschutzfachlicher Sicht können sich AFS nach Reeg u. a. (2008) in waldarmen, intensiv genutzten Gebieten positiv auswirken.

Offenlandschaften“ gliedern², Besonderheiten akzentuieren und die ästhetische Wirkung für das Landschaftserleben verbessern³.

Die Aufgabe regionaler Kulturlandschaften kann nach Reeg & Brix (2008) zu einem Verlust regionaler Identität führen. Allerdings ist einzuschränken, dass die frühere Landschaft noch im kollektiven Gedächtnis vorhanden sein muss. Eine noch frühere, nicht mehr existente (Kultur-) Landschaft kann durchaus einen noch höheren ästhetischen Wert besessen haben. Nach Krause (2006) können AFS ehemalige Landschaftsbestandteile aufgreifen und zweckdienlich abgeändert werden. Generell sollte bei der Anlage von AFS die Eigenheit der Landschaft gemäß Reeg & Brix (2008) bei der Gestaltung maßgeblich sein und damit der Landschaftscharakter erhalten bleibt. Denkbar ist durchaus auch eine Weiterentwicklung des Charakters unter Formung neuer Landschaftsbilder, beispielsweise auf Grundlage eines Leitbildes oder nach Wünschen und Anregungen lokaler *Stakeholder*. Eine Analyse der historischen Landschaft der Modellregion AUFWERTEN findet sich in **Loseblatt # 18** von Schulze (2019). Schäfer (2006) plädiert für die Berücksichtigung der historischen und aktuellen Wald-Offenlandverteilung. Die regionalen Gesetzmäßigkeiten der Waldverteilung können anhand historischer Karten, beispielsweise durch das Schmettausche Kartenwerk oder die Preußische Landesaufnahme aufgezeigt werden und so eine historisch begründbare Integration von AFS in die Landschaft erfolgen. Hierbei kommen Ansätze aus der Renaturierungsökologie beispielsweise in Bergbaufolgelandschaften zum Tragen.

Auflagen zur Pflanzung und auch zur anschließenden Bewirtschaftung von Gehölzen von können in allen gesellschaftsrelevanten Bereichen notwendig werden bzw. kommen dann zum Tragen, wenn ein Interessensausgleich gewährt werden muss, oder gewährt wird. Unbestritten ist dies der Fall aus planerischer Sicht, wenn beispielsweise Belange des Naturschutzes oder des Nachbarschaftsrechts tangiert sind⁴. Ein zweiter wichtiger Bereich der für die Berücksichtigung von Einzelfallentscheidungen oder die gezielte Auswahl gestalterischer Optionen zu Anlage von AFS ist der Zuständigkeitsbereich Wasserwirtschaft bzw. dort, wo der Gewässerunterhalt einen uneingeschränkten Zugang erfordert. Dann ist eine landschaftsästhetische Befürwortung u.U. nachrangig.

Einen hohen Stellenwert in der Bewertung der Landschaftsästhetik hat die Landnutzungscompatibilität. Hierunter wird ein Nebeneinander von inkompatiblen Flächennutzungen verstanden, sodass sich diese negativ beeinflussen (Augenstein 2002). Entsprechend nimmt die Raumplanung mit Zonierungsgebieten oder Abstandsregelungen Einfluss.

Demgegenüber sind auch Möglichkeiten in Betracht zu ziehen, indem die Anlage von AFS explizit genutzt wird, um als störend empfundene, bauliche oder technische Anlagen (sog. „Eingriffe in das Landschaftsbild“) in der Landschaft zurücktreten zu lassen. Denn eine reich gegliederte Landschaft kann störende Elemente absorbieren oder kaschieren (Augenstein 2002). Dies bezieht sich jedoch tendenziell auf bauliche Anlagen, wie z. B. eine Müllverbrennungsanlage, eine Schweinemastanlage oder eine Justizvollzugsanstalt oder technische Anlagen wie Sendemasten oder Freileitungen. Hieraus abgeleitet können AFS gezielt für die Umfeldgestaltung von Anlagen, zu deren harmonischeren Integration in das Landschaftsbild eingesetzt werden. So wird vielfach gefordert,

² Reizarme Landschaften: subjektive Wahrnehmung der Landschaft durch ein fühlendes Individuum und seine spezifischen psychischen Beziehungen zu derselben: z. B. ausgeräumte Agrarlandschaften ((Broggi 1999 in Schäfer 2006)).

³ Forschungen zu Streuobstbeständen, Feldhecken von Reeg & Brix (2008) haben hier durchaus positive Ergebnisse in der Wertschätzung durch Touristen gezeigt, allerdings ist nicht garantiert ist, dass sich diese Ergebnisse auch auf AFS einzu-eins übertragen lassen.

⁴ Beispielhaft zu nennen sind hier offene Wiesenlandschaften mit wiesenbrütenden Vogelarten. Seltene wiesenbrütende Vogelarten wie z. B. der Große Brachvogel (*Numenius arquata*), Wachtelkönig (*Crex crex*) oder der Kiebitz (*Vanellus vanellus*), können durch AFS im Lebensraum beeinträchtigt werden. Ideal zur Erhaltung solcher Standorte wäre die Weiterführung der bisherigen Grünlandnutzung oder gar die Rückführung in eine traditionelle Nutzungsform (Stichwort: Streunutzung). Die traditionelle Nutzung kann, unter der Prämisse einer entsprechenden Ausgleichszahlung eine Option darstellen, wenn kurz- bis mittelfristig selbst die aktuelle Nutzung nicht aufrechterhalten werden kann und eine Intensivierung zu befürchten ist. Unter solchen Umständen ist es daher angebracht, AFS nicht mit der bisherigen Nutzung zu vergleichen, sondern eine ökonomisch tragfähige zukünftige Alternative gegenüber der Nutzungsaufgabe darstellen (können).

dass bauliche Anlagen im Außenbereich durch entsprechende Bepflanzungen eingegrünt und in die umgebende Landschaft eingebunden werden. Es ist mittlerweile auch gängige Praxis, Silageballen in Landschaftsschutzgebieten mit grüner Wickelfolie zu versehen oder Biogasanlagen grün zu verkleiden. Weitere sinnvolle Einsatzbereiche von AFS wäre die Begleitbegrünung von staub- und lärmemittierenden Sand-, Kies- oder Kohleabbauanlagen, die Einfassung von Freiflächenanlagen, Mülldeponien, die Anlage entlang von Stromtrassen, auch im Wald, etc. Hier böte sich eine Vielzahl von Einsatzfeldern, die jedoch jeweils einzelfallspezifisch evaluiert werden sollten, um den gesetzlichen Anspruch an den Schutz und die Verbesserung des Landschaftsbildes zu erfüllen.

Darüber hinaus können regionale Vorgaben der Raumplanung, beispielsweise in Verordnungen zu Landschaftsschutzgebieten (LSG) die Vernetzung der Waldaußenränder mit Gehölzstrukturen der freien Landschaft vorgesehen sein, sodass AFS hier neue Möglichkeiten zur Aufwertung des Landschaftsbildes bieten können.

2.2.3 C – Ausschlussgebiete

Neben Eignungsgebieten ist es nach Reeg & Brix (2008) sinnvoll, auch Ausschlussgebiete räumlich abzugrenzen. Hierbei wären Flächen abzugrenzen, auf denen die Anlage von AFS nachteilig auf das Landschaftsbild wirkt.

Analog zu den fehlenden naturräumlichen (Gehölz-)Strukturen in der intensiv genutzten Kulturlandschaft kann eine Landschaft bei übermäßiger Ausstattung mit Gehölzstrukturen ebenfalls landschaftsästhetisch an Wert verlieren. Zu den Wirkungen unterschiedlicher Anteile von Wald in der Landschaft und der Beurteilung von Aufforstungen durch Erholungssuchende hat Hartweg (1976) umfangreiche Untersuchungen angestellt und später Ammer & Pröbstl (1988), (1991) ausgewählte Aspekte veröffentlicht. Hunziker (2000) konnte zeigen, dass brachebedingte Wiederbewaldung über einen mittleren Flächenanteil hinaus als ein Verlust an ästhetischer Qualität empfunden wird. Neuere Studien von Schermer u. a. (2011), ebenfalls im Alpenraum, haben die zunehmende Auffassung ehemals beweideten Grünlandes, die Verbrachung und in Folge Wiederbewaldung marginaler Standorte bezüglich der Wirkung auf Einheimische und Touristen untersucht. Landwirtschaftliche Extensivierungstendenzen wurden dabei über alle Gruppen zunächst positiv beurteilt, wobei Touristen beispielsweise die Bewaldung deutlich positiver bewerten als Einheimische. Die Einheimischen präferierten eher eine intensive Bewirtschaftung. Laut Reeg u. a. (2008) sind walddreiche Gebiete, in denen die Offenhaltung der Landschaft eine hohe Priorität hat und zusätzliche Waldflächen oft nicht erwünscht sind, für AFS auszuschließen. Auch Unseld u. a. (2011) kamen zu dem Ergebnis, dass zusätzliche Gehölze von Besuchern walddreicher Gebiete als störend, düster und erdrückend empfunden werden. Schäfer (2006) konnte aufzeigen, dass in walddreichen Gegenden Baden-Württembergs die anhaltende Waldmehrung neben Zielkonflikten mit dem Naturschutz auch zum Verlust traditioneller Kulturlandschaften geführt hat.

AFS können nach Krause (2006) das Landschaftsbild beeinträchtigen, wenn die Landschaftseigenart, der Landschaftsaufbau (Überdeckungsgrad, Anordnungsmuster), die Sichtbeziehungen (Aussicht, Ein-, Überblicke), wesensfremd abgeändert werden.

Eine besondere Rolle bei der Festlegung von Ausschlussgebieten spielen Naturdenkmale, schützenswerte Einzelschöpfungen der Natur, oder herausragende Landschaftselemente, die nicht verdeckt werden sollten, vor allem, wenn diese landschaftsbildprägend sind. Gleiches gilt im Falle, dass die Landschaftselemente für die Eigenart der Landschaft bedeutsam sind. Kulturell/ historisch/ religiös bedeutende Elemente sollten nicht verdeckt werden wie z. B. Feld- oder Wegekreuze. Für Relevante Blickbeziehungen zu größeren Objekten wie beispielsweise für Kirchen, Burgen und Seen sollten nicht verstellt werden. Hierbei ist deren Sichtbarkeit in der Landschaft ausschlaggebend für den Umfang des nicht für die Anlage von AFS geeigneten Umgriffs, der stark von Größe, Höhe und der Topographie abhängig ist.

Unter Umständen lassen sich die Empfehlungen nicht automatisiert aus verfügbaren Karten erstellen und erfordern eine fallabhängige Luftbildinterpretation oder eine Raumansprache der Gegebenheiten vor Ort. Für solche Bereiche ist eine vierte Gebietskategorie D, für die keine pauschal beurteilbaren Daten generierbar sind und in der Schlussfolgerung keine automatisierte Berechnung der Empfehlungsstufe A-B-C mit GIS erfolgen kann. Beispielhaft für diese Kategorie zu nennen wären z. B. schön und vielseitig strukturierte Waldränder/-säume oder Ökotope, die durch eine zu nahe Anlage von AFS ästhetisch negativ beeinträchtigt werden könnten.

2.3 Überblick zu den berechneten Indices

Der gewählte Ansatz zur Sichttraumanalyse sowie Analyse der Vielfalt an Landschaftsstrukturen basiert auf dem *Information Processing*-Modell von Kaplan & Kaplan (1989) und eignen sich insbesondere für die sog. „unspektakulären“ Landschaften. In **Loseblatt # 15** sind die theoretischen Konzepte und Hintergründe zur Landschaftsbildbewertung von Hübner u. a. (2019a) zusammengefasst.

Einen Überblick der GIS-Operationalisierung für die Eignungsfeststellung von Agroforstsystemen (AFS) nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten gibt Tabelle 1. Hierbei sind einige Indices geeignet, Informationen für alle Gebietskategorien zu generieren (z. B.: Index #1 „Kammerung der Landschaft“, #2 „Diversität der Landschaft“), während Index #3 („Bestehende Beeinträchtigungen“) und #4 („Offenes Umfeld“) mindestens gestalterische Auflagen beinhalten und auch Ausschlussgebiete ausweisen können.

Tabelle 1: Überblick berechneter Indices und deren Bezug zur Ausweisung von Eignungsgebieten

Index	A Eignungsgebiete	B Eignungsgebiete mit Auflagen	C Ausschlussgebiete
#1		Sichttraumanalyse (FL + LN → <i>line density</i>) Kammerung der Landschaft	
#2		Analyse der Vielfalt an Landschaftsstrukturen (FL + LN + PT → <i>shannon's index</i>) Landschaftsdiversität	
#3		Verdeckung technischer Strukturen (FL + LN + PT → <i>buffering</i> A≤10, 10-25m) Bestehende Beeinträchtigungen	
#4		Freihaltung besiedelter sowie ästhetisch o. kulturhistorisch bedeutsamer Bereiche (<i>buffering</i> ≥ 10, 30, 100, 250, 500 m) Offenes Umfeld	

2.4 Kammerung der Landschaft

2.4.1 Zielstellung und Vorgehensweise (Index #1)

Die Berechnung der „Kammerung der Landschaft“ beinhaltet eine Bewertung der Landschaft bezüglich deren Ausstattung mit Landschaftselementen, die den Sichtraum begrenzen (Augenstein 2002). Bis zu einem gewissen Grad der Kammerung ist die Anlage von AFS nach Expertenmeinung tendenziell zu befürworten. Hierbei ist davon auszugehen, dass AFS-Streifen als Landschaftselemente, an Stellen wo sie schwach ausgeprägt sind, entsprechend ergänzt werden können. Gleichzeitig dient die Methode auch der Herausarbeitung von Ausschlussgebieten (Kat. „C“), da davon

auszugehen ist, dass bei bestehender vergleichsweise starker „Kammerung der Landschaft“ negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild durch Überfrachtung mit AFS zu erwarten sind, sodass bei einer Vielzahl bestehender natürlicher Elemente von der zusätzlichen Pflanzung agroforstlicher Gehölze abgesehen werden sollte.

Mit der Analyse der Kammerung werden zusammenhängende Landschaftsstrukturen herausgearbeitet, die natürlichen Ursprungs sind bzw. die Elemente der natürlichen Raumausstattung sind. Hierbei werden jedoch nur diejenigen berücksichtigt, die eine klare vertikale Struktur aufweisen bzw. bei baumbestanden Flächen, diese eine Mindestdichte erreichen (min. 10 % Deckung). Zu nennen wären hier beispielsweise Hecken sowie die Ränder von Wäldern, Feldgehölzen und Röhrichten. Diese naturbürtigen linienhaften Strukturen werden mit Hilfe einer *Line Density*-Analyse (Liniendichte als Merkmal für Strukturreichtum) analysiert und hieraus der Index berechnet.

Tabelle 2: Metadaten „Kammerung der Landschaft“

Kategorie	Infos
Verwendete Programme	MS-Excel ArcGis 10.2.1 (ArcMap, ArcCatalog) Arcsoft Panorama Maker 6
Datengrundlage	Als Datengrundlage dienen die Flächen- und Liniendaten der Flächendeckenden Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) im Land Brandenburg – CIR-Biotoptypen 2009. Punktdaten werden nicht in diese Analyse einbezogen. Der zugrunde liegende Interpretationsschlüssel beinhaltet ca. 2.500 Biotoptypenklassen (BTLN-Kartiereinheiten), die durch inhaltliche Überarbeitung und Aggregieren der BBK-Biotoptypenklassen für eine Color-Infrarot-Luftbildinterpretation (CIR) abgeleitet wurden. Diese wurden durch die im Rahmen der Eingriffsregelung und diverser naturschutzfachlicher Planungsinstrumente kartierten „Biotope, geschützte Biotope und FFH-Lebensraumtypen“ lagereferenziert ergänzt (LUGV 2014).
Kennzeichnung bei Veröffentlichung	„Eigene Darstellung auf Grundlage der Flächendeckenden Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) – CIR 2009 – im Land Brandenburg nach Daten des Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg“

Zur Herstellung des räumlichen Bezugs und zur Kalibrierung der Gebietsklassen A-B-C mit den berechneten Index-Werten, wurden eine Reihe von Vor-Ort Begehungen entlang von in die Landschaft projizierten Transekten durchgeführt. Anhand von an Fixpunkten erstellten Panoramaaufnahmen wurde die Eignung der Landschaft für die Anpflanzung von Gehölzen in einem Workshop durch mehrere Experten bewertet. Nachdem sich diese Landschaften in ihrem Erscheinungsbild verändern, wird der Zielzustand dann möglicherweise als ästhetischer bewertet bzw. kann auch der gegenteilige Effekt eintreten. Die Stärke der Veränderung – zum positiven oder zum negativen bezüglich des Kriteriums „Schönheit“ – lässt sich zwar damit nicht per se erklären, allerdings sind die Bilder anhand berechneter Indexwerten zur „Kammerung der Landschaft“ bzw. „Vielfalt der Landschaft“ kalibriert, sodass das Werturteil nach Eignungsgebietsklassen (A-B-C) diesen Indexwerten zugeordnet werden kann.

2.4.2 Berechnung (Index #1)



Auswahl der landschaftsästhetisch wirksamen Strukturen aus der Biotoptypenkartierungsdaten und Aufbereitung in MS Excel

Herausfiltern der für das Modellgebiet und der „Kammerung der Landschaft“ relevanten Kategorien der Biotoptypenkartierung Brandenburg in MS-Excel (Tabelle 3). Anschließend Sortieren der

Daten nach den erläuterten Kriterien. Für die Darstellbarkeit als Fläche gilt eine Mindestgröße von 1.000 m². Isoliert liegende geschützte Objekte mit einer Flächengröße kleiner als 1.000 m² werden als Punkt dargestellt. Lineare Objekte mit einer Breite bis 10 m werden als Linie dargestellt.

Tabelle 3: Auswahl der Elemente zur Berechnung der „Kammerung der Landschaft“

Kategorie	Index #1 „Kammerung der Landschaft“
Punkt	nicht zutreffend
Linie	Alleen Baumreihen Gehölzsaum an Gewässern Hecken und Windschutzstreifen
Fläche	Feldgehölz und Gebüsche mit Gehölzdeckung ab 10 % Wälder Großröhrichte Gärten Obstbestände

2

Import in ArcMap

Modifizierte Excel-Tabelle mit Flächen- und Liniendaten der *dbf*-Tabelle *joinen* (Abbildung 2).

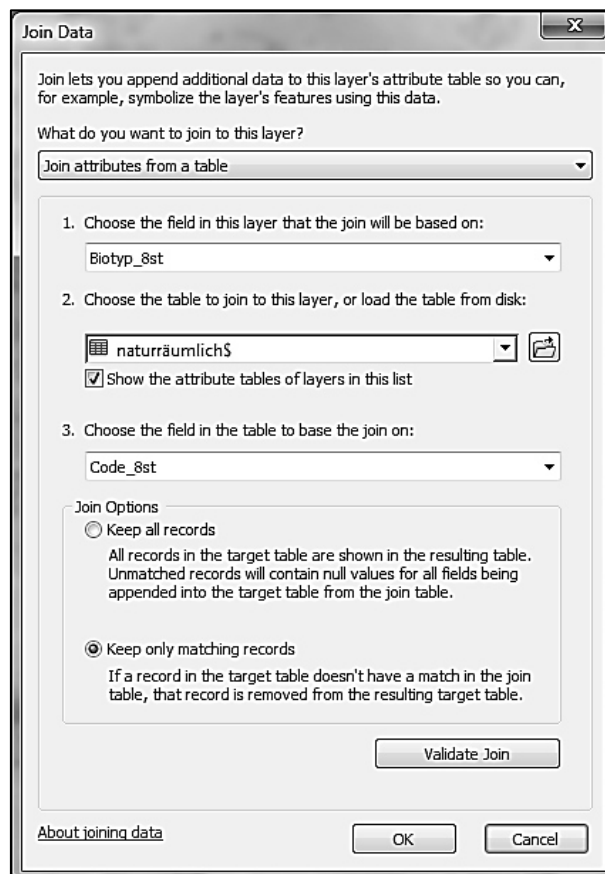


Abbildung 2: *Join Data*-Dialog in ArcMap

Resultierend sind nur noch die für das Modellgebiet relevanten Flächen- und Liniendaten in der neuen Attributtabelle vorhanden, dargestellt im Kartenausschnitt in Abbildung 3.



Abbildung 3: Kartenausschnitt mit ausgewählten Flächendaten der BTLN

3

Auflösen interner Strukturen

Das Zusammenfassen gleicher und zusammenhängender Gebiete erfolgt mit dem Tool *Dissolve*, sodass Linien innerhalb von homogenen Abschnitten (bspw. innerhalb des Waldes) aufgelöst werden und die *Line Density*-Analyse nicht verfälscht wird (Abbildung 4 a).

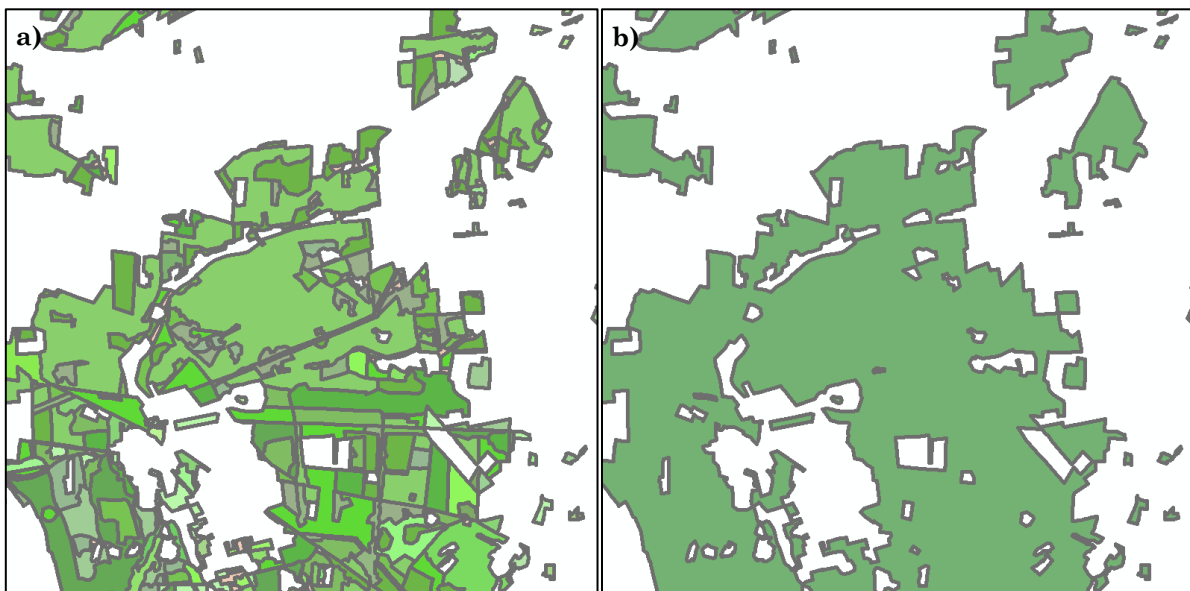


Abbildung 4: Kartenausschnitt zeigt Flächendaten nach dissolve (a) und nach aggregate polygon (b)

4

Minimieren der Liniendichte mittels Aggregate Polygon

Bearbeitungsschritt 5 hat die Minimierung von Trennlinien zwischen einzelnen Gebieten zum Ziel, da eine hohe interne Liniendichte einen Strukturreichtum darstellt, der für die Sichtraumanalyse

nicht relevant ist (vgl. Abbildung 4 a) vorher, b) nachher). Für die Aggregation wurde ein Mindestabstand von 50 m gewählt, da hierbei aufgrund der Mindestgröße der Biotoptypenkartierung keinerlei Strukturen verloren gehen.

5 Umwandlung der Polygone zu Linien

Um das Tool „Line density“ anwenden zu können, werden mit „Polygon to line“ die Polygone zu Linien umgewandelt.

6 Analyse der Liniendichte separat für flächige (A1) und linienhafte Daten (A2)

Die *Line Density*-Analyse zeigt, wie hoch die Liniendichte in einer Rasterzelle ist (Auflösung 25 m), (Abbildung 5a). Werden die zusammenhängenden Waldflächen darüber gelegt so ist das Zwischenergebnis für die Analyse der Liniendichte für die in Frage kommenden Flächen sichtbar.

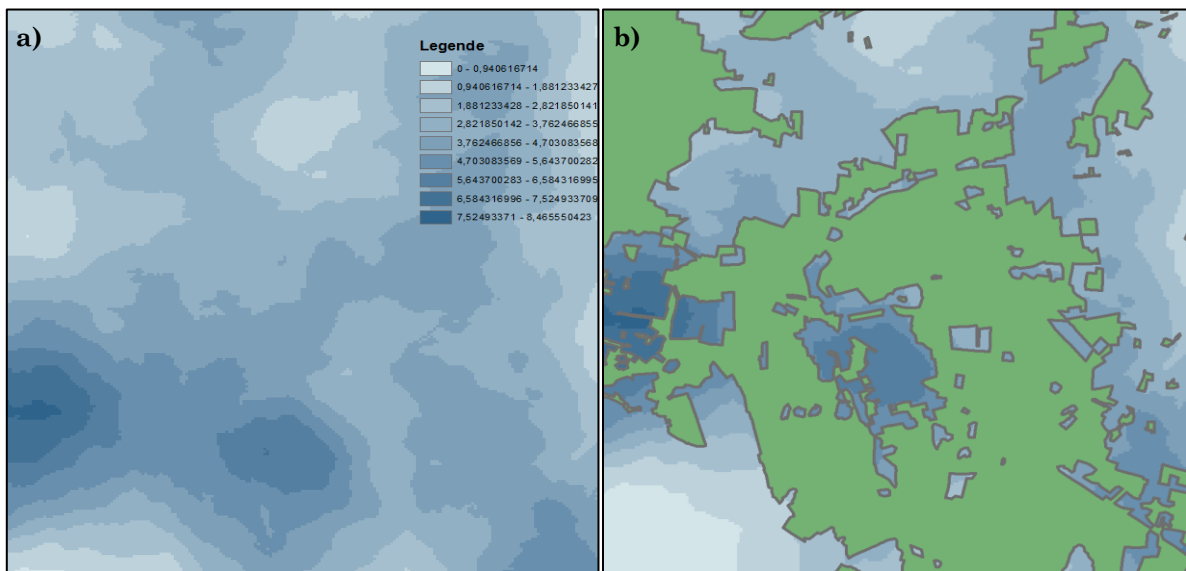


Abbildung 5: Karte zur Liniendichte im Hintergrund (blau); aggregierte Waldflächen (grün)

7 Interpretation der Zwischenergebniskarten

Als Zwischenergebnis werden separate Karten zur *Line Density* generiert. Die „Kammerung der Landschaft“ basiert auf flächigen Daten der Biotoptypenkartierung (Abbildung 6) sowie auf linienhaften Daten (Abbildung 7) im Modellgebiet.

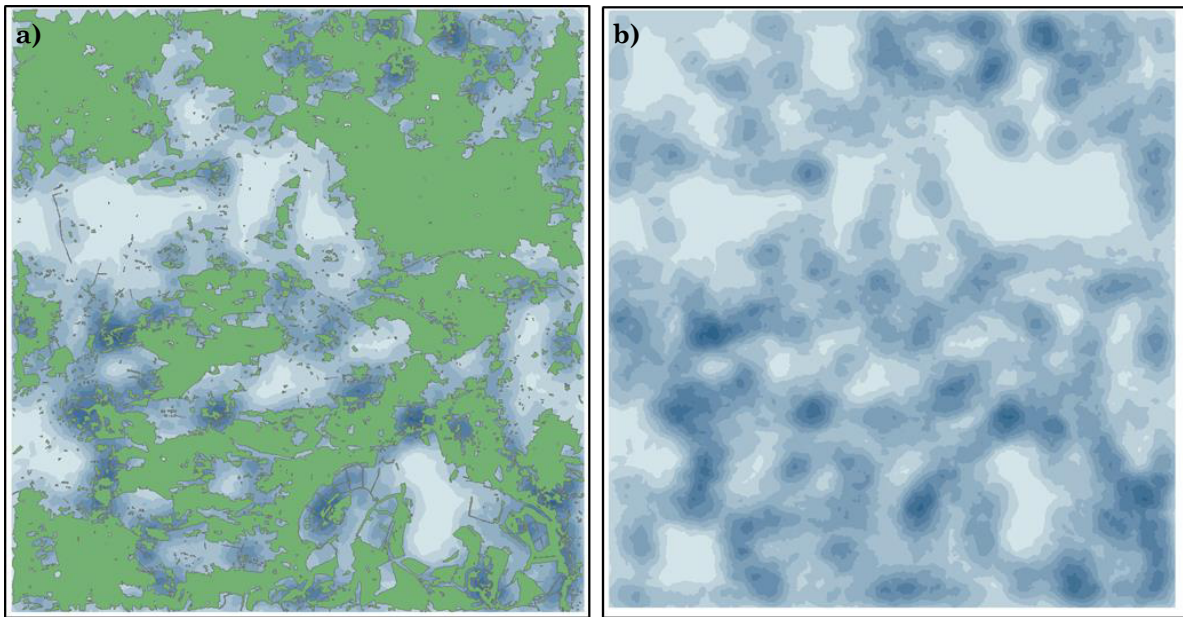


Abbildung 6: Karte zur „Kammerung der Landschaft“ basierend auf Flächendaten der Biotoptypenkartierung

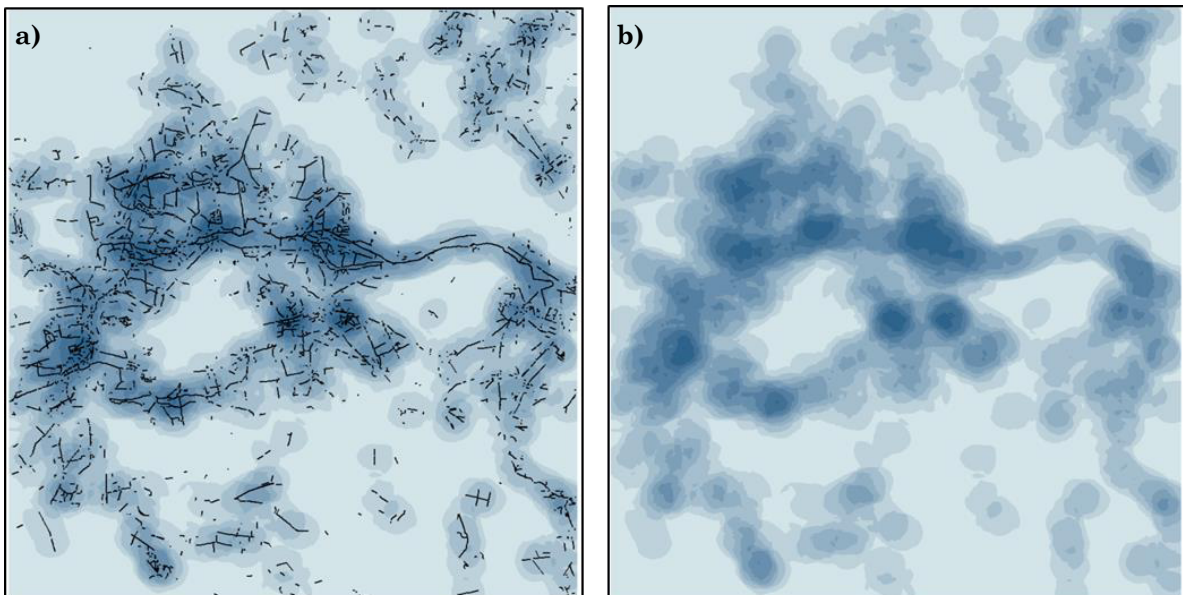


Abbildung 7: Karte zur „Kammerung der Landschaft“ basierend auf Liniendaten der Biotoptypenkartierung

8

Berechnung der Gesamtliniendichte der Flächen- und Liniendaten

Um gleiche Kategorien der Liniendichte zu erhalten und die gegenseitige Beeinflussung der linien- und flächenförmigen Strukturen zu berücksichtigen bezüglich ihrer kammernden Wirkung, wurden beide Liniendatensätze (i. e. die zu einem Liniendatensatz umgewandelten Flächendaten und die Liniendaten) zunächst in einer Ebene zusammengeführt (*merge*).

9

Interpretation der Ergebniskarte und Abgleich mit dem Luftbild

Nun kann analysiert werden, welche Bereiche des Modellgebietes sich für die Anlage von AFS eignen. Tendenziell weniger konfliktreich sind Bereiche, die eine niedrige Liniendichte haben, in Abbildung 8 hellblau bzw. sind weniger geeignete Bereiche dunkelblau eingefärbt.

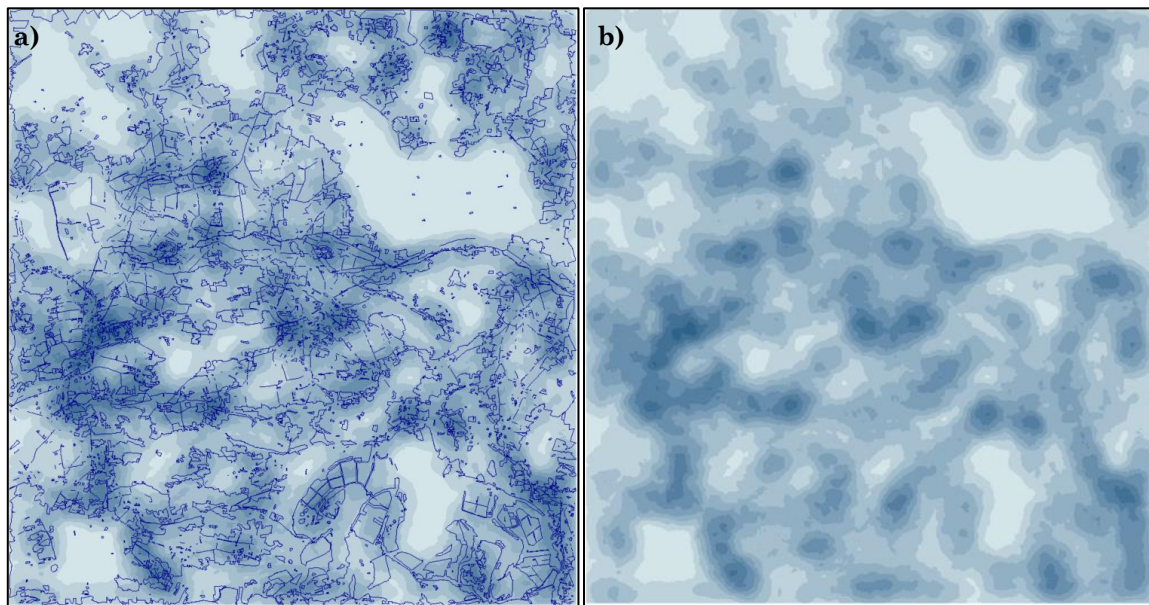


Abbildung 8: Ergebniskarte zur „Kammerung der Landschaft“ basierend auf Flächen- und Liniendaten

10 Projektion der Werte in die Basiskarte

Abschließend werden die Werte für die Kammerung flächenanteilig gemittelt und in die Flurstücke der Basiskarte projiziert. Hierzu zunächst *Zonal Statistics as Table* durchführen (vgl. Abbildung 9). Als *Statistics type* die Standardeinstellung „all“ belassen.

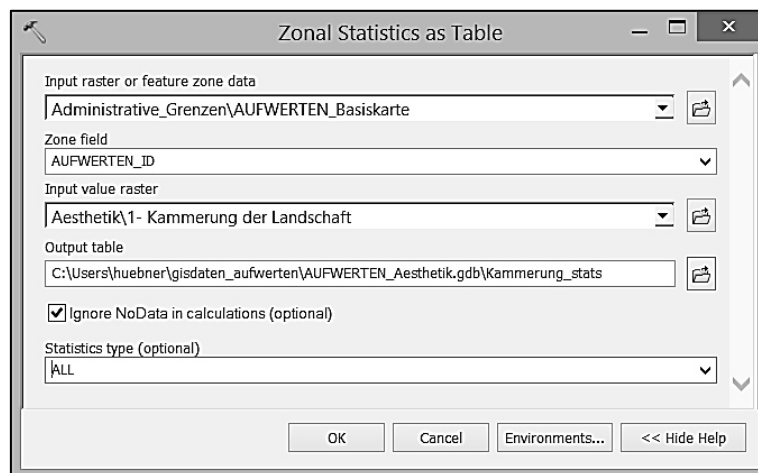


Abbildung 9: *Zonal Statistics as Table*-Dialog

Im Ergebnis werden die Statistiken als Tabelle „Kammerung_stats“ ausgegeben (Abbildung 10).

OBJECTID *	AUFWERTEN_ID	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	VARIETY	MAJORITY	MINORITY	MEDIAN
1	1	4	2500	31	33	2	31,75	0,829156	127	3	31	32	31
2	2	80	50000	33	55	22	42,725	5,949737	3418	23	37	34	42
3	3	1	625	32	32	0	32	0	32	1	32	32	32
4	4	4	2500	32	34	2	33	0,707107	132	3	33	32	33
5	7	1	625	47	47	0	47	0	47	1	47	47	47
6	9	7	4375	59	65	6	62,428571	1,840586	437	6	63	59	63
7	14	1	625	47	47	0	47	0	47	1	47	47	47

Abbildung 10: Ergebnis der *Zonal Statistics as Table*-Berechnung

Die Vorgehensweise, wie die Daten den einzelnen Flurstücken der Basiskarte zugeordnet werden, ist ausführlich im Kapitel 2.4.4 in ab S. 29 den Schritten 7-9 beschrieben. Die Tabelle mit den berechneten Statistiken „Kammerung_stats“ wird an die Basiskarte angefügt (*join*) basierend auf der AUFWERTEN_ID.

Im Ergebnis ist jedem Flurstück ein entsprechender durchschnittlicher Wert für die „Kammerung der Landschaft“ zugewiesen (Abbildung 12). Der letztlich verwendete statistische Wert ist anhand der Datencharakteristik auszuwählen, so kann beispielsweise für kontinuierliche Daten der gebildete Mittelwert genutzt werden, für Daten die Klassen repräsentieren, der Medianwert.

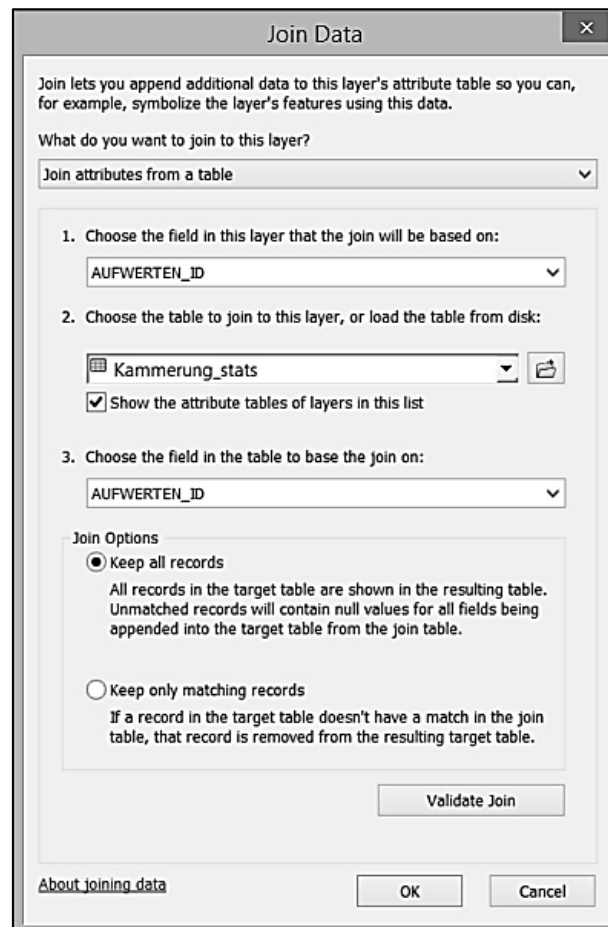


Abbildung 11: Join-Dialog zur Kammerung

2.4.3 Verifizierung (Index #1)

Ziel der Verifizierung ist es, die berechneten Index-Werte hinsichtlich der Eignung zur Anlage von AFS einzuordnen. Hierzu wird auf der Karte mit den berechneten und klassifizierten Kammerungsindizes ein Transekt mit GPS-Wegpunkten (*Global Positioning System*) angelegt, der die 10-stufige Indexklassifizierung in der Karte räumlich zusammenhängend abdeckt.



Einrichtung eines Transektes in ArcCatalog

Der gewählte Transekt liegt nord-östlich der Ortschaft Sonnewalde im Norden der Modellregion und umfasst insgesamt 9 Wegpunkte, wobei der anzusteuende Wegpunkt jeweils auf halber Strecke zwischen zwei Stufengrenzen liegt. Die höchste Kammerungsklasse 10 (Wertebereich 90,1-100) wird im näheren Umfeld der Ortschaft nicht ganz erreicht und kann daher nicht evaluiert werden. Zunächst ist im ArcCatalog ein neues *Shapefile*, (z. B. „*transect.shp*“), anzulegen (*point shape*, Koordinatensystem: *GCS_wgs_1984*, ein Standard für GPS). Damit dieses Shape im bestehenden GIS-Projekt korrekt integriert wird, ist die Transformation von *GCS_WGS_1984* auf *ETRS_1984* unter Verwendung von *DHDN_To_WGS_1984_7x + DHDN_To_ETRS_1989_3* (*Data Managemet Tools* → *P & T* → *Project*) zu verwenden. Ein neues Feld ist in der DBF-Tabelle anzulegen (*add field*) beispielsweise mit dem Namen „*Point_1*“, Format: Text.

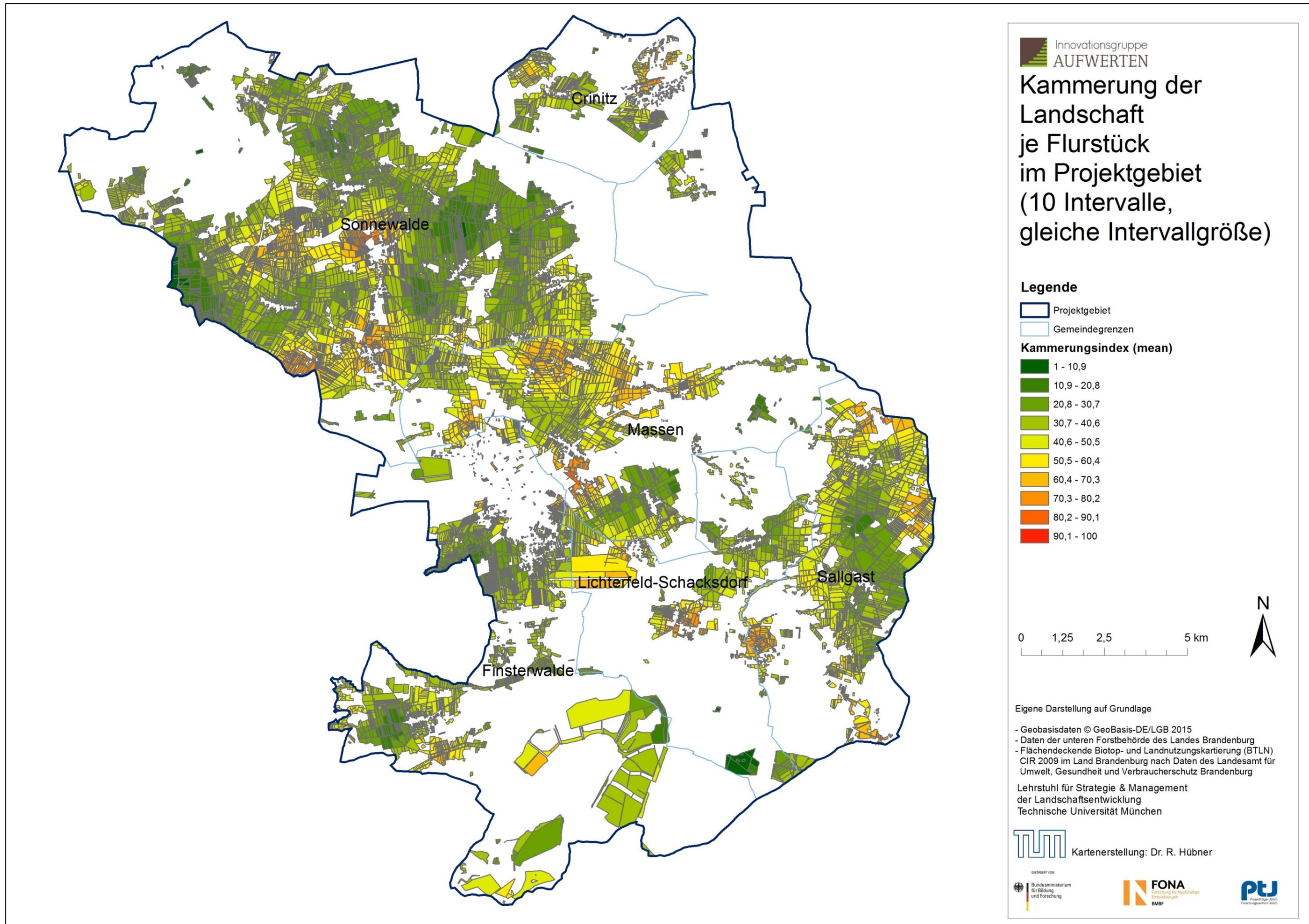


Abbildung 12: Gesamtkarte mit Darstellung der „Kammerung der Landschaft“ je Flurstück im Modellgebiet in 10 Klassen

2 Eingabe der Beobachtungspunkte in ArcMap

Zur Anlage der Wegpunkte mittig zwischen den Zonen unterschiedlicher Kammerung wurde parallel mit dem Luftbild abgeglichen, dass sich die Wegpunkte in offenem und öffentlich zugänglichem Gelände befinden. Dadurch kam es bei einigen Punkten zu einer Verschiebung gegenüber der angestrebten Position, die jedoch vernachlässigbar ist. Zur Eingabe der Beobachtungspunkte in den Shape wird im ArcMap in den Editiermodus gewechselt. *Customize* → *Editor* → *Start editing* → „*transect.shp*“ auswählen → *Editing, Create feature* → Punkte in der Karte einzeichnen. Nachdem alle Standorte für die Kontrollen angelegt sind, *Stop editing, Save*. Im Ergebnis werden Kartenblätter zur Orientierung im Gelände erzeugt (Abbildung 13).

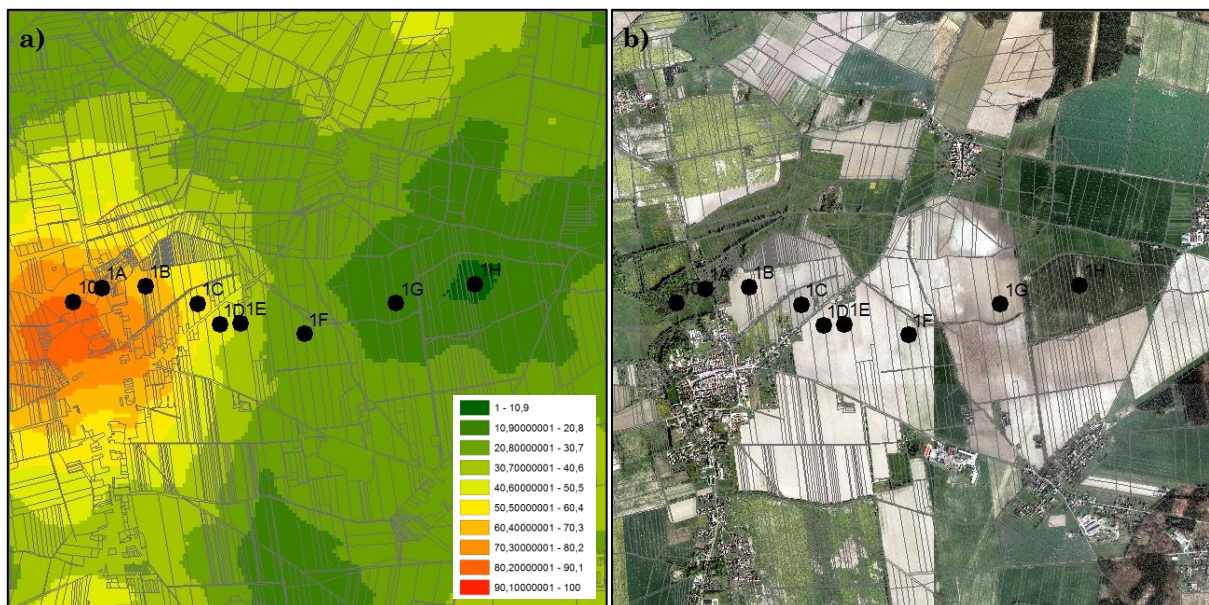


Abbildung 13: Lage des Transektes zur Verifizierung von Index #1 „Kammerung der Landschaft“ in der Indexkarte (a) und im Luftbild (b)

3 Umwandlung der GIS-Daten in Wegpunkte im GPS-Exchange Format mit R

Das Programm R (Version 3.2.1) kann ein zuvor angelegtes Script verarbeiten, das Werte aus dem GIS-Format in ein für das GPS-Gerät lesbares Format in Wegpunkte (.gpx-Datei) transformiert⁵. Zunächst dafür das Script (vgl. Anhang: „GPS_Testdaten.r“) komplett markieren (*ctrl+a*) und in die Konsole einfügen und die Kompilierung starten. Anschließend im neuen Dialogfeld die zuvor im GIS erzeugte *point-shape*-Datei auswählen (Abbildung 14) und bestätigen.

⁵ Programm zur Erzeugung von gpx-Dateien aus Shapes. Es werden Punkt-Shapes zu Wegpunkten gespeichert. Flächen-shapes werden zu Tracks gespeichert. Der Bezeichnung der Objekte erfolgt aus einem auszuwählenden Attribut. Voraussetzung sind Shapes im WGS84 Format. Die gpx-Datei wird im gleichen Verzeichnis gespeichert wie die Shapes, dabei wird am Dateinamen das Datum angehängt. Achtung, es erfolgt keine Prüfung, ob bereits eine solche Datei vorhanden ist. Diese würde überschrieben! Folgende Paket müssen hierfür gegebenenfalls vom Mirror Göttingen installiert werden: library (RODBC), library(shapefiles).

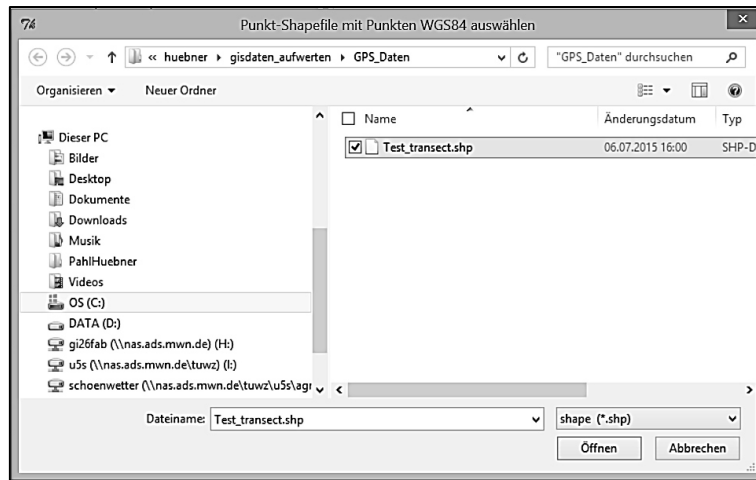


Abbildung 14: R-Dialog nach Ausführung des Skriptes

Dann schreibt das Programm R (Version 3.2.1) die Datei „Dateiname_Datum.gpx“ in das Verzeichnis, aus dem die Shape-Datei stammt (vgl. Abbildung 15).

Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
GPS_Testdaten.r	06.07.2015 16:44	R-Datei	5 KB
Test_transect.cpg	06.07.2015 16:00	CPG-Datei	1 KB
Test_transect.dbf	06.07.2015 16:00	DBF-Datei	1 KB
Test_transect.prj	06.07.2015 15:45	PRJ-Datei	1 KB
Test_transect.sbn	06.07.2015 16:00	SBN-Datei	1 KB
Test_transect.sbx	06.07.2015 16:00	SBX-Datei	1 KB
Test_transect.shp	06.07.2015 16:00	SHP-Datei	1 KB
Test_transect.shx	06.07.2015 16:00	SHX-Datei	1 KB
Test_transect_Jul092015_1033.gpx	09.07.2015 10:33	GPX-Datei	1 KB

Abbildung 15: Neu angelegte *.gpx-Datei nach Ausführen des R-Skriptes

4 Übertragung der Wegpunkte auf das GPS-Gerät mit GARMIN MapSource

Das GPS-Gerät (Garmin GPSmap 60CSx) wird per mini-USB mit dem Computer verbunden. Gegebenenfalls sind „alte“ Wegpunkte zu löschen. Anschließend im Programm GARMIN MapSource die gespeicherte GPS-exchange-Datei öffnen (z. B. *Test_transect_Datum.gpx*). Anschließend die Wegpunkte „Übertragen“ → „An Gerät senden“.

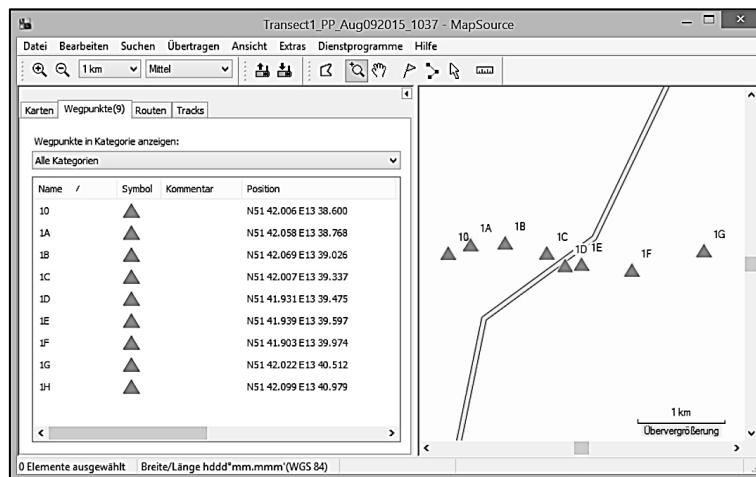


Abbildung 16: Übertragen der Wegpunkte mit dem Programm MapSource

Die Verbindung zum Gerät wird hergestellt, Übertragungen auf „Wegpunkte“ beschränken und bestätigen (Abbildung 16). Nun liegen alle Wegpunkte im GPS-Gerät vor und können bei der Erhebung im Gelände gezielt angesteuert werden. In Tabelle 4 sind die Wegpunkte und die damit abgedeckten Werte für die „Kammerung der Landschaft“ zusammengefasst.

Tabelle 4: Überblick zu Wegpunkten und Koordinaten für Index #1 „Kammerung der Landschaft“

Index #1	Intervall	Wegpunkt	GPS-Koordinaten
1	1-10,9	1H	N51 42.099 E13 40.979
2	10,9-20,8	1G	N51 42.022 E13 40.512
3	20,2-30,7	1F	N51 41.903 E13 39.974
4	30,7-40,6	1E	N51 41.939 E13 39.597
5	40,6-50,5	1D	N51 41.931 E13 39.475
6	50,5-60,4	1C	N51 42.007 E13 39.337
7	60,4-70,3	1B	N51 42.069 E13 39.026
8	70,3-80,2	1A	N51 42.058 E13 38.768
9	80,2-90,1	1O	N51 42.006 E13 38.600

5 Erstellen der Videoaufnahmen

Die Wegpunkte wurden im Modellgebiet mittels GPS-Gerät aufgesucht und mit Stativ als 360°-Panorama per Video dokumentiert.

6 Erzeugen der Panoramaaufnahmen

Mit dem Programm Panorama Maker 6 werden aus Rundumschwenks (engl. *pan shot*) Panoramaaufnahmen erzeugt (vgl. Morgan & Williams 1999, Schauppenlehner & Amon 2012). Alternativ könnte auch die Panoramafunktion moderner Digitalkameras oder Mobiltelefonen genutzt werden, wobei diese zumeist in dem möglichen Schwenkbereich begrenzt sind. Die fertigen neun Panoramaaufnahmen zum „Kammerung der Landschaft“ sind in Abbildung 17 dargestellt.

Abbildung 17: Panoramaaufnahmen zur Verifizierung der „Kammerung der Landschaft“



a) Landschaftsaufnahme 1H, Stufe 1 (Int. 1-10,9), Ort: N51 42.099 E13 40.979



b) Landschaftsaufnahme 1G, Stufe 2 (Int.: 10,9-20,8), Ort: N51 42.022 E13 40.512



c) Landschaftsaufnahme 1F, Stufe 3 (Int.: 20,2-30,7), Ort: N51 41.903 E13 39.974



d) Landschaftsaufnahme 1E, Stufe 4 (Int.: 30,7-40,6), Ort: N51 41.939 E13 39.597



e) Landschaftsaufnahme 1D, Stufe 5 (Int.: 40,6-50,5), Ort: N51 41.931 E13 39.475



f) Landschaftsaufnahme 1C, Stufe 6 (Int. 50,5-60,4), Ort: N51 42.007 E13 39.337



g) Landschaftsaufnahme 1B, Stufe 7 (Int. 60,4-70,3), Ort: N51 42.069 E13 39.026



h) Landschaftsaufnahme 1A, Stufe 8 (Int. 70,3-80,2), Ort: N51 42.058 E13 38.768



i) Landschaftsaufnahme 10, Stufe 9 (Int. 80,2-90,1), Ort: N51 42.006 E13 38.600

7

Ergebnis der Expertenbewertung zu Index #1 „Kammerung der Landschaft“

Insgesamt vier Experten mit mehreren Jahren Erfahrung in der Landschaftsbildbewertung hatten im Dezember 2015 Gelegenheit, den Landschaftsausschnitten Eignungskategorien für AFS zuzuordnen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Ergebnisse der Expertenbewertung für Index #1 „Kammerung der Landschaft“

Index #1	Intervall	Wegpunkt	Experte 1	Experte 2	Experte 3	Experte 4	Konsens
1	1-10,9	1H	A	A	A	A (B)	A
2	10,9-20,8	1G	A	A	A	A	A
3	20,2-30,7	1F	A	A	A	A	A
4	30,7-40,6	1E	A	A	A	A	A
5	40,6-50,5	1D	B	B	B	A (B)*	B
6	50,5-60,4	1C	B	B	B	B	B
7	60,4-70,3	1B	B	B	B	B	B
8	70,3-80,2	1A	C	C	C	C	C
9	80,2-90,1	1O	C	C	C	C (B)*	C

* Der Wert in Klammern stellt eine Tendenz dar, wenn der gewählte Landschaftsausschnitt beispielsweise sehr heterogen war.

8

Darstellung in der Gesamtkarte und Berechnung der Flächenauswirkungen

Das Ergebnis der Bewertung ist in Abbildung 18 dargestellt. Abschließend werden die Flächen der BK neu klassifiziert, um die flächenmäßigen Auswirkungen zu berechnen (*add a new class* in der Attributtabelle; *select by attribute: mean < 41 bzw. > 71; field calculator: class = A; C respectively, dissolve: statistics field: area, field type: sum*). In Tabelle 6 sind die Flächensummen der Eignungskategorien A, B und C angegeben.

Tabelle 6: Flächenauswirkungen der Anwendung der Eignungskategorien für Index #1 „Kammerung der Landschaft“

„Kammerung der Landschaft“	ha	Anteil
A – Eignungsgebiete	8.596	58%
B – Eignungsgebiete unter besonderen gestalterischen Anforderungen	6.128	41%
C – Ausschlussgebiete	188	1%
Summe	14.912	100%

Wird das Kriterium „Kammerung der Landschaft“ für sich genommen bewertet, so würden sich fast 60 % der Flächen für die Neuanlage von AFS uneingeschränkt eignen (rd. 8.600 ha in Eignungskategorie A). Über 6.000 ha würden sich ebenfalls für die Anlage AFS eignen, dann allerdings unter Berücksichtigung gestalterischer Auflagen. Nur ein Bruchteil der Flächen scheidet nach dem Kriterium „Kammerung der Landschaft“ aus (rd. 1 % der Fläche bzw. 188 ha).

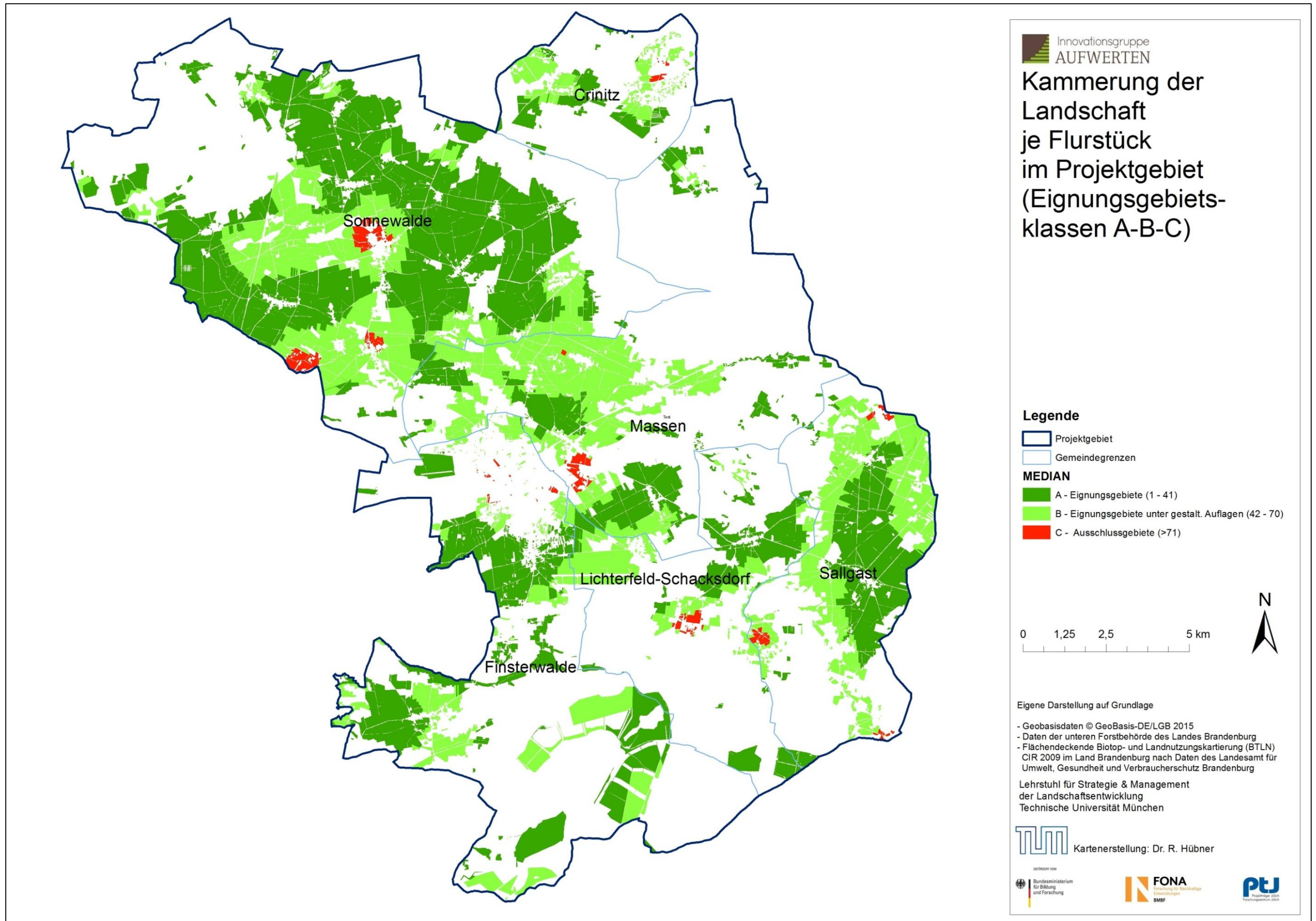


Abbildung 18: Gesamtkarte mit Festlegung der Eignungskategorien A-B-C je Flurstück im Modellgebiet

2.4.4 Aufbereitung für die Anwendung in Meta-AfS (Index#1)

Abschließend wird aus den ermittelten Grenzwerten des Kammerungsindex #1 bezüglich der Zuordnung zu Eignungsgebietsklasse A „besonders geeignet“, B „geeignet“ oder C „nicht geeignet“ die exakten Wertebereiche definiert bzw. für die Zwischenwerte interpoliert.

Bis zu einem Indexwert der „Kammerung der Landschaft“ von 41 Punkten ist die Anlage von AFS zu befürworten (Klasse „A“ – Eignungsgebiet). Hierbei ist davon auszugehen, dass Gehölzstreifen in Gebieten mit aktuell geringem Anteil vertikaler Landschaftsstrukturen das Landschaftsbild aufwerten können. Bei einer starken Kammerung ab 71 Punkten sind negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild durch Überfrachtung mit Gehölzstreifen zu befürchten, sodass bei einer Vielzahl bestehender natürlicher Elemente von der Anlage von Agroforstsystemen aus landschaftsästhetischer Sicht abgesehen werden sollte (Klasse „C“ – Ausschlussgebiet). Im Zwischenbereich hängt die Empfehlung für oder wider Agroforstsystem von dessen Gestaltung ab, daher erfolgt die Einstufung in Klasse „B“ – Eignungsgebiet unter besonderen gestalterischen Anforderungen. In Tabelle 7 sind die Übersetzung des Indikatorwertes „Kammerungsindex“ in den Eignungswert dargestellt, unter Zuhilfenahme von sechs Fixpunkten (sog. „Stützwerte“).

Tabelle 7: Flächenauswirkungen der Anwendung der Eignungskategorien für Index #1 „Kammerung der Landschaft“

Fixpunkt	X-Wert (Indikatorwert)	Y-Wert (Eignungswert)
1	0	100
2	20	100
3	41	66.6
4	70	33.3
5	71	0
6	100	0

In der Modellregion wird ein maximal vorkommender Kammerungsindex von 83 erreicht, dies bedeutet, dass alle Flächen mit einem höheren Kammerungsindex von der multikriteriellen Bewertung ausgeschlossen werden. Das Resultat ist in Abbildung 19 dargestellt.

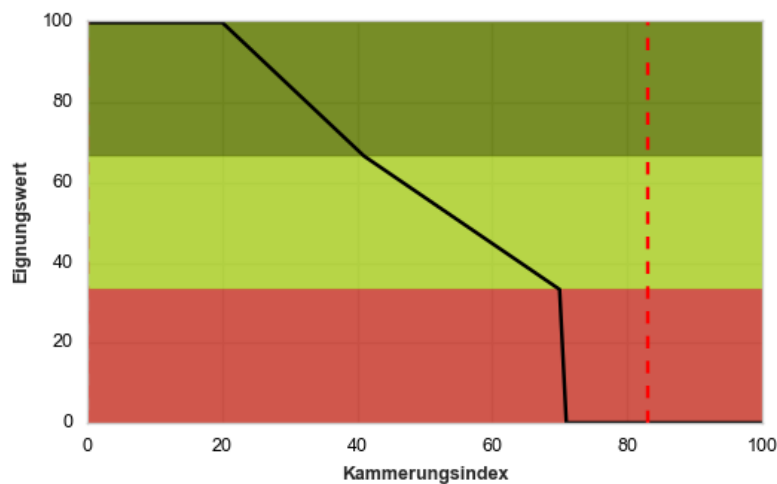


Abbildung 19: Zuordnung des Indexwertes „Kammerung der Landschaft“ zur Eignungskategorie A, B oder C

2.5 Diversität der Landschaft

2.5.1 Zielstellung und Vorgehensweise (Index #2)

Der Index #2 „Diversität der Landschaft“ dient der Analyse der Vielfalt der Landschaft. Hierbei sollen Landschaftselemente oder Charakteristiken berücksichtigt werden, die zwar nicht notwendigerweise eine Sichtbarriere darstellen (vgl. Kammerungsindex #1), aber für die Wahrnehmung in der Landschaft relevante Merkmale besitzen. Beispielhaft zu nennen sind artenreiche Mähwiesen, Biotope verschiedenster Art mit besonderen Blühaspekten, Charakterbäume etc. Eingeschlossen in der Analyse für Index #2 sind typische Elemente der Normallandschaft wie Straßen, Siedlungen und auch Müllkippen, die ebenfalls zur „Diversität der Landschaft“ beitragen können, jedoch nicht notwendigerweise als besonders landschaftsästhetisch bzw. schützenswert angesehen werden. Im Sinne der Übertragbarkeit und zur Vermeidung personenspezifischer Vorabklassifizierung durch selektive Auswahl, werden daher alle flächenhaften Elemente der Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) berücksichtigt.

Aus der Anzahl unterschiedlicher Biotoptypen innerhalb eines quadratischen Fangrasters wird der SHDI (Shannon’s Diversitäts Index) als Maß für die Vielfalt der Strukturen einer Landschaft berechnet. Dieser basiert auf Reichtum und Gleichmaß der Verteilung der Gesamtfläche auf die Klassen und hatte einen Wertebereich 0 bis ∞ , je höher der Wert, desto vielfältiger die Landschaft (max. ist erreicht, wenn alle Klassen den gleichen Flächenanteil einnehmen). Die Mindestgröße der Analyseflächen soll einerseits die Möglichkeit eröffnen, mehrere Biotoptypen zu enthalten und damit die berechneten Diversitätswerte entsprechend zu spreizen, andererseits noch räumliche Unterschiede zwischen den Analysefeldern abbilden können.

Tabelle 8: Metadaten „Diversität der Landschaft“

Kategorie	Infos
Verwendete Programme	ArcGis 10.2.1 (ArcMap, ArcCatalog) R (V 3.2.1) MS-Access Garmin MapSource (V 6.16.3)
Datengrundlage	Flächendaten der Flächendeckenden Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) im Land Brandenburg – CIR-Biotoptypen 2009 (LUGV 2014). Punkt- und Liniendaten werden nicht in diese Analyse einbezogen.
Kennzeichnung bei Veröffentlichung	„Eigene Darstellung auf Grundlage der Flächendeckenden Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) – CIR 2009 – im Land Brandenburg nach Daten des Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg“

Die Quantifizierung der Raumdiversität mittels Shannon’s Diversitätsindex (SHDI) oder der *Edge Density* (ED) werden genutzt, um die Kleinteiligkeit von Biotopen als Indikator für eine hohe Biodiversität bzw. einen „reichen Naturhaushalt“ darzustellen und gehört nach Lang & Blaschke (2007) zu den häufigsten Anwendungen quantitativer Landschaftsstrukturmaße. Der SHDI berechnet sich über die Anzahl und relative Verteilung unterschiedlicher Raumeinheiten (z. B. Biotoptypen) und wird nach Filip u. a. (2008) neben dem Landschaftsmonitoring insbesondere zur ökologischen Schnellansprache genutzt. Franco u. a. (2003) konnten starke erklärende Zusammenhänge zwischen der Landschaftsästhetik-Bewertung von Bürgern und dem *Shannon’s-Diversitätsindex* nachweisen. Im Falle hohe Werte für mögliche notwendige Verdeckungen erreicht werden, fungiert dieser auch als Indikator zum Grad der anthropogenen Beeinträchtigung, wie beispielsweise die Fragmentierung.

2.5.2 Berechnung (Index #2)

1

Erstellung der Analysefelder und Verschneiden mit der Biotoptypenkartierung in ArcMap

Verschiedene Analyseraster werden mit der Funktion *Fishnet* in ArcMap erzeugt. Die „Maschenweite“ wird zu Testzwecken auf 125, 250 bzw. 500 m gesetzt. Hierbei wird die *FID_fishnet* erstellt, die für spätere Schritte den notwendigen Anknüpfungspunkt bildet. In ArcMap wird die BTLN mit dem *Fishnet_500* verschnitten (Abbildung 20).

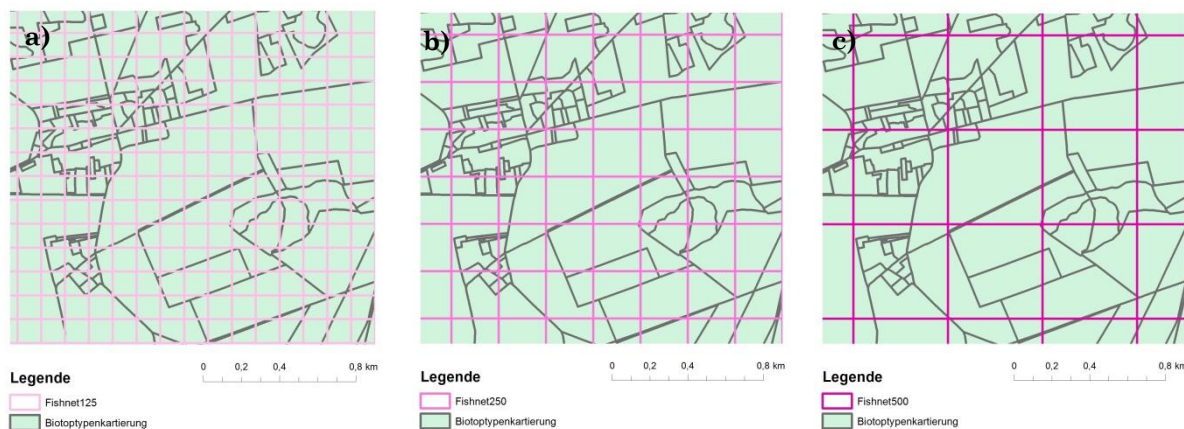


Abbildung 20: Die Biotoptypenkarte wird mittels *Fishnet* in Analysefelder unterschiedlicher Größe zerlegt a) 125 m, b) 250 m, c) 500 m)

Die Anzahl möglicher Elemente je Fangraster richtet sich nach dem Detaillierungsgrad der Biotoptypenkartierung. Die Überprüfung zeigte, dass erst ab einer „Maschenweite“ von 500 m nur wenige Felder mit lediglich einem Biotoptyp existieren. Dies ist relevant, damit diese vergleichsweise niedrigen Werte nicht übermäßig im Modellgebiet vorkommen und eine niedrige Diversität suggerieren. Daher wird ein Fangraster mit der Kantenlänge 500 m verwendet, d.h. eine Fläche von 2,5 ha wird ausgewertet. Darüber hinaus entspricht eine Kantenlänge von 500 m dem Erfassungsradius eines Spaziergängers, was ebenfalls dagegenspricht, das Raster Größer zu wählen. Soll allerdings ein größerer Landschaftsausschnitt analysiert werden (z. B. Regierungsbezirk, Bundesland), sind vielfältigere Landschaften zu erwarten und eine Vergrößerung des Rasters kann notwendig werden.

2

Anlage einer Personal Geodatabase und einer Auswertungstabelle

Im ArcCatalog wird eine *Personal Geodatabase* angelegt (z. B. „*Diversity_calc.mdb*“). In diese wird der *Fishnet-Shape* mit den Biotoptypen gespeichert. Innerhalb der Geodatabase wird eine Tabelle erzeugt (Abbildung 21) in der zu berechnende Werte (*Shannon*, *Evenness*) den entsprechenden FIDs der Analysefelder zugeordnet werden. Das Format der *Personal Geodatabase* erlaubt es, die Berechnung in MS-Access fortzusetzen.

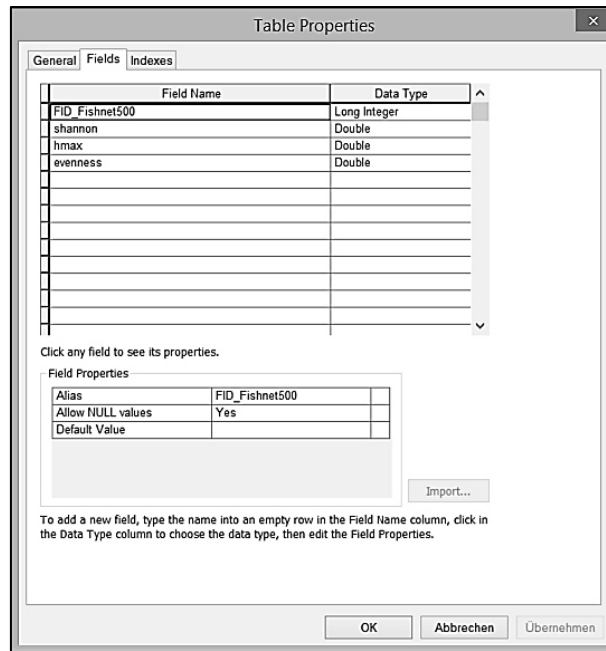


Abbildung 21: Tabelleneigenschaften der Diversitätsdatenbank

3 Berechnung der Diversitätsindizes in MS-Access

Die Landschaftsvielfalt wird mit dem *Shannon Index* dargestellt, zusätzlich wird die *Evenness* berechnet. Folgende Abfragen werden in MS-Access modelliert (vgl. Abbildung 22), die SQL-Texte dieser Abfragen sind im Anhang V angefügt:

- Aufsummieren der Gesamtfläche der Biotope je Analysefeld („sum“), speichern der Abfrage (z. B. „Anteil_je_Kachel“)
- Zählen der Anzahl der Biotoptypen je Analysefeld, speichern der Abfrage (z. B. „count_bio“)
- Berechnung der prozentualen Anteile der Biotope: $pi = area / sum$
- Logarithmieren dieses Wertes: $ln(pi)$
- Wichten: $pi * ln(pi)$
- Aufsummieren (*SUM*) u. Vorzeichen ändern ergibt den Wert für den *Shannon Index* „H“.

Zur Berechnung der *Evenness* wird zunächst der maximale Diversitätsindex „ H_{max} “ je Analysezeile durch logarithmieren der Anzahl berechnet $\rightarrow ln(„count“)$. Anschließend der Shannon Index „ H “ durch „ H_{max} “ geteilt.

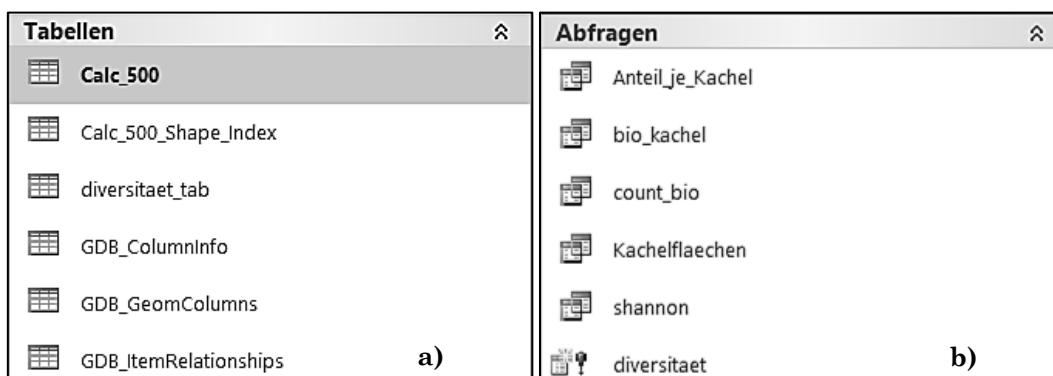


Abbildung 22: Tabellen (a) und Abfragen (b) der Access Datenbank

Abschließend werden die Rechenergebnisse für den „Shannon“ und die „Evenness“ in die Ergebnistabelle „Calc_500“ eingefügt. Mit der Tabelle (vgl. Abbildung 23) kann nun in GIS weiter verfahren werden.

Shape_Length	Shape_Area	FID	Fishnet500	hmax	shannon	evenness
437.672097	9152.970628	1	1.386294	0.697726	0.503303	
101.37097	374.892759	2	2.302585	1.816824	0.789037	
320.07379	1489.886106	2	2.302585	1.816824	0.789037	
125.536925	700.948804	3	2.197225	1.997758	0.909219	
869.265254	27196.095807	3	2.197225	1.997758	0.909219	
574.991824	16251.30071	3	2.197225	1.997758	0.909219	
425.530203	7966.851018	4	2.639067	2.122612	0.804307	

Abbildung 23: Ergebnistabelle aus der MS-Access Berechnung mit den Werten für „Shannon“ und „Evenness“

4 *Herstellen einer Verbindung zu einer MS Access-Datenbank in ArcGIS*

Im ArcCatalog im Menüpunkt *Customize Mode* → *Customize* → *Commands* → *ArcCatalog* → *Add OLE DB Connection* (Abbildung 24). Anschließend zieht man das Symbol „Tonne“ für die OLE-DB-Verbindung auf die Werkzeugleiste im ArcCatalog. Anschließend kann Arc-Catalog geschlossen werden.

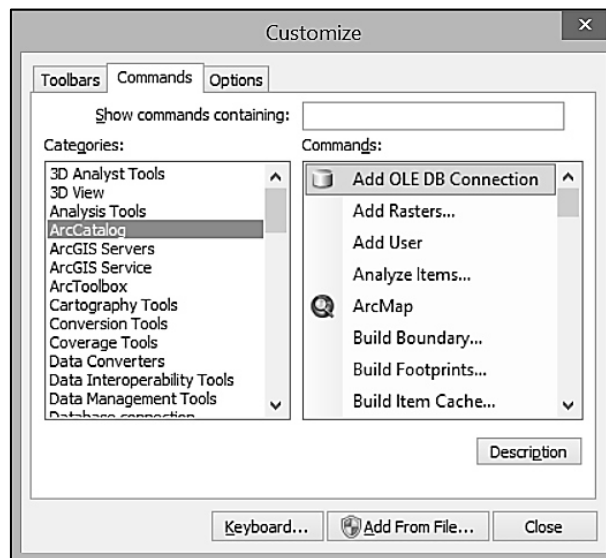


Abbildung 24: Customize-Dialog im ArcCatalog

5 *Manager für Datenbanksysteme in Windows installieren*

Öffnen der Systemsteuerung → Verwaltung → ODBC-Datenquellen (32 Bit) mit Doppelklick auswählen (Warten! Achtung: 64 Bit wird nicht funktionieren!), gegebenenfalls auf den Desktop als Shortcut legen. MS-Access Driver auswählen (hierbei entspricht *.mdb dem alten Datenformat, *.acdb ist das neue Datenbankformat) → Fertig stellen (vgl. Abbildung 25 a)

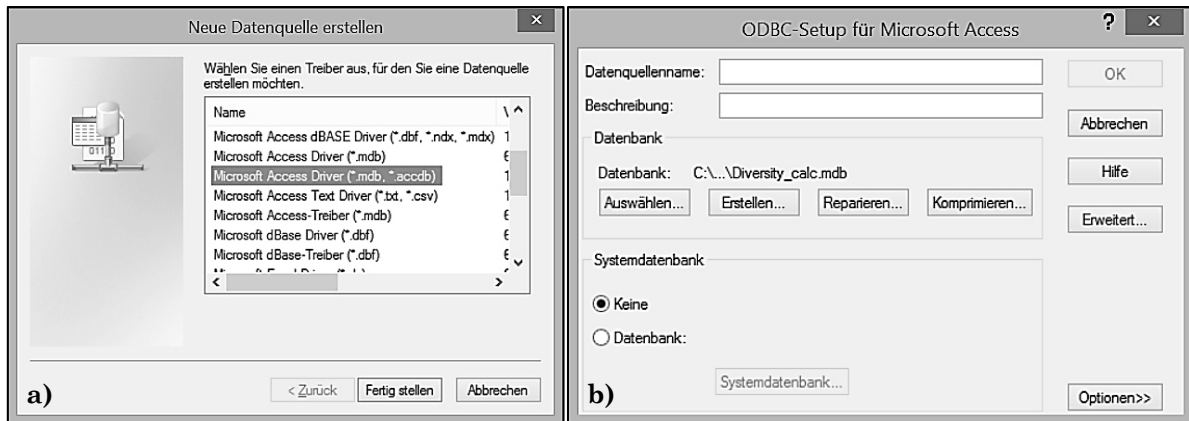


Abbildung 25: Dialog zur Erstellung neuer Datenquellen in Windows (a) und ODBC-Setup Dialog (b)

Anschließend den Namen der zuvor angelegten Access-Datenbank (z. B. *Diversity_calc.mdb*) bei Datenbank „Auswählen“ suchen lassen und übernehmen (vgl. Abbildung 25 b). Nun sind andere Computerprogramme in der Lage, diese Art von Datenbanken zu verarbeiten bzw. zu nutzen.

6 Öffnen der Datenbank in ArcMap, Verknüpfung und Kartendarstellung

Die Verknüpfung der Berechnungsergebnisse mit der *Fishnet-ID* (Fangraster) erfolgt in ArcMap über *join*. Abbildung 27 zeigt das Ergebnis für den berechneten Shannon's Diversitätsindex (nicht reklassifiziert) aus Tabelle *Calc_500* in ArcMap. Die Häufigkeitsverteilungen für den *Shannon-Index* und die *Evenness* sind in Abbildung 26 dargestellt.

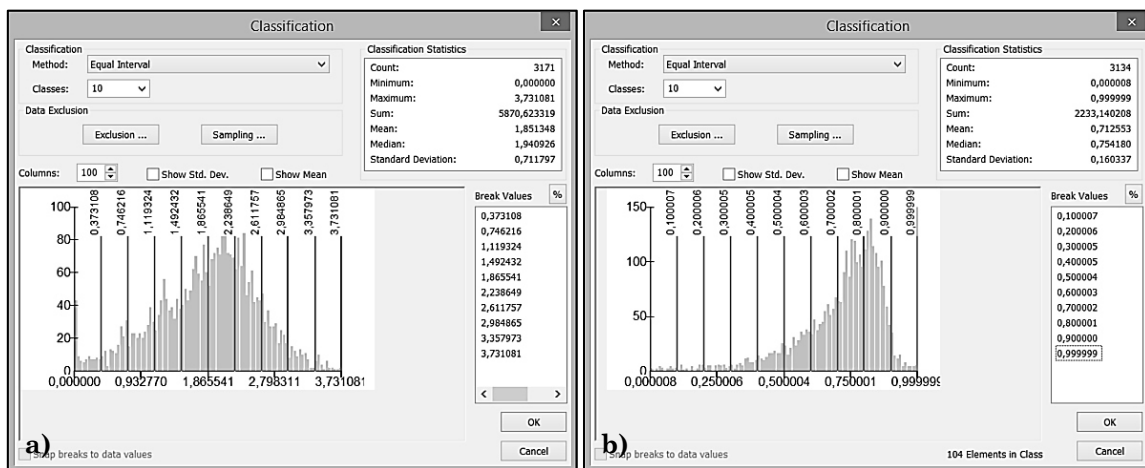


Abbildung 26: Histogramme des SHDI (a) und der Evenness (b) in der Modellregion

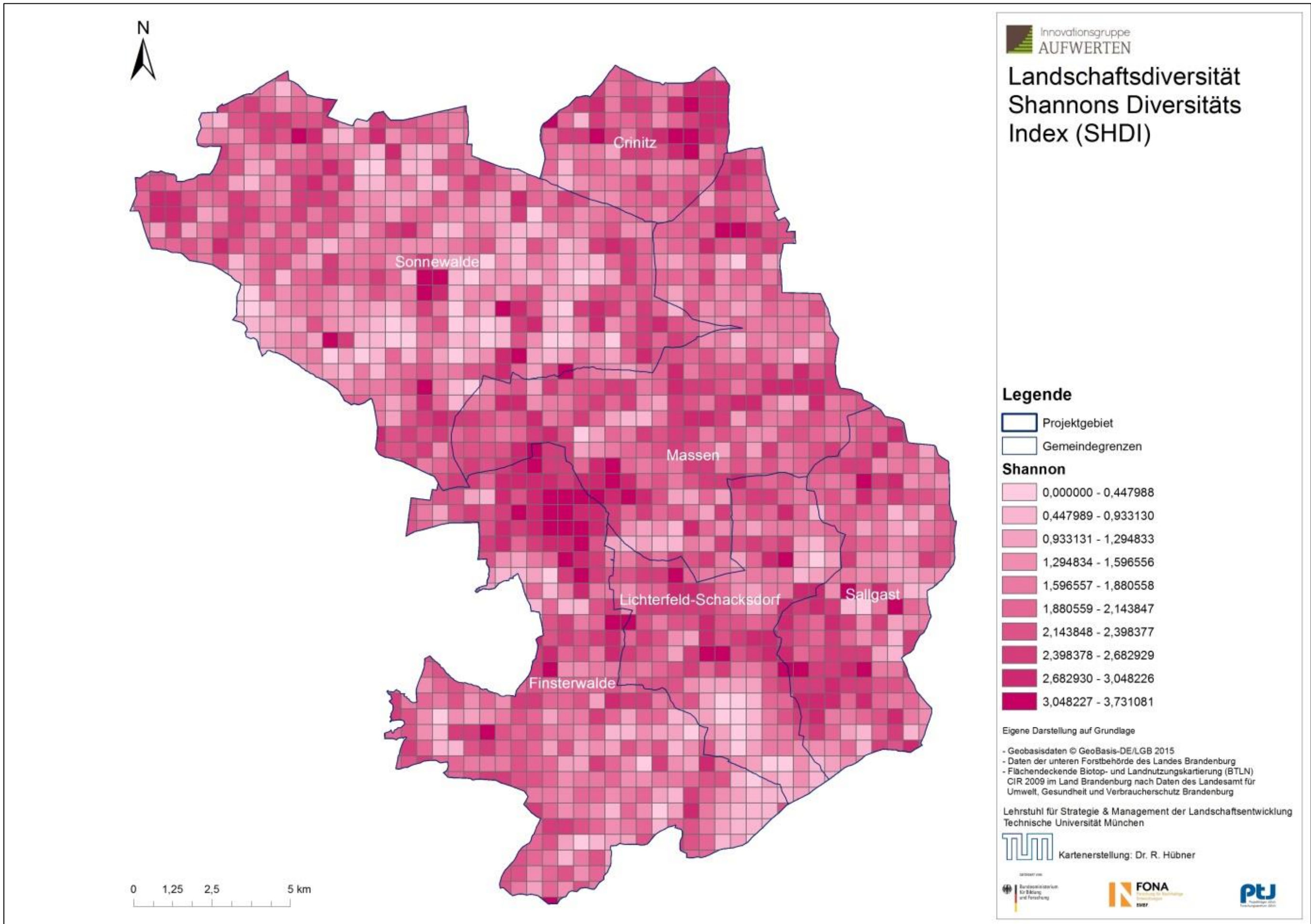


Abbildung 27: Gesamtkarte zu Shannons Diversitäts Index (SHDI) im Modellgebiet (gleiche Intervallgröße)

7 *Verschneiden der Basiskarte mit der Indexkarte*

Durch das Tool *Intersect* werden die Flurstücke der Basiskarte mit dem jeweiligen zu untersuchen- den Layer (Shannon/Evenness, Bestehende Beeinträchtigungen, Offenes Umfeld) verschnitten. Im Ergebnis werden Flächen einer AUFWERTEN_ID zerschnitten (vgl. Attributtabelle) und jeder die- ser Teilstücke trägt die Informationen des entsprechenden Indexes.

8 *Dissolve nach AUFWERTEN_ID*

Dieser Schritt dient der Zusammenführung der Flurstücksteile unter einer eindeutigen AUF- WERTEN_ID. Hierbei wird eine flächenmäßige Wichtung des Indexwertes (i. e. *Shannon*, *Evenness*) durchgeführt. Dafür wird mit dem Tool *Dissolve* zunächst nach dem Dissolve Field AUF- WERTEN_ID aufgelöst. Bei *Statistic Field* wird aus dem *drop-down* Menu „Shannon“ und „Evenness“ und bei *Statistic Type* „Mean“ ausgewählt (siehe Abbildung 28).

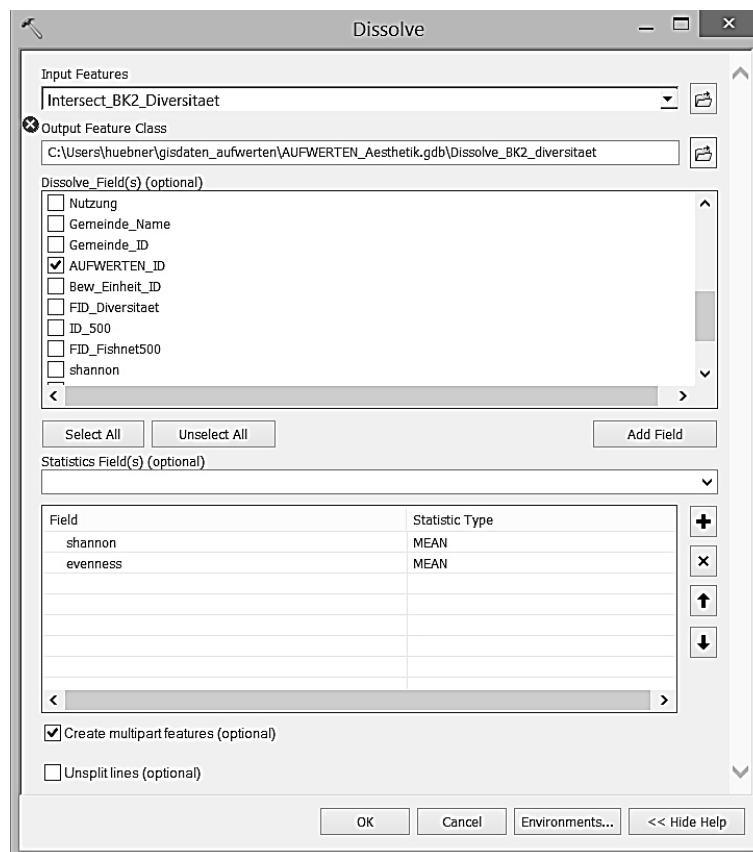


Abbildung 28: Dissolve-Dialog

9 *Verbinden der Attribute*

Durch den letzten Schritt, der mit Hilfe des Tools *Join* durchgeführt wird, werden die Daten aus dem *Intersect* (Überschneiden der Eigenschaften) und *Dissolve* (Zusammenführen) in einer Attri- buttabelle verbunden, sodass alle Spalten erhalten bleiben und zu sehen ist, welchem Flurstück welcher Wert zugeordnet wurde (für Shannon’s Index: Abbildung 29; für Evenness: Abbildung 30).

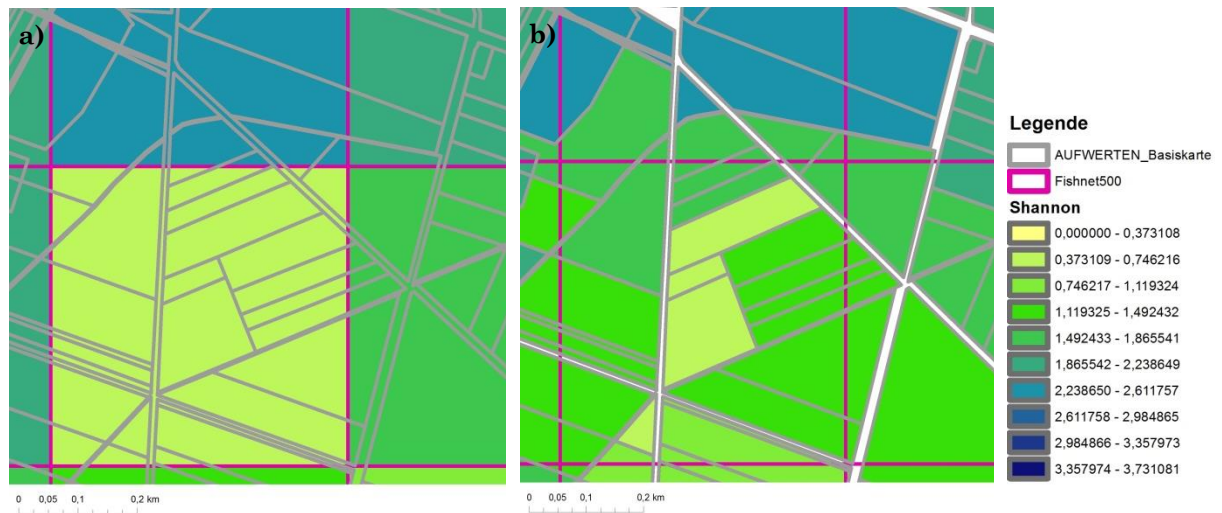


Abbildung 29: Zwischenergebnisse für die „Diversität der Landschaft“ (Shannon's Index) nach dem Zusammenführen der Werte (a) und nach *dissolve* (b)

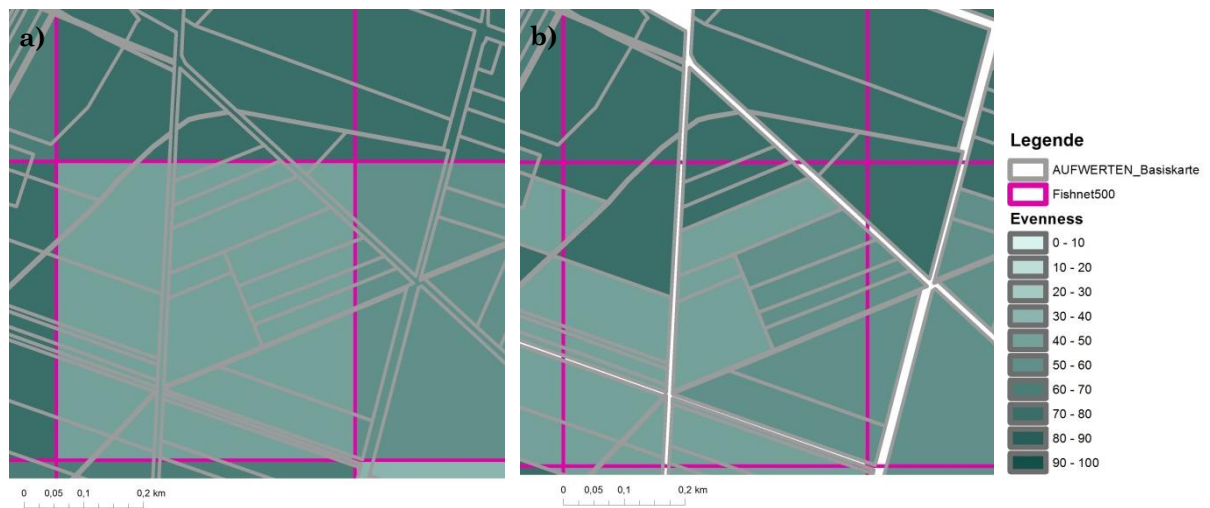


Abbildung 30: Zwischenergebnisse für die „Diversität der Landschaft“ (Evenness) nach dem Zusammenführen der Werte (a) und nach *dissolve* (b)

Dadurch werden Karten erstellt, in der jedem Flurstück der Basiskarte anteilig an der Gesamtfläche ein Wert zugeordnet wurde (Abbildung 31).

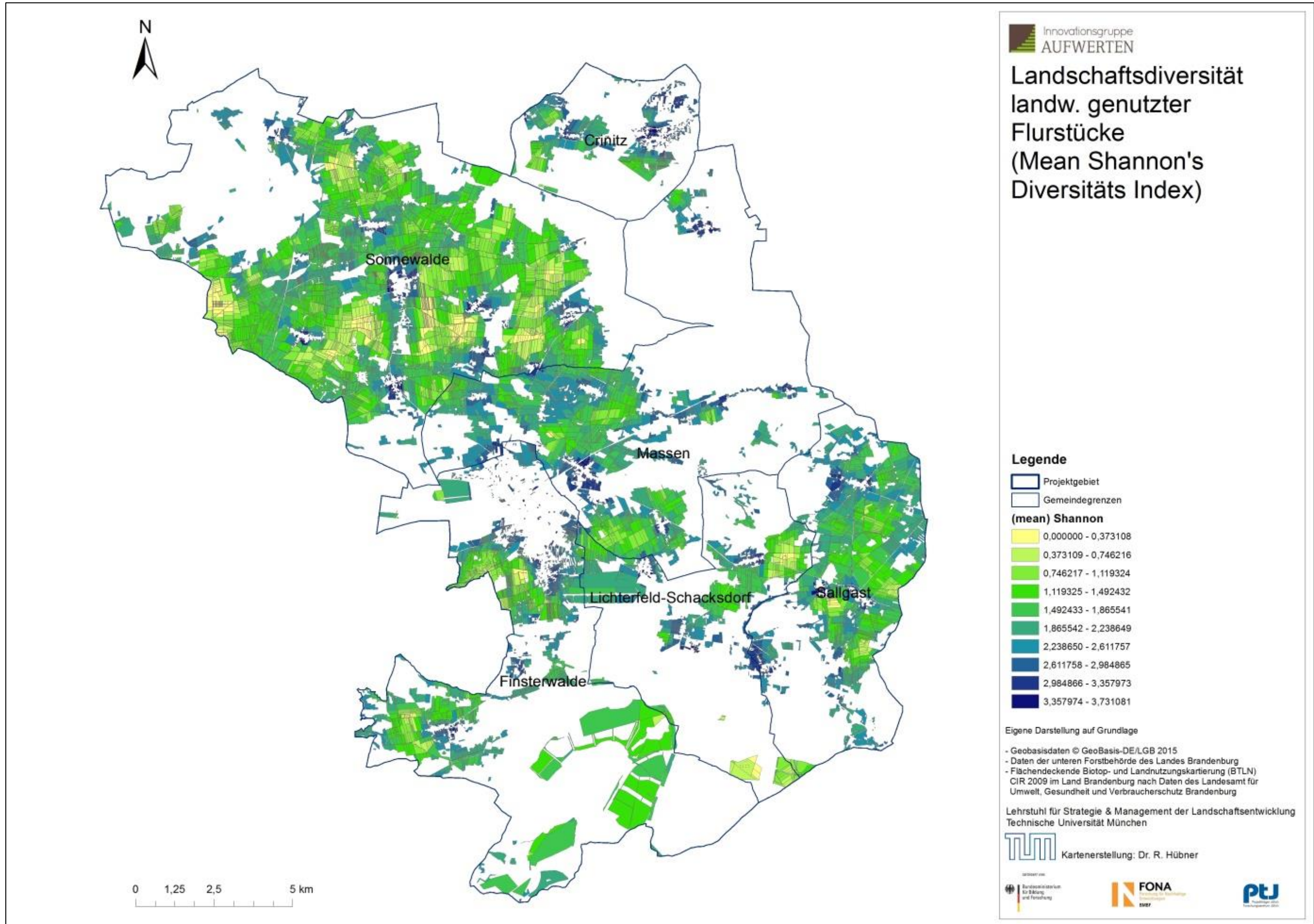


Abbildung 31: Gesamtkarte mit Darstellung der „Diversität der Landschaft“ je Flurstück im Modellgebiet (SHDI-Werte)

2.5.3 Verifizierung (Index #2)

Abschließend erfolgt die Verifizierung von Index „Diversität der Landschaft“ hinsichtlich seiner Aussagekraft zur Eignung von AFS (vgl. Vorgehensweise für die „Kammerung der Landschaft“ S. Fehler! Textmarke nicht definiert.). Die Zuordnung der Eignungsstufen A-B-C wird den Flächendaten der Basiskarte als neue Information zugewiesen.

I Festlegung des Transektes

Transekt 3 zur Verifizierung der berechneten Landschaftsdiversitätsindizes liegt nord-östlich der Gemeinde Sonnewalde im Norden der Modellregion. Die 21 Wegpunkte für die Landschaftsaufnahmen liegen jeweils im Zentrum des Fangrasters (fishnet_500), (Abbildung 32).

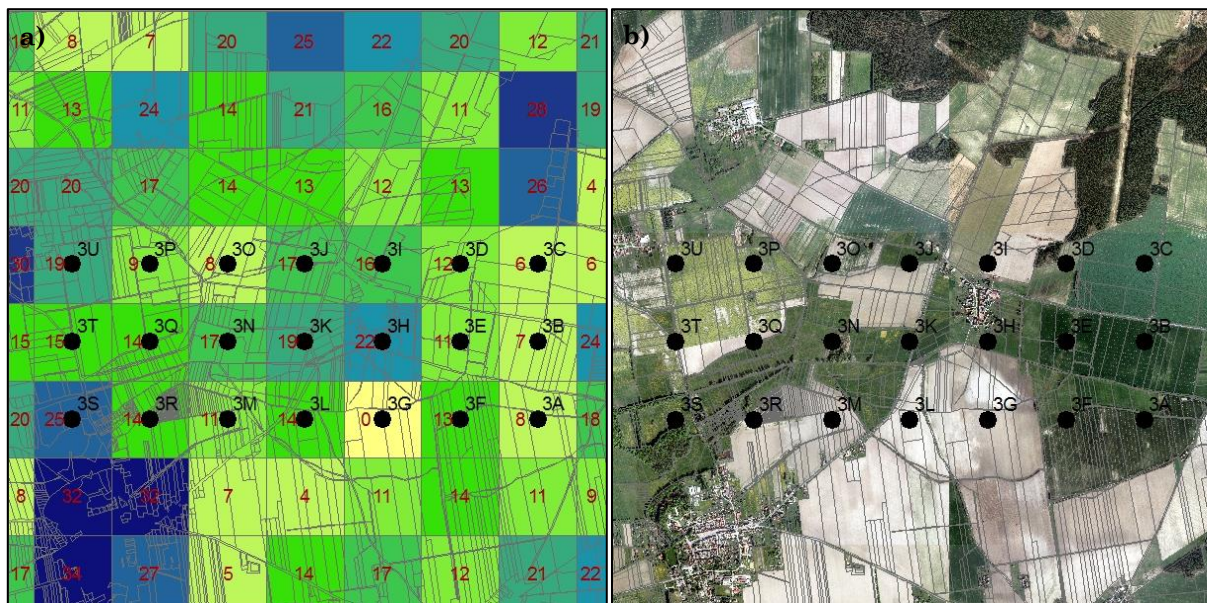


Abbildung 32: Lage des Transektes zur Verifizierung des Index #2 „Diversität der Landschaft“ in der Indexkarte (a) und im Luftbild (b)

Die Verifizierung erfolgt analog der Schritte 2 bis 5 zur Verifizierung der „Kammerung der Landschaft“.

6 Auswertung der Panoramaaufnahmen

Die Koordinaten der Wegpunkte und dazugehörige SHDI-Werte sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Um jedes SHDI-Intervall der Verteilung der SHDI Werte (vgl. Abbildung 26 a) zu analysieren, wurden repräsentativ zwei Panoramaaufnahmen (mit Ausnahme des Intervalls 0,00 – 0,40) erstellt und bewertet. Da SHDI Werte repräsentieren die Häufigkeitsverteilung in der Modellregion, daher ist die Auswahl des Transektes repräsentativ.

SHDI-Werte über 2,6 sind in den Quadranten zur Verifizierung nicht aufgetreten. Dies ist jedoch zu vernachlässigen, da es sich bei Gebieten mit sehr hohen SHDI-Werten um Gebiete handelt, die sich für die Anlage von AFS nicht eignen, wie beispielsweise Siedlungsgebiet oder Kleingartenanlagen. Allgemein ist in stärker gegliederten Landschaften, charakterisiert durch hohe Kammerungs- und gegebenenfalls hohe Diversitätswerte, der Blick über die Landschaft eingeschränkter als beispielsweise in Offenlandschaften.

Tabelle 9: Überblick zu Wegpunkten und Koordinaten für Index #2 „Diversität der Landschaft“

SHDI-Wert	Wegpunkt	GPS-Koordinaten	SHDI-Intervall	Bewertung
0,0	3G	N51 42.158 E13 40.336	0,00 – 0,40	ja
0,6	3C	N51 42.707 E13 41.189	0,40 – 0,80	ja
0,7	3B	N51 42.438 E13 41.197		nein
0,8	3A	N51 42.168 E13 41.204		ja
0,8	3O	N51 42.688 E13 39.452		ja
0,9	3P	N51 42.683 E13 39.018	0,80 – 1,10	ja
1,1	3E	N51 42.433 E13 40.763		nein
1,1	3M	N51 42.148 E13 39.468		ja
1,2	3D	N51 42.703 E13 40.755	1,10 – 1,50	nein
1,3	3F	N51 42.163 E13 40.770		ja
1,4	3L	N51 42.153 E13 39.902		ja
1,4	3Q	N51 42.413 E13 39.026		nein
1,4	3R	N51 42.143 E13 39.034		ja
1,5	3T	N51 42.408 E13 38.592	1,50 – 1,80	ja
1,6	3I	N51 42.698 E13 40.321		ja
1,7	3J	N51 42.693 E13 39.886		nein
1,7	3N	N51 42.418 E13 39.460		ja
1,9	3K	N51 42.423 E13 39.894	1,80 – 2,20	ja
1,9	3U	N51 42.678 E13 38.584		ja
2,2	3H	N51 42.428 E13 40.328	2,20 – 2,60	ja
2,5	3S	N51 42.138 E13 38.600		ja

Die fertigen 16 Panoramaaufnahmen zum „Diversität der Landschaft“ sind aufsteigend von dem niedrigsten SHDI-Wert in Abbildung 33 dargestellt.

Abbildung 33: Panoramaaufnahmen zur Verifizierung der „Landschaftsdiversität“



a) Landschaftsaufnahme 3G, SHDI 0,0 (Int. 0,0-0,4), Ort: N51 42.158 E13 40.336



b) Landschaftsaufnahme 3C, SHDI 0,6 (Int. 0,4 -0,8), Ort: N51 42.707 E13 41.189



c) Landschaftsaufnahme 3A, SHDI 0,8 (Int. 0,4-0,8), Ort: N51 42.168 E13 41.204



d) Landschaftsaufnahme 3O, SHDI 0,8 (Int. 0,4-0,8), Ort: N51 42.688 E13 39.452



e) Landschaftsaufnahme 3P, SHDI 0,9 (Int. 0,8-1,1), Ort: N51 42.683 E13 39.018



f) Landschaftsaufnahme 3M, SHDI 11 (Int. 0,8-1,1), Ort: N51 42.148 E13 39.468



g) Landschaftsaufnahme 3F, SHDI 13 (Int. 1,1-1,5), Ort: N51 42.163 E13 40.770



h) Landschaftsaufnahme 3L, SHDI 14 (Int. 1,1-1,5), Ort: N51 42.153 E13 39.902



i) Landschaftsaufnahme 3R, SHDI 14 (Int. 11,0-15,0), Ort: N51 42.143 E13 39.034



j) Landschaftsaufnahme 3T, SHDI 15 (Int. 1,5-1,8), Ort: N51 42.408 E13 38.592



k) Landschaftsaufnahme 3I, SHDI 16 (Int. 1,5-1,8), Ort: N51 42.698 E13 40.321



l) Landschaftsaufnahme 3N, SHDI 17 (Int. 1,5-1,8), Ort: N51 42.418 E13 39.460



m) Landschaftsaufnahme 3K, SHDI 19 (Int. 1,8-2,2), Ort: N51 42.423 E13 39.894



n) Landschaftsaufnahme 3U, SHDI 19 (Int. 1,8-2,2), Ort: N51 42.678 E13 38.584



o) Landschaftsaufnahme 3H, SHDI 22 (Int. 22,0-26,0), Ort: N51 42.428 E13 40.328



p) Landschaftsaufnahme 3S, SHDI 25 (Int. 2,2-2,6), Ort: N51 42.138 E13 38.600

Die Bewertung sollte für den gesamten Quadranten eine gewisse Gültigkeit besitzen, selbst wenn dieser vom Mittelpunkt nicht vollständig einsehbar ist. Um diesem Umstand gerecht zu werden, steht den Experten zusätzlich zum Panorama auch der Luftbildausschnitt zur Interpretation zur Verfügung (Abbildung 34).



Abbildung 34: Luftbildausschnitte zur Verifizierung von Index #2 „Diversität der Landschaft“

7

Ergebnis der Expertenbewertung zu Index #2 „Diversität der Landschaft“

Die Ergebnisse der Bewertung stehen in Tabelle 10. Hierbei wurde ein zweistufiges Verfahren angewandt, um Konsens zwischen den vier Bewertern zu erreichen. Im Ergebnis der Bewertung zur „Diversität der Landschaft“ kamen die Experten darüber ein, das innerhalb des SDHI-Bereichs von 0 bis 0,8 Punkten AFS verglichen zur derzeitigen Flächennutzung ein prinzipiell geeignetes Landnutzungssystem darstellen, ohne dass auf negative Effekte auf das Landschaftsbild in Form von gestalterischen Anforderungen gesondert reagiert werden muss (Eignungsgebietsklasse A).

Tabelle 10: Ergebnisse der Expertenbewertung für Index „Diversität der Landschaft“

Index #1	Intervall	Wegpunkt	Experte 1	Experte 2	Experte 3	Experte 4	Konsens
0,0	0,00 – 0,40	3G	A	A	A	A	A
0,6	0,40 – 0,80	3C	A	A	A	A	A
0,8		3A	A	A	A	B	A
0,8		3O	B	B	B	B	B
0,9	0,80 – 1,10	3P	B	A	B	A	B
1,1		3M	B	A	B	B	B
1,3		3F	B	A	B	B	B
1,4		3L	B	B	B	A	B
1,4		3R	C*	B	C*	B	B
1,5	1,50 – 1,80	3T	B	B	A	A	B
1,6		3I	A*	A*	B	A*	B
1,7		3N	C	C	C	B*	C
1,9	1,80 – 2,20	3K	C	C	C	B*	C
1,9		3U	B	A	B	A	B**
2,2	2,20 – 2,60	3H	B*	B*	B*	B*	C
2,5		3S	C	C	C	C	C

*ursprüngliche Wertung nach Gruppendiskussion zugunsten des Konsenses angepasst, ** in der Gruppendiskussion konnte aufgrund heterogener Landschaft innerhalb des Fangrasters (500 x 500 m) und Standortwahl der Aufnahme kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem SHDI-Wertes und der Empfehlungskategorie hergestellt werden.

Für den Bereich von 0,81 bis 1,6 stellen AFS zwar ebenfalls geeignete Landnutzungssysteme dar, allerdings sind hier gestalterische Anforderungen zu beachten (Eignungsgebietsklasse B). Bei vergleichsweise hohen Diversitätswerten > 1,6 stellen AFS nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten keine geeignete Landnutzungsform mehr dar, da negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild zu befürchten sind (Eignungsgebietsklasse C).

8

Darstellung in GIS und Berechnung der Flächenauswirkungen

Nachdem die Grenzwerte für die Festlegung der Eignungsstufen ermittelt wurden, werden die Flächen der BK neu klassifiziert, um die flächenmäßigen Auswirkungen zu berechnen (*add a new class in der Attributtabelle; select by attribute: mean < 0,8 bzw. > 1,6; field calculator: class = A; C respectively, dissolve: statistics field: area, field type: sum*). In Tabelle 11 sind die Flächensummen der Eignungskategorien A, B und C angegeben.

Über die Hälfte der landwirtschaftlich genutzten Flächen (Abbildung 35) in der Modellregion (rd. 8.200 ha) sind bei konsequenter Anwendung des Ausschlusskriteriums nach der „Diversität der Landschaft“ in Eignungskategorie C nicht für die Anlage von AFS geeignet. Lediglich 9 % der Flächen (rd. 1.300 ha) sind in Kat. A uneingeschränkt geeignet. Auf 36 % der Flächen sind gestalterischen Maßnahmen bei der Anlage von AFS zu berücksichtigenden (rd. 5.400 ha in Kat. B).

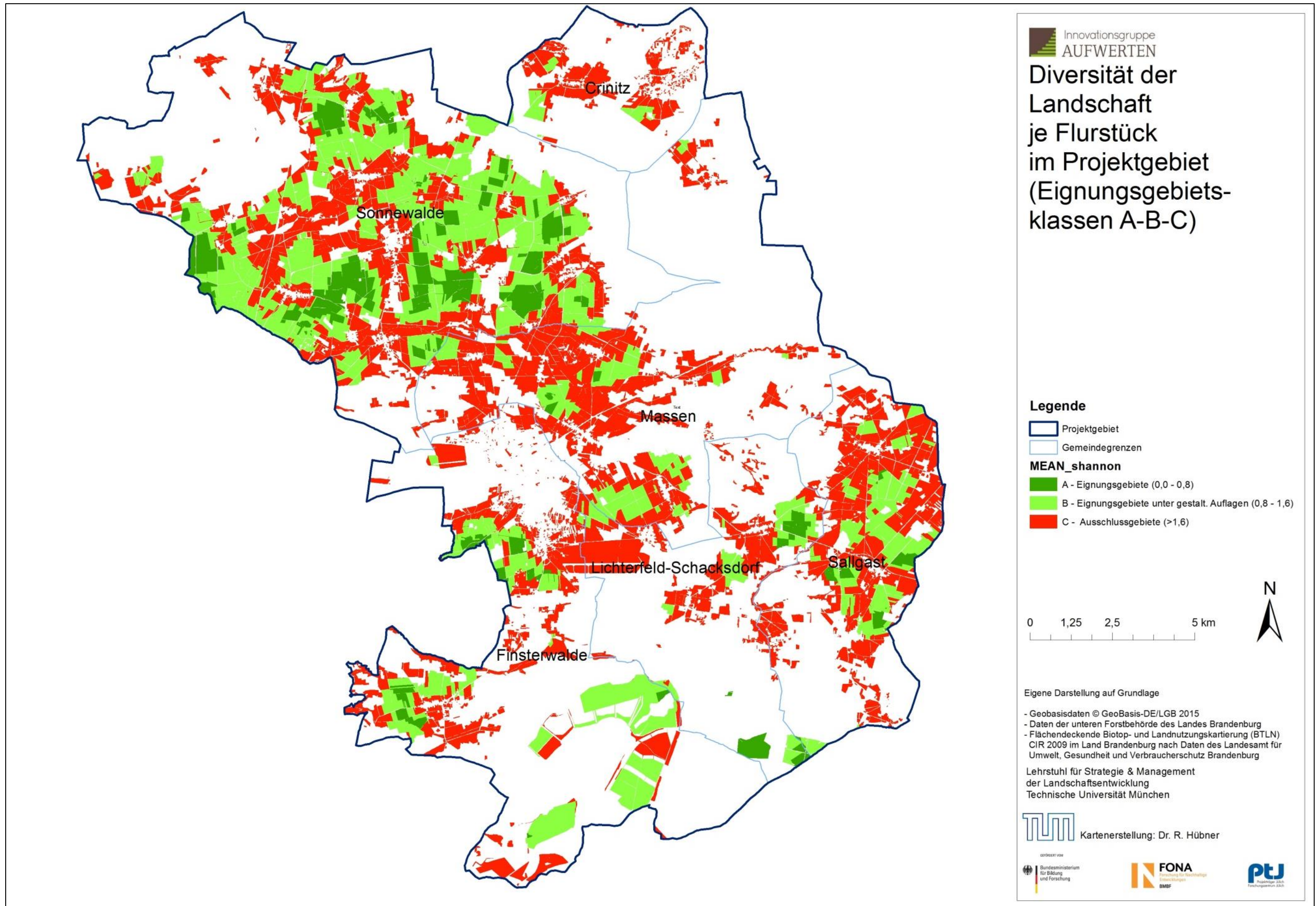


Abbildung 35: Gesamtkarte mit Festlegung der Eignungskategorien A-B-C je Flurstück im Modellgebiet

Tabelle 11: Flächenauswirkungen nach Eignungskategorien für Index #2 „Diversität der Landschaft“

„Diversität der Landschaft“	ha	Anteil
A – Eignungsgebiete	1.308	9 %
B – Eignungsgebiete unter besonderen gestalterischen Anforderungen	5.393	36 %
C – Ausschlussgebiete	8.211	55 %
Summe	14.912	100 %

2.5.4 Aufbereitung für die Anwendung in Meta-AfS (Index#2)

Bis zu einem Shannon Diversitätsindex (SHDI) von 0,8 Punkten ist die Anlage von AFS uneingeschränkt zu befürworten (Klasse „A“ – Eignungsgebiet; Eignungswert > 66,6), da es sich um eher gleichförmige oder strukturarme Landschaften handelt, die von Besuchern und Anwohnern oft als unspektakulär bzw. als Normallandschaft empfunden werden. Bei zunehmender „Diversität der Landschaft“ sind ab einem SHDI von 1,7 Punkten negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild durch Überdeckung zu befürchten, sodass von der Etablierung von AFS aus landschaftsästhetischer Sicht abgesehen werden sollte (Klasse „C“ – Ausschlussgebiet; Eignungswert < 33,3). Im Zwischenbereich hängt die Empfehlung von der Gestaltung des Agroforstsystems ab (Klasse „B“ – Eignungsgebiet unter besonderen gestalterischen Anforderungen). In Tabelle 12 sind die Übersetzung des Indikatorwertes „Shannon Diversitätsindex“ in den Eignungswert dargestellt, unter Zuhilfenahme von sechs Fixpunkten (sog. „Stützwerte“).

Tabelle 12: Flächenauswirkungen der Anwendung der Eignungskategorien für Index #2 „Kammerung der Landschaft“

Fixpunkt	X-Wert (Indikatorwert)	Y-Wert (Eignungswert)
1	0	0
2	0,8	66,6
3	1,6	33,3
4	2,0	15
5	2,1	0
6	5	0

Es wird ein Schwellenwert von 3,5 empfohlen (rote gestrichelte Linie in Abbildung 35), da nach der visuellen Bewertung von Landschaftsaufnahmen durch Experten der Landschaftsbildbewertung alle Flächen mit einem höheren SHDI von der multikriteriellen Bewertung ausgeschlossen werden sollten.

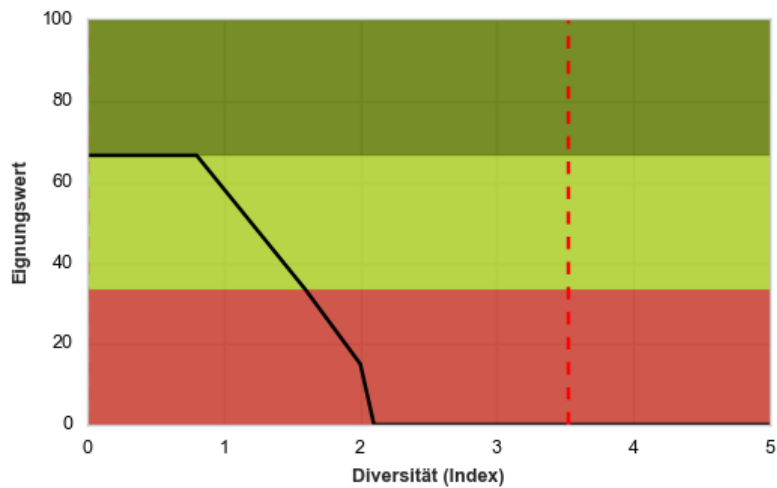


Abbildung 36: Zuordnung des Indexwertes „Kammerung der Landschaft“ zur Eignungsklasse A, B oder C

2.6 Bestehende Beeinträchtigungen – Verdeckung technischer Strukturen

2.6.1 Zielstellung und Vorgehensweise (Index #3)

Index #3 „Bestehende Beeinträchtigungen“ dient der Berechnung visueller Beeinträchtigungen. Diese können beispielsweise Infrastrukturelemente wie Eisenbahnstrecken, Autobahnen, Straßen (keine Wege) aber auch Industrieanlagen oder Gewerbegebiete sein. Ziel ist es, den visuellen Eindruck dieser „technischen Strukturen“ durch die gezielte Anlage von AFS und durch eine damit erzeugte Verdeckung abzumildern. Hierzu wird um oder entlang entsprechender Strukturen ein objektabhängiger Zielkorridor angelegt, der sich aus landschaftsästhetischer Sicht besonders für die Anlage eines AFS eignet. Hierbei wird unterstellt, dass das Vorhandensein technischer Strukturen tendenziell nicht in Konflikt mit der Anlage von AFS stehen, sondern durch eine entsprechende gehölzartige Begleitung ästhetisch aufgewertet werden kann (Tab. 13). Sowohl die Ergebnisse der Bevölkerungsumfrage in **Loseblatt # 15** (Hübner u. a. 2019a) als auch die Ergebnisse der Expertenbewertung in **Loseblatt # 16** (Hübner u. a. 2019b) haben die hohe Relevanz und das Potenzial der Verdeckung baulicher Strukturen für die Landschaftsbildaufwertung gezeigt.

Tabelle 13: Metadaten „Bestehende Beeinträchtigungen“

Kategorie	Infos
Verwendete Programme	ArcGis 10.2.1 (ArcMap, ArcCatalog)
Datengrundlage	Als Datengrundlage dienen die Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS).
Kennzeichnung bei Veröffentlichung	„Eigene Darstellung auf Grundlage der Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/LGB 2015“

Weiteres Ziel in der Umsetzung von Index #3 ist es, dem zukünftigen Nutzer des GIS-Tools Möglichkeiten an die Hand zu geben, eigene Prioritäten in der Abstandsregelung festzulegen. Daher war es Ziel, verschiedenbreite Buffer zu ermöglichen. Die Berechnungen zu Bestehenden Beeinträchtigungen können den Aspekten „Schönheit“ und „Eigenart“ zugeordnet werden. Technische Elemente in der Landschaft (Punkt-, Flächen- und Liniendaten) werden mit Puffern von 5, 10, 15, 20, 25 Metern versehen, die verschiedene Stufen von Eignungsflächen zur Verdeckung dieser

Strukturen darstellen. Diese werden bezüglich ihrer Eignung mit Eignungsklassen A-B-C versehen. Grundsätzlich sind entlang von Straßen u. d. g. auch Abstandsflächen zu berücksichtigen, wobei hier pauschal 10 m als ausreichenden Abstand und damit als Ausschlussflächen (Kat. C) für die Anlage von AFS berücksichtigt sind. Alle anderen Flächen werden als Eignungskategorie B „Eignung unter gestalterischen Auflagen“ klassifiziert.

2.6.2 Berechnung (Index #3)

1 Auswahl der technischen Strukturen

Bei der Auswahl technischer Strukturen werden ALKIS-Daten gemäß der in Tabelle 14 aufgelisteten Elemente verwendet. Da Windenergieanlagen (WEA) aufgrund ihrer Höhe nicht durch die Anlage von AFS im näheren Umfeld verdeckt werden können, werden sie in der Analyse nicht miteinbezogen. Die Auswahl erfolgt in ArcGIS mit *Select by attributes*. In der Abfrage wird die Formel *BEZ LIKE 'WEA%'* eingefügt, die alle Namen die in der Spalte Bezeichnung (*BEZ*) mit *WEA* beginnen (wodurch sich die Windenergieanlagen identifizieren) auswählt. Dann kann die Auswahl umgekehrt werden, sodass alle Elemente außer Windenergieanlagen markiert sind. Diese Auswahl wird zur weiteren Bearbeitung als *Feature Class* exportiert. Ferner werden sowohl die Flächen- als auch die Punktdaten zu jeweils einer Ebene zusammengefasst (*merge*), sodass nicht für jede einzelne Ebene der ALKIS-Daten später die Eignungsgebietsanalyse durchgeführt werden muss.

Tabelle 14: Auswahl der Elemente zur Berechnung der Landschaftsbeeinträchtigung

Kategorie	Index #3 – Bestehende Beeinträchtigungen
Punkt	Viehhaltungsanlagen Blockkraftheizwerke Recyclinganlagen u. a.
Linie	nicht zutreffend
Fläche	Unland Tagebau Industrie- und Gewerbe Halden Straßen- und Bahnverkehr

2 Ermittlung der Eignungsgebiete

Um potentiell geeignete Flächen für AFS in der Nähe von technischen Landschaftselementen herauszustellen, werden Pufferzonen von 5, 10, 15, 20, 25 Metern um die Punkt- und Flächendaten aus ALKIS gelegt (*multiple ring buffer, MRB*). Hierbei ist zu beachten, dass das Häkchen bei *Outside Polygons Only* gesetzt wird; so wird lediglich der Ring um das Ausgangspolygon erzeugt (Abbildung 37).

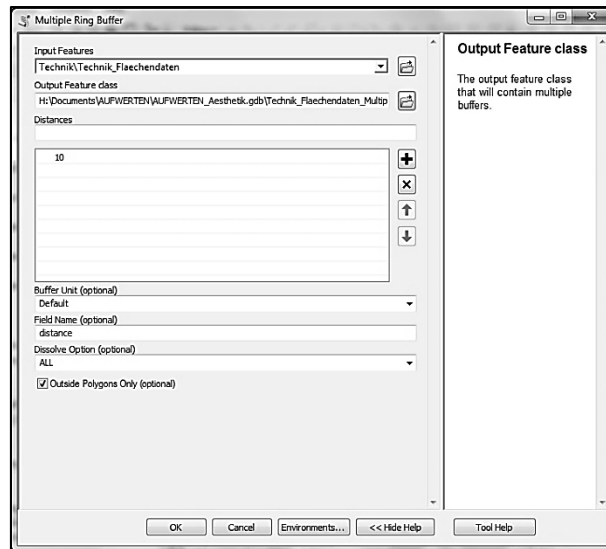


Abbildung 37: Multiple Ring Buffer-Dialog

3

Interpretation der Zwischenergebnisse

Abbildung 38 zeigt beispielhaft Kartenausschnitte für die Zwischenergebnisse zu den erzeugten MR-Puffern.



Abbildung 38: Zwischenergebnisse zur Pufferung der Landschaftsbeeinträchtigung basierend auf flächen- und punktförmigen Daten in ausgewählten Kartenausschnitten

4

Verschneidung von Punkt- und Flächendaten

Da die verschiedenen MRB nicht ohne weiteres miteinander verschnitten werden können, werden stattdessen zunächst die Punkt und Flächendaten mit kombiniert, anschließend der Prozess ab Schritt 2 wiederholt.

5

Vereinheitlichen, Exportieren, Verschneiden, Auflösen

Vereinheitlichung der MRB 1 und 2 zu Eignungsklasse „C“ als Ausschlussfläche sowie 3 bis 5 zur Klasse „B“ Eignung unter gestalterischen Auflagen. Diese werden exportiert und einzeln mit der Basis Karte verschnitten (*intersect*) und anschließend nach der AUFWERTEN_ID auflösen (*dissolve*). Das Ergebnis ist im Kartenausschnitt in Abbildung 39 dargestellt.



Abbildung 39: Ausschnitt der Empfehlungskarte zu Bestehende Beeinträchtigungen mit dem Ziel der Verdeckung technischer Strukturen

6

Join

Abschließend werden die einzelnen Flächen („B“ und „C“) der Basiskarte auf Grundlage der AUFWERTEN_ID in zwei Schritten angefügt (*join*). Nach dem ersten Schritt wird der *Join* durch den Export des Layers permanent gemacht. Vor dem erneuten *Join* wird die Spalte der zuvor hinzugefügten aber lückenhaften AUFWERTEN_ID gelöscht. Die Flächeninhalte für die Klasse B wird in der Spalte „Area_1“ und die Werte für die Klasse C in der Spalte „Area_12“ gespeichert. Damit Verwechslungen vermieden werden, empfiehlt es sich, nach jedem *Join* ein neues Feld in der Attributtabelle anzulegen, das die korrekte Bezeichnung enthält. Die Werte werden mit dem *Field Calculator* übertragen.

Nun können im Rahmen der konkreten Planung für AFS prädestinierte Flächen ausgewählt werden, z. B. nach der Maßgabe, dass ein bestimmter Mindestflächeninhalt auf der entsprechenden Fläche erreicht wird.

Die Karte für eine landschaftsästhetisch begründbare Verdeckung der „Bestehenden Beeinträchtigung“ ist Abbildung 40 für die Gesamtansicht der Modellregion dargestellt und liegt als Polygon vor.

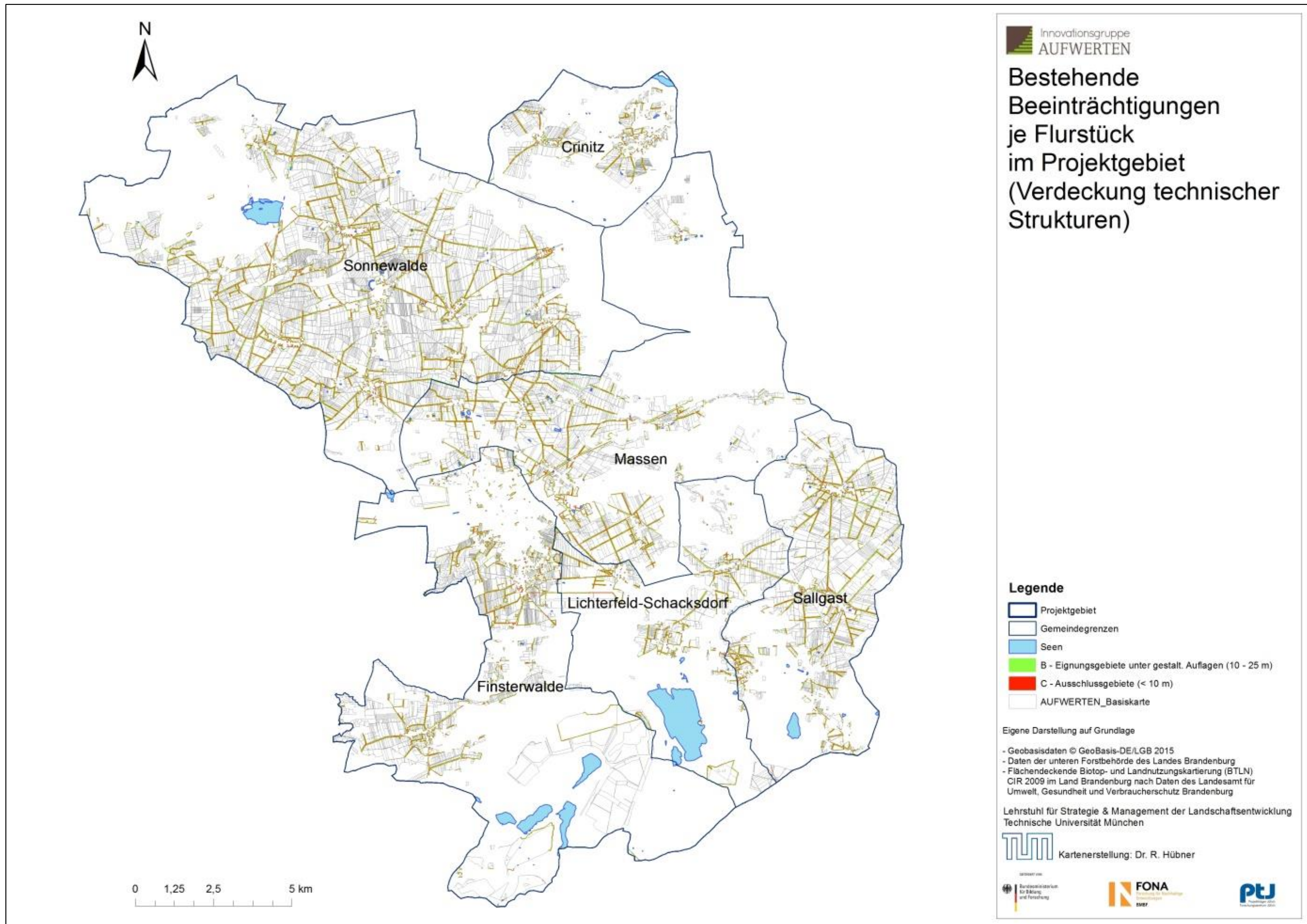


Abbildung 40: Gesamtkarte zur empfohlenen Verdeckung bestehender landschaftsästhetischer Beeinträchtigung im Modellgebiet

2.7 Freihaltung besiedelter sowie ästhetisch oder kulturhistorisch bedeutsamer Bereiche

2.7.1 Zielstellung und Vorgehensweise (Index #4)

Ästhetisch bzw. kulturhistorische Bereiche bzw. Wohngebiete sollen von der Anlage von AFS weitgehend freigehalten werden. Hierzu zählen beispielsweise Sichtachsen oder die Bereiche um Kulturdenkmäler. Ebenso Ortsränder im engeren Umfeld. Im weiteren Umfeld sind bestimmte gestalterische Auflagen zu erteilen, wie beispielsweise die Anlage von AFS radial um die Ortschaften, um zu vermeiden, dass der Anblick vom Ortsrand in die Flur verstellt wird. Ziel bei der Ermittlung des sog. Offenen Umfelds ist es daher, mögliche Ausschlussflächen bzw. Abstandsflächen für AFS auszuweisen. Hierbei ist vorgesehen, dass Anwender die Abstände nach eigenen Präferenzen variieren können. Es kann durch die Auswahl durch den späteren Nutzer herausgefunden werden ob, und wenn ja, welcher Abstand zu diesen Bereichen eingehalten werden sollte, sodass AFS nicht als störend empfunden werden. Alle bewohnten oder ästhetisch/ kulturhistorisch bedeutsamen Bereiche (Punkt- und Flächendaten) sowie die Ortsränder werden mit mehreren Puffern von 10, 50, 100, 250, 500 m versehen, die verschiedene Kategorien für Ausschlussflächen darstellen (Tab. 15).

Tabelle 15: Metadaten „Offenes Umfeld“ (Index #4)

Kategorie	Infos
Verwendete Programme	ArcGis 10.2.1 (ArcMap, ArcCatalog)
Datengrundlage	Als Datengrundlage dienen die Flächen- und Punktdaten der Flächendeckenden Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) im Land Brandenburg – CIR-Biotoptypen 2009. Linienhafte Daten sind hinsichtlich des Kriteriums „Offenes Umfeld“ im Modellgebiet nicht vorhanden.
Kennzeichnung bei Veröffentlichung	„Eigene Darstellung auf Grundlage der Flächendeckenden Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) – CIR 2009 – im Land Brandenburg nach Daten des Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg“
Kulturdenkmäler werden (zukünftig) den Denkmallisten für das Land Brandenburg des BLDAM entnommen (BLDAM 2015). Flächendenkmale („Denkmal-mit-Flächencharakter“); Baudenkmale („Baudenkmal-Gewässer“, „Baudenkmal-Gartendenkmal“, „Baudenkmal-Polygon“, „Baudenkmal-Linie“, „Baudenkmal-Punkt“, „Baudenkmal-sonstige-Fläche“) Bodendenkmale	

2.7.2 Berechnung (Index #4)



Auswahl bewohnter/ ästhetischer/ kulturhistorischer Bereiche

Hierzu zählen z. B. Gärten, Kleingartenanlagen, Wochenend- und Ferienhausbebauung, Wohn- und Mischgebiete, Historische Bauwerke und Anlagen, Kirche, markante Solitäräume. Herausfiltern der für das Modellgebiet und den Landschaftsfreiraum relevanten Kategorien der Biotopkartierung (Tab. 16).

Tabelle 16: Auswahl der Elemente zur Berechnung des „Offenen Umfeldes“

Kategorie	Index#4 – „Offenes Umfeld“
Punkt	Kirche Markanter Solitärbaum
Linie	nicht zutreffend
Fläche	Wohn- und Mischgebiete, Wochenend- und Ferienhausbebauung Gärten, Kleingartenanlagen Historische Bauwerke und Anlagen

2

Aufbereitung der Biotoptypenkartierungsdaten in MS-Excel

Sortieren der Daten der Biotoptypenkartierung Brandenburg nach den Kriterien in Schritt 1.

3

Import in ArcGIS

Modifizierte Excel-Tabelle in ArcGIS laden und mit *join* jeweils die Attributtabelle von Flächen-, Linien- und Punktdaten mit der Excel-Tabelle verbinden. Im Ergebnis sind nur noch die für das Modellgebiet relevanten Flächen- und Punktdaten in der neuen Attributtabelle vorhanden.

4

Auflösen interner Strukturen

Zusammenfassen gleicher und zusammenhängender Gebiete erfolgt mit dem Tool „*Dissolve*“, so dass der Puffer nicht um Linien innerhalb von homogenen Abschnitten (bspw. innerhalb einer Wohnbebauung) gezogen wird.

5

Ermittlung der Ausschlussgebiete

Um Ausschlussflächen für AFS in der Nähe bewohnter bzw. ästhetisch oder kulturhistorisch wertvoller Bereiche sichtbar zu machen, werden Pufferzonen von 10, 50, 100, 250, 500 Metern um die Punkt- und Flächendaten aus der Biotoptypenkartierung gelegt (*multiple ring buffer*). Hierbei gilt zu beachten, dass das Häkchen bei *Outside Polygons Only* gesetzt ist; so erhält man nur den Ring um das Ausgangspolygon.

6

Interpretation der Ergebniskarte

Die Ergebnisse der Pufferung um bewohnte/ ästhetisch/ oder kulturhistorisch relevanter Bereiche ist in Abbildung 41 jeweils für die punktförmigen und die flächigen Elemente dargestellt.

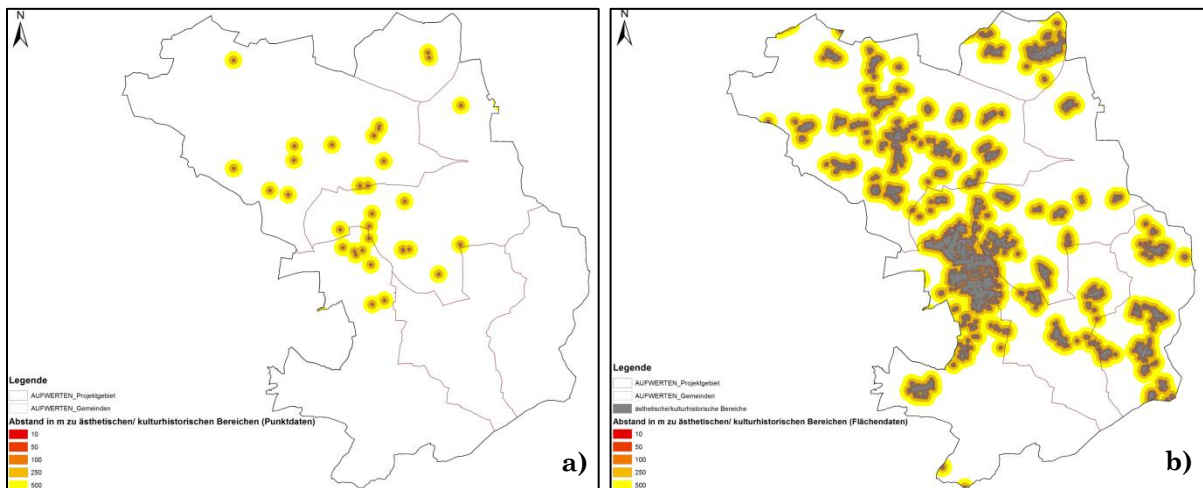


Abbildung 41: Zwischenergebnisse für MRB „Offenes Umfeld“ auf Basis von Punktdaten (a) und Flächendaten (b)

7

Erstellung der Gesamtkarte

Da die verschiedenen MRB nicht ohne weiteres miteinander verschnitten werden können, werden zunächst die Punkt und Flächendaten miteinander verschnitten anschließend der Prozess ab Schritt 5 wiederholt. Die Ergebniskarte für die Freihaltung besiedelter Bereiche „Offenes Umfeld“ ist in Abbildung 42 dargestellt.

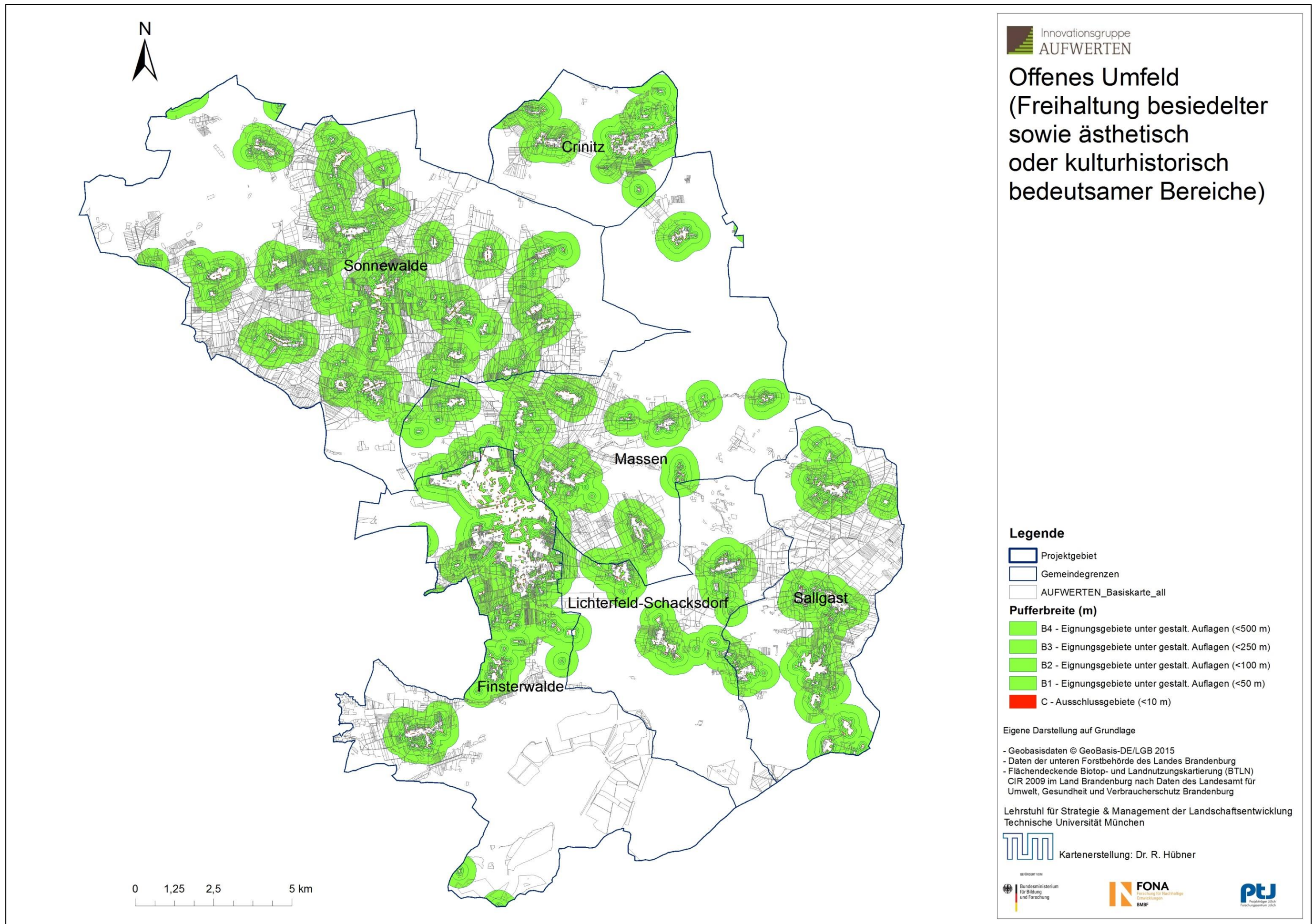


Abbildung 42: Gesamtkarte zur empfohlenen Freihaltung besiedelter sowie ästhetisch oder kulturhistorisch bedeutsamer Bereiche im Modellgebiet

2.8 Verknüpfung der berechneten landschaftsästhetischen Indices

2.8.1 Zielstellung und Vorgehensweise

Ziel ist es, die unterschiedlichen berechneten Indices #1 und #2 bzw. Pufferzonen #3 und #4 sinnvoll miteinander zu kombinieren. Die sich hieraus ergebene Eignung wird in der Basiskarte – hierin sind alle Flurstücke enthalten – dargestellt.

Die kombinierten Informationen aus den Rasterdaten und den Polygondaten werden den jeweiligen Polygonen der Basiskarte zugewiesen, wobei hier eine sinnvolle Vorgehensweise zu den erforderlichen Mindestanteilen u. o. der flächenmäßigen Wichtung (*weighted mean*) zu berücksichtigen ist. Die Vorgehensweise ist schematisch in Abbildung 43 dargestellt.

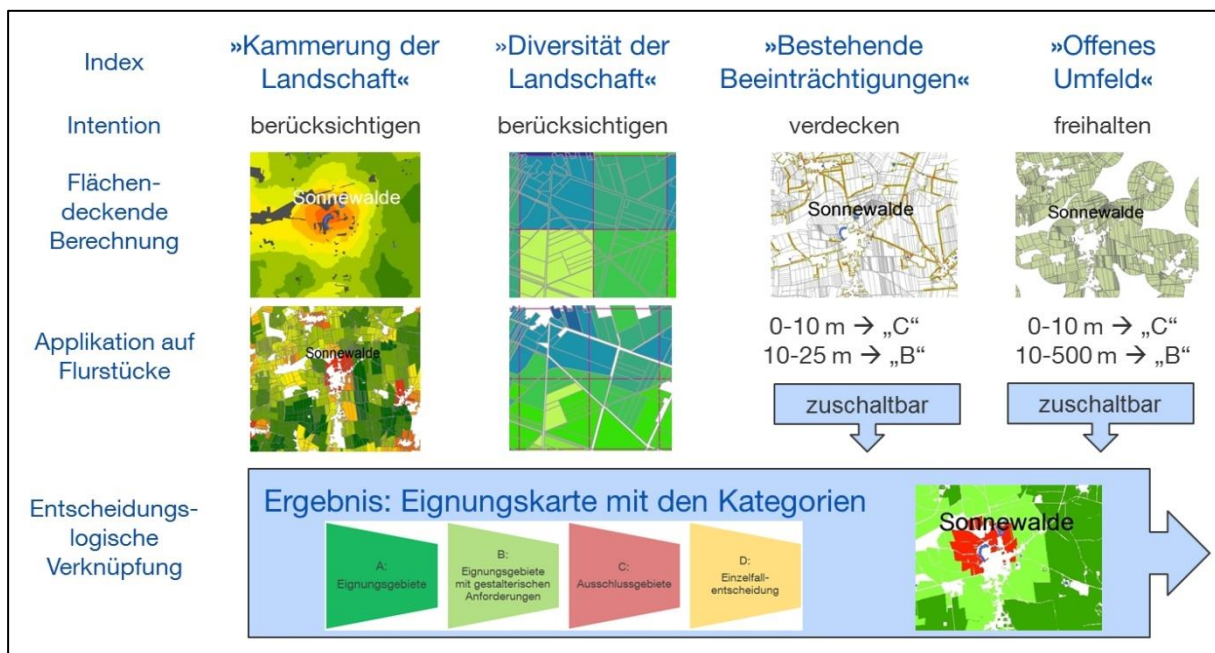


Abbildung 43: Verknüpfung der Eingangsdaten zum Ergebnislayer

2.8.2 Verknüpfung Index #1 und #2

Die möglichen Kombinationen der Verknüpfung von Index #1 „Kammerung der Landschaft“ und Index #2 „Diversität der Landschaft“ sind in Abbildung 44 grafisch dargestellt. Hierbei ist jeweils das schlechtere Ergebnis bzw. dasjenige Kriterium, das auf eine geringere Eignung zu Anlage von AFS hinweist, entscheidungsrelevant.

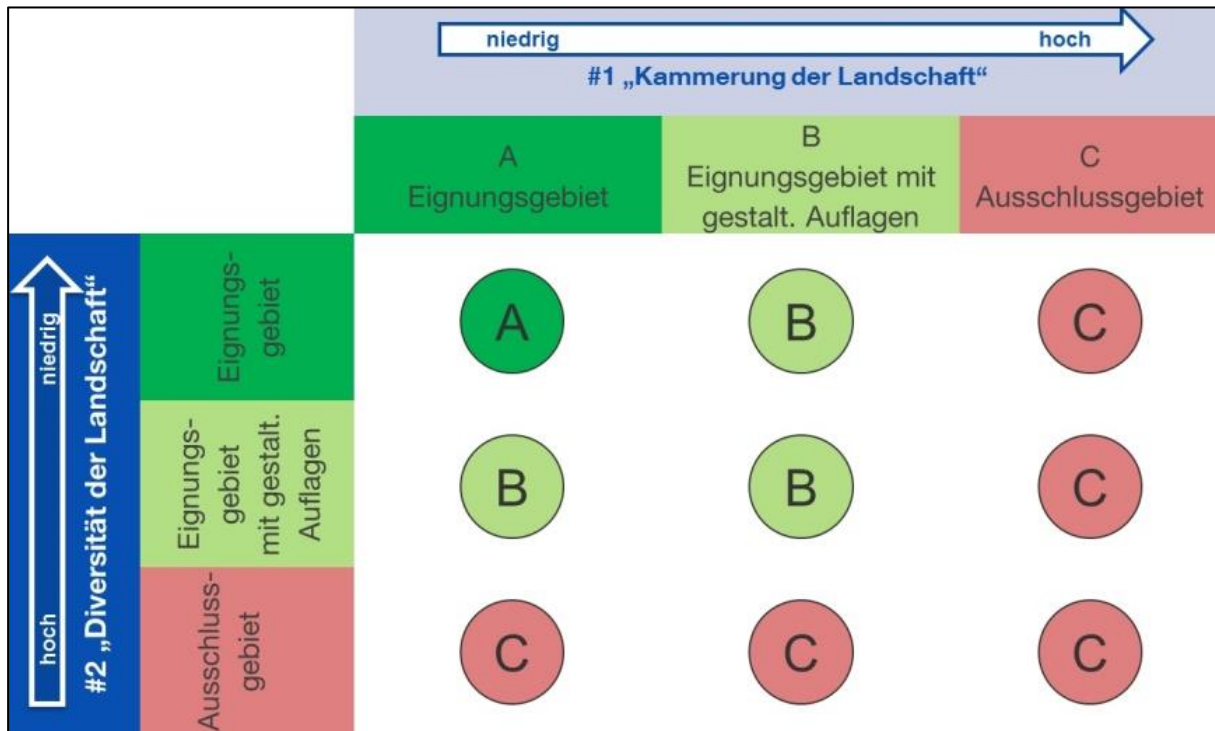


Abbildung 44: Entscheidungslogische Verknüpfung der Zwischenergebnisse zur „Kammerung der Landschaft“ und „Diversität der Landschaft“

2.8.3 Verknüpfung Index #3 und „offenes Umfeld“ #4

Nachdem die grundlegende flächendeckende Eignung der Modellregion für die Anlage von AFS festgestellt ist, können in Teilbereichen durch die Anwendung von Regeln zur Verdeckung bestehender Beeinträchtigung (#3) und Freihaltung besiedelter sowie ästhetisch oder kulturhistorisch bedeutsamer Bereiche (#4), Eignungsflächen weiter spezifiziert werden. Hierbei sind Anforderungen zur Freihaltung stärker bzw. prioritär zu gewichten als die Abgrenzungen mit Empfehlungen zur Anpflanzung im Umfeld störender Elemente. Beide Bereiche soll der Nutzer/ Anwender entlang von vorgegebenen Skalen kalibrieren können (i. e. Pufferbreite).

3 FAZIT ZUR AGROFORSTWIRTSCHAFT UND LANDSCHAFTSBILD

3.1 Hinweise zur gestalterischen Optimierung von AFS

Schon Reeg (2008) zeigte, dass AFS eine große Variabilität in Bezug auf Baumarten, Pflanzdesign und die begleitende Hauptfrucht aufweisen, so dass verschiedene Systemvarianten differenziert betrachtet werden sollten. Für die Untersuchung der Innovationsgruppe AUFWERTEN wurden daher AFS in charakteristische und distinkte Typen klassifiziert, um in den Befragungen die Interaktion mit der naturräumlichen Ausstattung an verschiedenen Standorten herauszustellen und anschließend zu bewerten. Die Systeme lassen sich prinzipiell in allen Bereichen optimieren. Landschaftsästhetisch wertvolle AFS waren daher ebenso Gegenstand der Bewertung wie auch naturschutzfachlich optimierte AFS. Auch ist im Laufe der Jahre eine gewisse Weiterentwicklung der Agroforstwirtschaft und der verwendeten Systeme eingetreten bzw. werden auch Erkenntnisse aus einer Reihe von Forschungsvorhaben sukzessive umgesetzt.

Heindorf & Reeg (2008) empfehlen die Orientierung von AFS an vorhandenen Strukturen und Wegenetzen, idealer Weise durch Schaffung eines feldumrahmenden Korridors. Typische Landschaftselemente (z. B. Sölle, Fließgewässer) können arrondiert oder verbunden werden (Schäfer 2006).

So ist es im Rahmen der EG-WRRRL notwendig, den Gewässerzustand zu verbessern. Positiv würde sich hier die Anlage von AFS auf der Südseite strukturarmer Gewässer auswirken, da hierdurch durch die Beschattung während der heißen Mittagsstunden eine Verbesserung der Wasserqualität (Begründung: max. gelöster Sauerstoff ist temperaturabhängig gleichzeitig vermindertes Algenwachstum und geringerer biologischer Sauerstoffbedarf) erzielt werden kann. Gleichzeitig erfordert die Bewirtschaftung, insb. die jährliche Beräumung durch die Wasser- und Bodenverbände, dass die Gewässer mindestens einseitig frei von Vegetation bleiben.

AFS können vorhandene Gehölzstrukturen komplettieren (Schäfer 2006), in dem Sinne, dass vorhandenes Baumartenspektrum durch ein AFS angereichert werden kann.

Eine Einstufung von AFS als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme könnte bei Verwendung von Wildobststarten in Anlehnung an Streuobstflächen, oder Edellaubbäumen möglich sein, da sie dann vergleichbar mit Landschaftselementen wie Alleen, Baumreihen und Baumgruppen kategorisiert werden könnten (Reeg u. a. 2008). Die Anforderungen des Naturschutzbund Deutschland e. V. (NABU) (2008) zielt ebenfalls auf die Verwendung unterschiedlicher Baumarten bzw. Sorten sowie heimische Arten.

Ergebnisse der Befragung von Reeg (2008) zur Gestaltung von AFS zeigen, dass die lockere Anordnung von Bäumen auf Weideflächen (parkartige Anordnung) eine höhere Zustimmung findet. Diese entspricht dem Ideal einer vielfältigen, harmonischen Landschaft. Hierzu würden sich silvopastorale Systeme mit einer großflächigen extensiven Beweidung eignen (Reeg 2008). Unregelmäßige Abstände zwischen den Bäumen, Lücken in den Reihen, Bäume unterschiedlichen Alters werden von 52 % der befragten unterstützt.

- Strukturvielfalt durch unterschiedliche Altersstrukturen bzw. Umtriebszeiten ist im besonderen Interesse des Naturschutzes (Naturschutzbund Deutschland e. V. (NABU) 2008).
- Halboffener Charakter einer Fläche bleibt bestehen, was für Landschaftsbild, Naturschutz, Kleinklima wichtig sein kann.
- Eine lineare Anordnung von Bäumen entlang bestehender Strukturen (Raine, Wege, Gräben) wird als am besten vorstellbar angesehen. Unproduktive Kleinstandorte (Wegränder, Böschungen) werden für Holzproduktion genutzt (Reeg 2008).
- Regelmäßige Reihen auf Ackerflächen können sich 59 % der Befragungsteilnehmer bei Reeg (2008) vorstellen. Wird aber eher als unattraktiv angesehen (Behinderung der Bäume an flexibler Befahrung, Konkurrenz der verschiedenen Nutzungen).
- Diskutiert werden können verschiedene Eingriffsprofile in eine Landschaft, beispielhaft dargestellt an der Bepflanzung einer Waldinsel (Bepflanzung senkrecht zum Relief oder in Quadratpflanzungen).
- Kayser u. a. (2005) charakterisieren AFS sind halboffene Nutzungssysteme, deren Charakter sich im Laufe der Entwicklung verändert (Flächenanteile verändern sich, Bäume nehmen stärkeres Gewicht ein).

Eingesäumte KUP mit Hecken lassen Kurzumtriebsplantagen in die Landschaft integrieren. Die Schaffung vielfältiger Randstrukturen ist eine Forderung des Naturschutzbund Deutschland e. V. (NABU) (2008) bezüglich der Anlage von KUP.

Der überwiegende Teil der Eignungsflächen entlang von zu verdeckenden technischen Strukturen unterliegt der Eignungskategorie B, d.h. „Eignung unter gestalterischen Auflagen“.

Da eine regelmäßige Beerntung des AFS stattfindet und sich der visuelle Effekt temporär ändern kann, ist die teilschlagspezifische Beerntung prädestiniert für AFS als Pufferstreifen. Eine Breite von 10 m erlaubt es beispielsweise, zwei parallele Streifen anzulegen sowie an den Außenseiten breitere Säume von 1,5 m frei zu halten. Die Möglichkeit zur Teilbeerntung hat neben visuellen Vorteilen auch den Effekt, dass weitere positive Effekte – z. B. Wilddeckung, Immissionsschutz – kontinuierlich bereitgestellt werden (Röhricht u. a. 2011). Aufgrund der großen Außenlänge im Verhältnis zur Fläche ist ein Wildzaun zur Verhinderung von Fraß- und Fegeschäden bspw. an Weide sinnvoll, jedoch vergleichsweise teuer. Hier kann mit der Wahl der geeigneten Baumart reagiert werden (Röhricht u. a. 2011).

3.2 Epilog

Festzuhalten bleibt abschließend, dass die Berücksichtigung der landschaftsästhetischen Wirkung zwar nur einen Teilbereich in der multikriteriellen Bewertung einnimmt, jedoch vor dem Hintergrund der teilweise heftig geführten Debatte um die Veränderung der Landschaft durch den vermehrten Anbau nachwachsender Rohstoffe sowie den Ergebnissen der Befragung einen Aspekt mit hoher Relevanz darstellt. Landschaftsästhetische Gesichtspunkte und die damit verbundene Wahrnehmung in der Gesellschaft sollten bei der Konzeption agroforstlicher Nutzungen in Deutschland auf jeden Fall berücksichtigt werden, um Akzeptanz zu fördern und Ablehnung vorzubeugen.

LITERATUR

- Ammer, U. & Pröbstl, U. (1988): Erstaufforstungen und Landespflege. *Forstw. Cbl.*, 107, 60-71.
- Ammer, U. & Pröbstl, U. (1991): Freizeit und Natur : Probleme und Lösungsmöglichkeiten einer ökologisch verträglichen Freizeitnutzung, Hamburg, Berlin, Parey.
- Augenstein, I. (2002): Die Ästhetik der Landschaft – ein Bewertungsverfahren für die planerische Umweltvorsorge, Berlin, Weißensee-Verlag.
- Bender, B., Chalmin, A., Reeg, T., Konold, W., Mastel, K. & Spiecker, H. (2009): Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern – Leitfaden für die Praxis. Selbstverlag.
- Blaschke, T. (1999): Quantifizierung von Fragmentierung, Konnektivität und Biotopverbund mit GIS, *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung*. Heidelberg.
- Blaschke, T. (2002): GIS und Fernerkundung für Landschaftsmonitoring und Landschaftsplanung. *Standort*, 3, 115-120.
- Böhm, C., Busch, G., Tsonkova, P., Hübner, R. & Ehrhart, J. (2019): Multikriterielle Auswahl potentieller Agroforstflächen mit dem Entscheidungswerkzeug META-AfS (1.0) am Beispiel ausgewählter Gemeinden in Südbrandenburg – Werkzeugdokumentation und Anwendungsbeispiel. In: Böhm, C. (Hrsg.): AUFWERTEN Loseblattsammlung, Cottbus-Freising-Göttingen-Potsdam.
- Botequilha Leitão, A., Miller, J., Ahern, J. & McGarigal, K. (2006): *Measuring landscapes a planner's handbook*, Washington, DC u.a., Island Press.
- Bourassa, S. C. (1991): *The Aesthetics of Landscape*, New York, London, Belhaven Press.
- Dramstad, W. E., Fjellstad, W. J. & Fry, G. L. A. (Year): Published. Landscape Indices – useful tools or Misleading Numbers? In: Dover, J. W. & Bunce, R. G. H. (Hrsg.): *Proceedings of the 1998 European Congress of IALE, Key Concepts in Landscape Ecology*, 3 September 1998. 63-68.

- Eiden, G., Kayadjanian, M. & Vidal, C. (2000): Capturing landscape structures: Tools [Online]. Available: <http://ec.europa.eu/agriculture/publi/landscape/ch1.htm> [Abfragedatum: 30.04.2015].
- Filip, C., Richter, K. & Pietsch, M. (2008): Biototypenvielfalt = Lebensraumvielfalt? Eine kritische Beleuchtung GIS-gestützter Raumdiversitätsanalysen aus artengruppenspezifischer Sicht, In: Strobl, J., Blaschke, T. & Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik*.
- FRAGSTATS (2015): FRAGSTATS METRICS [Online]. Available: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/Metrics/Metrics%20TOC.htm> [Abfragedatum: 18.12.2014].
- Franco, D., Franco, D., Mannino, I. & Zanetto, G. (2003): The impact of agroforestry networks on scenic beauty estimation. *Landscape and Urban Planning*, 62, 119-138.
- Fry, G., Tveit, M. S., Ode, Å. & Velarde, M. D. (2009): The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. *Ecological Indicators*, 9, 933-947.
- Gustafson, E. J. & Parker, G. R. (1992): Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. *Landscape Ecology*, 7, 101-110.
- Hartweg, A. (1976): Ein Beitrag zur Quantifizierung der Sozialfunktion des Waldes als Element der Infrastruktur 1) Untersuchung über den Einfluß des Waldanteils auf das Landschaftsbild 2.) Auswahl und Bestimmung erhohlungsrelevanter Betriebszieltypen. Inaugural-Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau.
- Heindorf, C. & Reeg, T. (2008): Problemorientiertes Design silvoarabler Agroforstsysteme in der Agrarlandschaft Kraichgau – Verbundforschungsvorhaben DENDROM. Holzerzeugung in der Landwirtschaft. Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung, 6. Cottbus.
- Heinl, T. & Kaule, G. (1998): Naturraumsteckbriefe – Materialien zum Landschaftsprogramm Baden-Württemberg – Methodische Hinweise [Online]. Stuttgart: LUBW. Available: <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/92374/methode.pdf?COMMAND=DisplayBericht&FIS=200&OBJECT=92374&MODE=BER&RIGHTMENU=NO&COMMAND=DisplayBericht&FIS=200&OBJECT=92374&MODE=BER&RIGHTMENU=null> [Abfragedatum: 26.01.2015].
- Herbst, H., Förster, M., Uehlein, U. & Kleinschmit, B. (Year): Published. Verwendbarkeit von Landschaftsstrukturmaßen als Bewertungsinstrument in der Landschaftsrahmenplanung. In: Strobl, J., Blaschke, T. & Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2007. Beiträge zum 19. AGIT-Symposium, 2007 Salzburg*. Heidelberg (Wichmann), 234-239.
- Hofmann, M. (2002): Anbau von Pappeln auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen zur Erzeugung von Holzstoff für die Papierherstellung. Merkblatt 12, Hann. Münden: Forschungsinstitut für schnellwachsende Baumarten.
- Hofmann, M. (2007): *Energieholzproduktion in der Landwirtschaft*. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.
- Hübner, R., Härtl, J., Pukall, K., Augenstein, I. & Zehlius-Eckert, W. (2019a): Agroforst und Landschaftsbild – Teil 1: Sicht der Bevölkerung – Einführung zur Landschaftsbildbewertung und Ergebnisse einer Umfrage mit Fotomontagen. In: Böhm, C. (Hrsg.): *AUFWERTEN Loseblattsammlung*, Freising: Technische Universität München.

- Hübner, R., Zehlius-Eckert, W. & Augenstein, I. (2019b): Agroforstsysteme und Landschaftsbild – Teil 2: Expertenbasierte Bewertung der Veränderungen. In: Böhm, C. (Hrsg.): AUFWERTEN Loseblattsammlung, Freising: Technische Universität München.
- Hunziker, M. (2000): Einstellungen der Bevölkerung zu möglichen Landschaftsentwicklungen in den Alpen. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL.
- Ihse, M. (1995): Swedish agricultural landscapes – patterns and changes during the last 50 years, studied by aerial photos. *Landscape and Urban Planning*, 31, 21-37.
- Jessel, B., Fischer-Hüftle, P., Jenny, D. & Zschalich, A. (2003): Erarbeitung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes. Schriftenreihe Angewandte Landschaftsökologie, 53.
- Johnson, G. D. & Patil, G. P. (2007): Landscape pattern analysis for assessing ecosystem condition, New York u.a., Springer.
- Kaplan, R. & Kaplan, S. (1989): The experience of nature – A psychological perspective, Cambridge University Press.
- Kaule, G. (1991): Arten- und Biotopschutz, Stuttgart, Ulmer.
- Kayser, B., Mayus, M. & Eysel-Zahl, G. (2005): Agroforstwirtschaft in Mitteleuropa – Potenziale einer neuen Landnutzungsform für Landwirtschaft und Naturschutz. *Lebendige Erde*, 3, 40ff.
- Klein, L. R., Hendrix, W. G., Lohr, V. I., Kaytes, J. B., Sayler, R. D., Swanson, M. E., Elliot, W. J. & Reganold, J. P. (2015): Linking ecology and aesthetics in sustainable agricultural landscapes: Lessons from the Palouse region of Washington, U.S.A. *Landscape and Urban Planning*, 134, 195-209.
- Krause, C. (2006): Landschaftsästhetische Wirkungen von Bäumen zur Holzproduktion in der Kulturlandschaft. In: Bemmann, A. & Franke, E. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen - 1. Fachtagung, Tharandt/Sachsen: Technische Universität Dresden.
- Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG) (2014): Kurzumtriebsplantagen im Einklang mit dem Naturschutz. Schriftenreihe, .
- Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.): (2007): Biotopkartierung Brandenburg – Band 2 Beschreibung der Biotoptypen, Potsdam.
- Lang, S. & Blaschke, T. (2007): Landschaftsanalyse mit GIS, Stuttgart, Ulmer.
- Leser, H. & Nagel, P. (2001): Landscape diversity – a holistic approach, In: Barthlott, W. & Winiger, M. (Hrsg.): Biodiversity - A Challenge for Development Research and Policy. Berlin: Springer.
- Liebhard, P. (2007): Energieholz im Kurzumtrieb: Rohstoff der Zukunft, Graz, Leopold Stocker Verlag.
- Lipsky, Z. (1995): The changing face of the Czech rural landscape. *Landscape and Urban Planning*, 31, 39-45.
- LUGV (2014): Flächendeckende Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) im Land Brandenburg – CIR-Biotoptypen 2009 [Online]. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg. Available: <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.359429.de> [Abfragedatum: 07.06.2015].

- McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C. & Ene, E. (2002): FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps – Manual for the computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.
- Morgan, R. & Williams, A. T. (1999): Video panorama assessment of beach landscape aesthetics on the coast of Wales. *Journal of Coastal Conservation*, 5, 13-22.
- Naturschutzbund Deutschland e. V. (NABU) (2008): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft – Chancen und Risiken aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes. Berlin.
- Nohl, W. (2001): Landschaftsplanung ästhetische und rekreative Aspekte – Konzepte, Begründungen und Verfahrensweisen auf der Ebene des Landschaftsplans, Berlin ; Hannover, Patzer.
- Nohl, W. (2009): Grünland und Landschaftsästhetik. Die ästhetische Bedeutung von Grünland und die Auswirkungen vermehrten Grünlandumbruchs auf das Landschaftsbild. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 41, 357-364.
- Palmer, J. F. (2004): Using spatial metrics to predict scenic perception in a changing landscape: Dennis, Massachusetts. *Landscape and Urban Planning*, 69, 201-218.
- Peters, J., Torkler, F., Hempp, S. & Hauswirth, M. (2009): Ist das Landschaftsbild „berechenbar“? Entwicklung einer GIS-gestützten Landschaftsbildanalyse für die Region Uckermark-Barnim als Grundlage für die Ausweisung von Windeignungsgebieten. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 41, 15-20.
- Reeg, T. (2008): Agroforstsysteme als interessante Landnutzungsalternative? Entscheidungsfaktoren für Landnutzer. *Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung*, 6, 53-68.
- Reeg, T. & Brix, M. (2008): Zielgebietsauswahl für Agroforstsysteme – Vorschläge unter Berücksichtigung der verschiedenen Interessen in der Landnutzung. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 40, 173.
- Reeg, T., Möndel, A., Brix, M. & Konold, W. (2008): Naturschutz in der Agrarlandschaft – neue Möglichkeiten mit modernen Agroforstsystemen? *Natur und Landschaft*, 6, 261ff.
- Röhricht, C., Grunert, M. & Ruscher, K. (2011): Feldstreifenanbau schnellwachsender Baumarten. *Schriftenreihe: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie*.
- Roser, F. (2011): Entwicklung einer Methode zur großflächigen rechnergestützten Analyse des landschaftsästhetischen Potenzials, Berlin, Weißensee-Verl.
- Roser, F. (2013a): Ist die Schönheit der Landschaft berechenbar? Bereitstellung einer landesweiten Planungsgrundlage für das Schutzgut Landschaftsbild. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 45, 265-270.
- Roser, F. (2013b): Vielfalt, Eigenart und Schönheit – eine landesweite Planungsgrundlage für das Schutzgut Landschaftsbild. *Naturschutz-Info*, 1, 23-29.
- Roth, M. (2012): Landschaftsbildbewertung in der Landschaftsplanung Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Validierung von Verfahren zur Bewertung des Landschaftsbildes durch internetgestützte Nutzerbefragungen, Berlin, Rhombos-Verl.
- Roth, M. & Gruehn, D. (2010): Modellierung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft. Kriterien zur Bestimmung von Landschaftsbildqualitäten für große Räume. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 4, 115-120.
- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2007): Feldstreifenanbau. *Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft*.

- Sang, N., Miller, D. & Ode, Å. (2008): Landscape Metrics and Visual Topology in the Analysis of Landscape Preference. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35, 504-520.
- Schäfer, A. (2006): Agroforstsysteme in Mecklenburg-Vorpommern – Flächenauswahl und Flächenpotenziale. In: Bemann, A. & Franke, E. (Hrsg.): *Anbau und Nutzung von Bäumen auf Landwirtschaftlichen Flächen*. 1. Fachtagung, Tharandt: Technische Universität Dresden.
- Schauppenlehner, T. & Amon, H. (2012): Landschaftskulissen – ein GIS-basierter Ansatz zur Analyse der räumlichen Landschaftsstruktur und Bewertung landschaftsästhetischer Aspekte, *Angewandte Geoinformatik 2012*. Berlin/Offenbach: Herbert Wichmann Verlag, VDE VERLAG GMBH.
- Schermer, M., Bacher, M. & Tappeiner, U. (2011): Wer will welche Landschaft? – Zur Konzeption von Kulturlandschaft in Nord-und Südtirol. *YSA*, 85-110.
- Schulze, C. (2019): Analyse und Bewertung des historischen Zustandes der Landschaft bezüglich agroforstlicher Nutzungsweisen für das Modellgebiet im Projekt AUFWERTEN. In: Böhm, C. (Hrsg.): *AUFWERTEN Loseblattsammlung*, Massen: Amt Kleine Elster (Niederlausitz).
- Schumann, F. (2005): Landnutzungsalternative Agroforstwirtschaft. *Ländlicher Raum*, 29.
- Syrbe, R. U. (2005): Methodisch differenzierte Bewertung des Landschaftsbildes mit Hilfe von Strukturmaßen. Workshop der Arbeitsgruppe Landschaftsstruktur der IALE-D „Dynamik der Landschaftsstruktur“, Leipzig.
- Tsonkova, P., Böhm, C. & Tylkowski, M. (2019): Entscheidungshilfe zur Etablierung von Agroforstsystemen unter Berücksichtigung praktischer Belange. In: Böhm, C. (Hrsg.): *AUFWERTEN Loseblattsammlung*, Cottbus: BTU Cottbus-Senftenberg.
- Unsold, R., Reppin, N., Eckstein, K., Zehlius-Eckert, W., Hoffmann, H. & Huber, T. (2011): Leitfaden Agroforstsysteme – Möglichkeiten zur naturschutzgerechten Etablierung von Agroforstsystemen. Bundesamt für Naturschutz.
- Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R. & Mander, Ü. (2009): Landscape Metrics and Indices: An Overview of Their Use in Landscape Research. *Living Reviews in Landscape Research*, 3, 1-28.
- Van Eetvelde, V. & Antrop, M. (2004): Analyzing structural and functional changes of traditional landscapes – two examples from Southern France. *Landscape and Urban Planning*, 67, 79-95.
- von Schnakenburg, P. & Schmieder, K. (2008): Anwendung von Landschaftsmaßen zur Analyse des Landschaftswandels am Beispiel des Raichberges (Schw. Alb). Ber. Inst. Landschafts-Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Stuttgart: Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim.
- Walz, U. (2004): Landschaftsstrukturmaße - Indizes, Begriffe und Methoden, *IÖR-Schriften*.
- Walz, U. (Year): Published. Landschaftsstruktur zwischen Theorie und Praxis. In: Kleinschmit, B. & Walz, U. (Hrsg.): *Landschaftsstrukturmaße in der Umweltplanung*. Beiträge zum Workshop der IALE-AG Landschaftsstruktur, Berlin 2006. – Schriftenreihe für Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, 2006 2006 Berlin. Univ.-Verl. der TU Berlin, 4-17.
- Walz, U. (2011a): Landscape structure - landscape metrics and biodiversity. *Living Rev. Landscape Res.*, 5.

- Walz, U. (2011b): Verwendung von Landschaftsstrukturmaßen zur Analyse und Bewertung der biologischen Vielfalt von Landschaften. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie*, 45, 116-130.
- Walz, U. (2012): Indikatoren zur Landschaftsvielfalt, In: Meinel, G., Schumacher, U. & Behnisch, M. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring IV: Genauere Daten – informierte Akteure – praktisches Handeln*. Berlin: Rhombos-Verlag.
- Walz, U. (2013): *Landschaftsstrukturmaße und Indikatorensysteme zur Erfassung und Bewertung des Landschaftswandels und seiner Umweltauswirkungen*.
- Walz, U., Krüger, T. & Schumacher, U. (2011): *Landschaftszerschneidung und Waldfragmentierung – Neue Indikatoren des IÖR-Monitors*, In: Meinel, G. & Schumacher, U. (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring III. Erhebung – Analyse – Bewertung*. Berlin.
- Wöbse, H. H. (2002): *Landschaftsästhetik: Über das Wesen, die Bedeutung und den Umgang mit landschaftlicher Schönheit*, Stuttgart, Ulmer.

ANHANG

Tabellen

Tabelle 17: Überblick etablierter Landschaftsstrukturmaße (Teil 1)

Bereich	Maß/ Einheit/ Parameter	Maßstabsebene/ Technische Umsetzung/ Anmerkungen	Quellen
Naturräumliche Vielfalt	Relief, Boden, Gewässer	<i>Neighbourhood Statistics</i> im ModelBuilder (Environmental Systems Research Institute)	(Roser 2011, 2013a, b, Walz 2012)
	Landschaftsmuster	strukturelle, funktionale, räumliche und zeitliche Muster von Landschaften	(Leser & Nagel 2001)
	Relief	Berechnet aus DGM, zusätzlich Wölbung (konkav oder konvex). Da in der Literatur kaum Hinweise zu finden sind, über welche Distanzen die Umgebung einen Einfluss auf das Landschaftsbild ausübt, sollten verschiedene Radien alternativ berechnet werden.	(Heinl & Kaule 1998, Jessel u. a. 2003, Nohl 2001, Peters u. a. 2009, Roth & Gruehn 2010, Syrbe 2005, Wöbse 2002).
	Landschaftsvielfalt	<i>Simpson's Diversity, Shannon's Diversity</i>	(Walz 2004)
Kulturlandschaftliche Vielfalt	Vielfalt der Flächen- und Landnutzung	Den in einer Landschaft erkennbaren Nutzungen (Wald, AF, DG, ...) wird ein großer Einfluss auf die Vielfalt des Landschaftsbildes zugesprochen; ATKIS umgewandelt in Rasterdaten, alternativ werden dabei den Nutzungsarten vor der Auswertung Wertstufen zugewiesen. Probeweise können Daten zu geschützten Biotopen in die Untersuchung aufgenommen, obwohl Bezüge zwischen ökologisch begründeter Natürlichkeit und ästhetisch wahrgenommener Natürlichkeit grundsätzlich infrage zu stellen sind.	(Kaule 1991)
	Ökotone entlang von Gehölzen	Berechnung der Randlänge von Gehölzen (Hecken, Baumreihen und Ränder von flächenhaften (kleinen) Gehölzen) aus ATKIS-Objektarten 4201 Baum; 4202 Baumreihe; 4203 Hecke, Knick	?
	Anzahl der Ökotone oder die Vernetzung der Lebensräume	Manuelle Auswertung von Orthophotos	?
	Anteile der Hauptlebensräume	auf übergeordneter Ebene die IÖR-Methodik zu Indikatoren der Landschaftsvielfalt	(Walz 2011b, Walz u. a. 2011).
	Randliniendichte	Dichte der Randlinien von Landschaftselementen o. Ökotonen können erfasst werden, da sich darin die als positiv eingeschätzte Unregelmäßigkeit und Kleinräumigkeit gut ausdrückt	
	<i>Edge Density (ED)</i> bzw. <i>Perimeter/Area Ratio (PAR)</i>	Kantendichte dient beispielsweise dem Vergleich von strukturreichen Landschaften und strukturalarmen Regionen	(Filip u. a. 2008, Herbst u. a. 2007)
	<i>Mean Patch Size</i>	Für die Analyse von Form und Größe von Landschaftselementen (<i>patches</i>) ist eine Vielzahl von Landschaftsstrukturmaßen bekannt.	(Blaschke 2002)
Vielfältigkeit (Kleinteiligkeit)	<i>Patch Density (PD)</i>	Maß für die Kleinteiligkeit: PD, Anzahl der Einzelflächen z. B. Landschaftselemente, in die eine Nutzungs- bzw. Bedeckungsklasse aufgeteilt ist, erklärt auch die räumliche Verteilung einer Klasse: (per 100 ha) = (n/a) n = Number of Patches, a = Area	(Eiden u. a. 2000)
	<i>Patch Richness</i>	Wird z. B. genutzt werden um High Nature Value (HNV) Flächen zu identifizieren	
	Gleichmäßigkeit	<i>Shannon Diversity Index (SHDI)</i> , starke Zusammenhänge zwischen Ästhetik-Bewertung in Umfragen und dem Shannon-Diversitätsindex	(Eiden u. a. 2000, Franco u. a. 2003)
	<i>Proximity Index (PROX)</i>	Innerhalb eines definierten Suchradius wird die Distanz zwischen dem betrachteten Patch und allen umgebenden Patches berechnet. Die quadrierte Entfernung wird ins Verhältnis zur Größe des benachbarten Patches gesetzt und die Verhältnisse aufsummiert. Patches mit einer engen Nachbarschaft vieler großen Patches erhalten daher große Werte.	von Gustafson & Parker (1992) entwickelt, auch in FRAGSTATIS verwendet (McGarigal u. a. 2002)

Quelle: eigene Zusammenstellung

Tabelle 18: Überblick etablierter Landschaftsstrukturmaße (Teil 2)

Oberbegriff/ Themenbereich	Maß/ Einheit/ Parameter	Maßstabsebene/ Technische Umsetzung/ Notizen	Quellen
Sichtbeziehungen	Fern- und Ausblicke	Das Vorhandensein von Fern- und Ausblicken wird als für das Landschaftsbild positiv eingeschätzt. Auf der Grundlage eines DGM ist die flächendeckende Analyse von Sichtbeziehungen zwischen einzelnen Rasterzellen möglich.	z. B. mit <i>Viewshed</i>
	Unterschiedliche Blickweiten (Mittelgrund, Fernsicht)	Die bei Radien von über 20 km durch den hohen Rechenaufwand vermehrt auftauchenden technischen Probleme lassen sich durch eine Verringerung der Rasterweite auf 200 m beherrschen	
Grad der anthropogenen Beeinträchtigung	Fragmentierung	Linien-dichte von Infrastruktur wie z. B. Hauptstraßen und Freileitungen analysiert	(Walz u. a. 2011)
	Schutz wertvoller Landschaftsbereiche / Schutzgebietsausweisung	Kartenwerke	?
	Bergbaugebiete/ Kippenflächen/ Anthrosole	Kartenwerke	?
	Berechnung der vorgefundenen Grenzdichte	<i>Contagion Index</i>	?
	Durchdringungsgrad	Interspersion and Juxtaposition Index (IJI)	(Eiden u. a. 2000)
Nutzungswandel (Eigenart)	Geschwindigkeit des Landschaftswandels	Aus der hohen Wertschätzung, die „alte“ Kulturlandschaften bei vielen Menschen genießen, folgert die Annahme, dass ein Zusammenhang besteht zwischen der Geschwindigkeit des Landschaftswandels und dem Verlust an ästhetischer Qualität bzw. der Eigenart einer Landschaft.	Beispiele aus Frankreich bei (Van Eetvelde & Antrop 2004), USA: (Palmer 2004)
	Landschaftsdynamik	Da permanenter Wandel zum Wesen einer Kulturlandschaft gehört, soll die Geschwindigkeit des Wandels anhand der Veränderungen innerhalb eines Vergleichszeitraums von etwa 50 Jahren ermittelt werden	(Heinl & Kaule 1998, Nohl 2001, 2009).
	Landschaftsdynamik	Nach einigen Autoren gestaltet sich der Vergleich mit historischen Luftbildern in der Praxis tendenziell schwierig, da für den gewählten Betrachtungszeitraum (z. B. 1950/1960) georeferenzierte und entzerrte Luftbilder vorliegen müssen. Van Eetvelde & Antrop (2004) befürworten die Auswertung von Luftbildern gegenüber der Auswertung von Zensusdaten zur Bewertung der Landschaftsdynamik d.h. auch der historischen Entwicklung und proklamieren diese als „easy“, zumindest nach der ausgewerteten Literatur Für die Analyse werden sie gescannt, georeferenziert und mit aktuellen ATKIS-Daten überlagert. Anschließend werden anhand einer Kartieranleitung getrennt nach Objektarten alle in den letzten 50 Jahren veränderten Landschaftselemente identifiziert, der notwendige Zeitaufwand beträgt wenige Stunden pro Messtischblatt. Die Auswertung der so editierten Daten erfolgt wiederum mit <i>Neighborhood Statistics</i> . Geeigneter als historische Orthophotos erweisen sich historische topographische Karten.	(vgl. Dramstad u. a. 1998, Ihse 1995, Lipsky 1995)

Quelle: eigene Zusammenstellung



Skripte

GPS_Testdaten.r

```

library(RODBC)
library(shapefiles)
library(tcltk)
library(tools)

Filters <- matrix(c("shape ", ".shp"),1, 2, byrow = TRUE)
Filters

auswahl <- "retry"
while (auswahl == "retry")
{
  if(interactive()) shpname <- tk_choose.files(default = "g:/npw", filter = Filters, caption = "Punkt-Shapefile mit Punkten
WGS84 auswählen")

  if (length(shpname) == 0) auswahl = tk_messageBox(type = "retrycancel", caption = "Es muss ein Shape ausgewählt wer-
den", message = "Neuer Versuch oder Abbruch")
  else auswahl = "ok"
  if (auswahl == "ok")
  shpname <- file_path_sans_ext(shpname)
  gpxname = paste(shpname,format(Sys.time(), "_%b%d%Y_%H%M"),".gpx", sep="")
  #gpxname
  #format(Sys.time(), "%a %b %d %H:%M:%S %Y")
  shapefile <- read.shapefile(shpname)

  #if (!(shapefile$shp$header$shape.type == 1)) auswahl = tk_messageBox(type = "retrycancel", caption = "Es muss ein
Punktshape ausgewählt werden", message = "Neuer Versuch oder Abbruch")
  # else auswahl = "ok"
  if (shapefile$shp$header$shape.type == 1) auswahl = "punkt"
  if (shapefile$shp$header$shape.type == 3) auswahl = "poly"
  if (shapefile$shp$header$shape.type == 5) auswahl = "poly"
}

lab = shapefile$dbf$dbf

cat("<?xml version= ", "", "1.0" , "", " standalone= ", "", "yes" , "", " ?>",file=(gpxname),"\n",sep="")
cat("<gpx version= ", "", "1.1" , "", " xmlns= ", "", "http://www.topografix.com/GPX/1/1" , "", " creator= ", "", "bf" , "",
">","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)

anzsp <- length(lab[,1])
item <- tk_select.list(attr(lab[],"names"), preselect = NULL, multiple = FALSE, title = "Attributspalte für Bezeichnung")
#for (l in 1 : anzsp) if (item == attr(lab[l],"names")) item_id <- l

if (auswahl == "punkt")
{
  xy = shapefile$shp$shp
  if (xy[1,3] > 400 )
  {
    tk_messageBox(type = "ok", caption = "Keine WGS84 Koordinaten !!", message = paste(xy[1,3], xy[1,2], sep=" "))
    stop("Programm abgebrochen")
  }
  for (l in 1 : length(xy[,2]))
  {
    cat(" <wpt lat= ", "", formatC(xy[l,3], decimal.mark = ".", digits = 9) , "", " lon= ", "", formatC(xy[l,2], digits = 9, deci-
mal.mark = ".) , "", ">","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)
    cat(" <name> ", format(lab[l,item]) , "</name>","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)
    cat(" <sym>Triangle, green</sym>","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)
    cat(" </wpt> ",file=(gpxname),"\n",sep="",append=TRUE)
  }
}

```

```

if (auswahl == "poly")
{
i = 1

while (!is.null(shapefile$shp$shp[[i]]$num.points))
{
shapefile$shp$shp[[i]]$num.points
i = i + 1
}
}

if (auswahl == "poly")
{

i = i - 1
i

for (l in 1 : i )
{
# Abfrage nach der Anzahl von Koordinatenpaaren
nump = shapefile$shp$shp[[l]]$num.points

# Auslesen der Koordinaten
points = shapefile$shp$shp[[l]]$points

if (points$Y[1] > 400 )
{
tk_messageBox(type = "ok", caption = "Keine WGS84 Koordinaten !!!", message = paste(points$X[1], points$Y[1], sep=" "))
stop("Programm abgebrochen")
}

# Anlage des Dateikopfes der gpx Datei
cat(" <trk>","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)
cat(" <name>", format(lab[l,item]), "</name>","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)
cat(" <number>0</number>","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)
cat(" <trkseg>","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)

# Ausgabe der Koordinaten in die GPX Datei
for (l1 in 1:nump)
{

# formatC(points$Y[l1], decimal.mark = ".", digits = 9) erzeugt Zahlen mit 9 Dezimalstellen, die mit . als Dezimaltrennung
geschrieben werden

cat(" <trkpt lat=", "", formatC(points$Y[l1], decimal.mark = ".", digits = 9) ,", " lon=", "", formatC(points$X[l1], digits =
9,decimal.mark = ".) ,", ">","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)
cat(" <type>Trackpoint</type>","\n",file=(gpxname),sep="",append=TRUE)
cat(" </trkpt>",file=(gpxname),"\n",sep="",append=TRUE)

}

cat(" </trkseg>",file=(gpxname),"\n",sep="",append=TRUE)
cat(" </trk>",file=(gpxname),"\n",sep="",append=TRUE)
}

cat("</gpx>",file=(gpxname),"\n",sep="",append=TRUE)

```


SQL Abfragen

Auswahlabfrage des Flächenanteils der Biotope je Kachel

```
SELECT Calc_500.FID_Fishnet500, Calc_500.Biotyp_8st, Sum(Calc_500.Shape_Area) AS SummevonShape_Area1,
[Shape_Area]/[SummevonShape_Area] AS Anteil, Log([Shape_Area]/[SummevonShape_Area]) AS ln_Anteil,
((Shape_Area)/[SummevonShape_Area])*Log([Shape_Area]/[SummevonShape_Area]) AS pi_ln

FROM Kachelflaechen INNER JOIN Calc_500 ON Kachelflaechen.FID_Fishnet500 = Calc_500.FID_Fishnet500

GROUP BY Calc_500.FID_Fishnet500, Calc_500.Biotyp_8st, [Shape_Area]/[SummevonShape_Area],
Log([Shape_Area]/[SummevonShape_Area]), ((Shape_Area)/[SummevonShape_Area])*Log([Shape_Area]/[Summevon-
Shape_Area]);
```

Auswahlabfrage der Biotope je Kachel

```
SELECT Calc_500.FID_Fishnet500, Calc_500.OBJECTID, Calc_500.Biotyp_8st

FROM Calc_500

GROUP BY Calc_500.FID_Fishnet500, Calc_500.OBJECTID, Calc_500.Biotyp_8st;
```

Auswahlabfrage der Maximalanzahl der Biotope je Kachel

```
SELECT bio_kachel.FID_Fishnet500, Count(bio_kachel.OBJECTID) AS AnzahlvonOBJECTID, Log(Count([bio_ka-
chael].[OBJECTID])) AS hmax

FROM bio_kachel

GROUP BY bio_kachel.FID_Fishnet500;
```

Auswahlabfrage der Flächengrößen der Kacheln

```
SELECT Calc_500.FID_Fishnet500, Sum(Calc_500.Shape_Area) AS SummevonShape_Area

FROM Calc_500

GROUP BY Calc_500.FID_Fishnet500;
```

Auswahlabfrage des Shannon Index

```
SELECT Anteil_je_Kachel.FID_Fishnet500, -Sum([Anteil_je_Kachel].[pi_ln]) AS shannon

FROM Anteil_je_Kachel

GROUP BY Anteil_je_Kachel.FID_Fishnet500;
```

Tabellenerstellungsabfrage

```
SELECT shannon.FID_Fishnet500, shannon.shannon, count_bio.hmax, [shannon]/[hmax] AS evenness INTO diversi-
taet_tab

FROM count_bio INNER JOIN shannon ON count_bio.FID_Fishnet500 = shannon.FID_Fishnet500;
```